

**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)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.

“10” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.5 Устройства генерирования и формирования сигналов**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность: Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и  
управлении; Техника СВЧ и антенны

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ИРС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 144/4

часов/з.с

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой

Разработчик (и): Вакс В.Л.

Нижний Новгород  
2021

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 сентября 2017 года № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 17.12.2020 г. №5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 31 мая 2021 г. № 25.  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

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-5.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПР**
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины** является формирование у студентов научных представлений и технических навыков в области расчета и проектирования функциональных узлов устройств стабилизации частот и формирования сигналов со стабильными параметрами в радиочастотном, СВЧ, микроволновом, субтерагерцовом и терагерцовом частотных диапазонах

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

– освоение методов стабилизации частот и формирования сигналов со стабильными параметрами в радиочастотном, СВЧ, микроволновом, субтерагерцовом и терагерцовом частотных диапазонах

– приобретение навыков расчета и проектирования функциональных узлов устройств стабилизации частот и формирования сигналов со стабильными параметрами в радиочастотном, СВЧ, микроволновом, субтерагерцовом и терагерцовом частотных диапазонах

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

Учебная дисциплина (модуль) «Устройства генерирования и формирования сигналов» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Радиопередающие устройства» в объеме программы бакалавриата.

Дисциплина «Устройства генерирования и формирования сигналов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Радиотехнические системы передачи информации», «Проектирование приемно-передающих модулей миллиметрового диапазона», «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона», «Современные теория и техника радиолокации и радионавигации».

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

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.04.01 Радиотехника:

**ОПК-1** Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.

**ОПК-2** Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>ОПК-1</i>				
Теория и техника радиолокации и радионавигации				
Устройства генерирования и формирования сигналов				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Устройства приема и обработки сигналов				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				
<i>ОПК-2</i>				
Устройства генерирования и формирования сигналов				
Радиотехнические системы передачи информации				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Устройства приема и обработки сигналов				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				

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

## 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	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-1.</b> Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИОПК-1.2. Использует передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности	<b>Знать:</b> - современную узловую и элементную базу устройств генерирования и формирования сигналов.	<b>Уметь:</b> - производить поиск научно-технической информации для обоснованного выбора технического решения.	<b>Владеть:</b> - навыками сравнительного анализа различных схем и конструкций устройств генерирования и формирования сигналов, выбора оптимального варианта.	Вопросы для устного опроса.	Вопросы для устного собеседования: билеты
<b>ОПК-2.</b> Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы.	ИОПК-2.2. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	<b>Знать:</b> - возможности современных систем математического моделирования и автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры применительно к устройствам генерирования и формирования сигналов.	<b>Уметь:</b> - ставить задачу математического моделирования конкретных устройств генерирования и формирования сигналов.	<b>Владеть:</b> - основными навыками системотехнического и схемотехнического моделирования устройств генерирования и формирования сигналов, протекающих в них процессов с целью анализа и оптимизации параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая универсальные и специализированные пакеты прикладных программ.	Вопросы для устного опроса	Вопросы для устного собеседования: билеты

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, 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
		1 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>89</b>	<b>89</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
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.)	89	89
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)		

## 4.2. 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	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
1 семестр								
ОПК-1,2: ИОПК-1.2, ИОПК-2.2	Раздел 1 Введение. Стабильные высокочастотные автогенераторы.					Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль		
	Тема 1.1 Стабильные высокочастотные автогенераторы. Технические характеристики высокостабильных генераторов выполненных на полупроводниковых активных элементах	1,00						подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]
	Тема 1.2 Причины нестабильности частоты комбинационные и стохастические шумы автогенераторов. Способы стабилизации частоты.	1,00						подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]
	Практическое занятие №1 Расчет температурной нестабильности частоты LC-автогенератора			2,00				подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6], выполнение ДЗ
	Тема 1.3 Схемотехника кварцевых автогенераторов	1,00						подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]
	Практическое занятие №2 Оценка нестабильности частоты кварцевого автогенератора			2,00				подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6], выполнение ДЗ



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				22,00			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	3,00		4,00	22,00			
ОПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2	Раздел 2 Автогенераторы на поверхностных акустических волнах (ПАВ)						Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль	Конспект лекций
	Тема 2.1 Особенности и характеристики волновых процессов в стабилизирующих элементах на ПАВ.	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 2.2 Волновые резонаторы на ПАВ.	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 2.3 Схемотехнические решения реализации высокостабильных высокочастотных автогенераторов на ПАВ-структурах в цепи обратной связи	1				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие №3 Расчет топологии встречно-штыревого преобразователя ПАВ			4,00		подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6], выполнение ДЗ		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				16,00			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	3,00		4,00	16,00			
	Раздел 3 Аналоговые системы синтеза частот						Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль	Конспект лекций
	Тема 3.1 Принципы построения и основные технические параметры синтезаторов частот, построенных на основе аналоговой элементной базы метода формирования сетки: метод гармоник, метод двойного преобразования частот и т.п. Преобразование частоты путем последовательного формирования сетки частот декадных синтезаторах..	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие №4 Расчет частотообразования в синтезаторе на идентичных декадах. Построение структурной схемы синтезатора.			2,00		подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6], выполнение ДЗ		
	Тема 3.2 Косвенные методы в структурах синтеза на основе колец фазовой автоподстройки частоты. Динамика формирования: зоны удержания и захвата частоты. Зависимость ширины зон от параметров интегрирующих элементов в цепи обратной связи.	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Практическое занятие №5 Расчет характеристик кольца ФАПЧ			3,00		подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6]		
	Лабораторная работа №1 Изучение фазовой автоподстройки частоты		4,00			подготовка к ЛР [6.1.7], сдача отчета о лабораторной работе		
	Тема 3.3 Особенности схмотехнических и структурных решений синтезаторов	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Лабораторная работа №2 Пассивный цифровой синтезатор частоты		4,00			подготовка к ЛР [6.1.7], сдача отчета о лабораторной работе		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				17,00			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	3,00	8,00	5,00	17,00			
	Раздел 4 Цифровые системы синтеза частот и сигналов.						Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль	Конспект лекций
	Тема 4.1 Структурные схемы, элементная база и принципы построения одноуровневых и многоуровневых цифровых синтезаторов. Сравнительная оценка	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	аналоговых и цифровых систем синтеза частот.							
	<b>Тема 4.2</b> Способы формирования цифровых протоколов. Методы и реализация управления частотой с помощью цифровых накопителей с заданной емкостью. Роль уровня и кода накопления импульсов.	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	<b>Практическое занятие №6</b> Формирование цифрового протокола для цифрового синтезатора частоты			2,00		подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6], выполнение ДЗ		
	<b>Лабораторная работа №3</b> Определение частоты тактирующего резонатора цифрового синтезатора частоты		4,00			подготовка к ЛР [6.1.7], сдача отчета о лабораторной работе		
	<b>Тема 4.3</b> Роль цифро-аналоговых преобразователей в интегральных и СВЧ синтезаторах сигналов. Цифровые синтезаторы как преобразователи частот и частотные модуляторы входных сигналов.	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	<b>Тема 4.4</b> Практические приложения цифровых и вычислительных синтезаторов частот и сигналов.	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	<b>Лабораторная работа №4</b> Исследование цифрового синтезатора		5,00			подготовка к ЛР [6.1.7], сдача отчета о		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	частоты с ФАПЧ					лабораторной работе		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				17,00			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	4,00	9,00	2,00	17,00			
	Раздел 5 Квантовые стандарты частоты с атомными дискриминаторами.						Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль	Конспект лекций
	Тема 5.1 Принципы стабилизации частоты кварцевых генераторов с помощью колебаний квантовых излучений атомных переходов	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 5.2 Роль и характеристика атомных дискриминаторов частоты на примере рубидиевого стандарта частоты с СВЧ квантовым дискриминатором, заполненным парами рубидия..	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Практическое занятие №7 Изучение схемы рубидиевого стандарта			2,00		подготовка к ПЗ [6.1.5], [6.1.6], выполнение ДЗ		
	Тема 5.3 Характеристика спектральной линии поглощения в формировании управляющих сигналов кварцевого генератора управляемого	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	сигналом рассогласования. Назначение и роль фазового модулятора.							
	<b>Тема 5.4</b> Применение квантовых стандартов частоты в измерительной технике и технике формирования и приема информационных сигналов наземной и спутниковой связи	1,00				подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b>				17,00			
	<b>реферат, эссе (тема)</b>							
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>							
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>4,00</b>		<b>2,00</b>	<b>17,00</b>			
	<b>Курсовая работа (КР)</b>							
	<b>Курсовой проект (КП)</b>							
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>89</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>89</b>			

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, выполнение заданий лабораторных работ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для практических работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой в 1 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-1.</b> Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИОПК-1.2. Использует передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности	Не знает принципы построения, функционирования и основные технические характеристики различных узлов устройств генерирования и формирования сигналов, не имеет представления об основных закономерностях преобразования сигналов в типовых каскадах устройства генерирования и формирования сигналов; не знает методы анализа устройств генерирования и формирования сигналов. Не умеет осуществлять, обработку и анализ информации о характеристиках и схемной реализации устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения. Не владеет навыками обработки информации в области устройств	Слабо знает принципы построения и функционирования устройств генерирования и формирования сигналов в составе современных радиотехнических систем и комплексов, не знает часть основных технических характеристик различных узлов устройства генерирования и формирования сигналов, вызывает затруднение формулировка основных закономерностей преобразования сигналов в типовых каскадах устройства генерирования и формирования сигналов; слабо представляет методы анализа устройств генерирования и формирования сигналов. Умеет осуществлять обработку информации о характеристиках и	Знает принципы построения и функционирования устройств генерирования и формирования сигналов в составе современных радиотехнических систем и комплексов, основные технические характеристики различных узлов устройства генерирования и формирования сигналов, неточно формулирует основные закономерности преобразования сигналов в типовых каскадах устройства генерирования и формирования сигналов; знает методы анализа устройств генерирования и формирования сигналов.	Знает принципы построения и функционирования устройств генерирования и формирования сигналов в составе современных радиотехнических систем и комплексов, основные технические характеристики различных узлов устройства генерирования и формирования сигналов, основные закономерности преобразования сигналов в типовых каскадах устройства генерирования и формирования сигналов; методы анализа устройств генерирования и формирования сигналов. Умеет осуществлять обработку и анализ информации о характеристиках и схемной реализации



		генерирования и формирования сигналов, не владеет программными средствами подготовки технической документации на разработанное устройство генерирования и формирования сигналов.	схемной реализации устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения. Слабо владеет навыками обработки информации в области устройств генерирования и формирования сигналов, испытывает затруднения при использовании программных средств подготовки технической документации на разработанное устройство генерирования и формирования сигналов.	Умеет осуществлять обработку и анализ информации о характеристиках и схемной реализации устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения, Владеет навыками обработки информации в области устройств генерирования и формирования сигналов, испытывает затруднения при использовании программных средств подготовки технической документации на разработанное устройство генерирования и формирования сигналов.	устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения, Владеет навыками обработки информации в области устройств генерирования и формирования сигналов, владеет программными средствами подготовки технической документации на разработанное устройство генерирования и формирования сигналов.
--	--	--	--	---	--

<p><b>ОПК-2.</b> Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы.</p>	<p>ИОПК-2.2. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования</p>	<p>Не знает типовые алгоритмы обработки данных, технологию работы на компьютере в современных операционных средах Не умеет производить расчет и моделирование электрических узлов устройств генерирования и формирования сигналов; не умеет проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования устройств генерирования и формирования сигналов Не владеет методами и средствами инженерного проектирования устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения, их подсистем, блоков, узлов.</p>	<p>Не знает типовые алгоритмы обработки данных, слабо знает технологию работы на компьютере в современных операционных средах Умеет с ошибками производить расчет и моделирование электрических узлов устройств генерирования и формирования сигналов; слабо умеет проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования устройств генерирования и формирования сигналов Не уверенно владеет методами и средствами инженерного проектирования устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения, их подсистем, блоков, узлов.</p>	<p>Слабо знает типовые алгоритмы обработки данных, знает технологию работы на компьютере в современных операционных средах Умеет производить расчет и моделирование электрических узлов устройств генерирования и формирования сигналов; не всегда умеет проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования устройств генерирования и формирования сигналов. Не уверенно владеет методами и средствами инженерного проектирования устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения, их подсистем, блоков, узлов.</p>	<p>Знает типовые алгоритмы обработки данных, технологию работы на компьютере в современных операционных средах Умеет производить расчет и моделирование электрических узлов устройств генерирования и формирования сигналов; умеет проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования устройств генерирования и формирования сигналов Владеет методами и средствами инженерного проектирования устройств генерирования и формирования сигналов различного назначения, их подсистем, блоков, узлов.</p>
--	--	--	--	---	--

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> 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 <b>«хорошо»</b> 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 <b>«удовлетворительно»</b> 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 <b>«неудовлетворительно»</b> 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, 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 (модуль).

- 6.1.1 Генерирование колебаний и формирование радиосигналов / В.Н. Кулешов, Н.Н. Удалов, В.М. Богачев [и др.]; под ред. В.Н. Кулешова и Н.Н. Удалова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 416 с.
- 6.1.2 Радиопередающие устройства. Часть 2: комплекс учебно-методических материалов / Ю.Г. Белов, В.А. Дюшков, Э.А. Ермилов; НГТУ. – Н. Новгород, 2011. – 78 с.
- 6.1.3 Устройства генерирования и формирования сигналов. Часть 3: комплекс учебно-методических материалов / Ю.Г. Белов, Ю.К. Богатырев; НГТУ. – Н. Новгород, 2010. – 119 с.
- 6.1.4 Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов// НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, Новосибирск, 2007, 524 с.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература**

- 6.2.1 В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Ляховкин, В.П. Нуянзин, В.М. Розов, М.С. Шумилин. Радиопередающие устройства. Учебник для высших учебных заведений, 2003.
- 6.2.2 Б.Е. Петров, В.А. Романюк. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах, 1989.
- 6.2.3 Физический энциклопедический словарь / под редакцией академика А. М. Прохорова // «Советская энциклопедия», 1983. 944 с.

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

- 6.3.1 Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов»;
- 6.3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов».
- 6.3.3 Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов».
- 6.3.4 Методические рекомендации по организации и планированию практических занятий по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов».

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### 7.1. 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. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных 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

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
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)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
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 )	

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 8. 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>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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**

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя аудитории (ауд. 2210, ауд. 6119, ауд. 6162, ауд. 2303, 2202), оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами для проведения лекционных, практических занятий и самостоятельной работы студентов, для обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, и аудиторию 157 ИФМ РАН, оснащенную необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами для проведения лабораторных занятий и обеспечения выхода в интернет.

1. Лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студентов (ауд. 2210, ауд. 6119, ауд. 6162, ауд. 2303, 2202):

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.

2. Лабораторные занятия (ауд. 157 ИФМ РАН):

Специализированная учебная лаборатория (класс), количество посадочных мест – 12.

Основное учебное оборудование:

1. Комплект учебно-лабораторного оборудования по дисциплине “Устройства генерирования и формирования радиосигналов” включает в себя следующие стенды:
  - 1.1. "Пассивный цифровой синтезатор частоты" (УФС 4)
  - 1.2. "Цифровой синтезатор частоты с ФАП" (УФС 5)
  - 1.3. Изучение фазовой автоподстройки частоты УОС-05
  - 1.4. Цифровой синтезатор частоты

Лабораторный стенд "Пассивный цифровой синтезатор частоты" позволяет провести следующие эксперименты. В двухуровневом декадном синтезаторе исследуется

зависимость нестабильности частот формируемой сетки и уровней побочных спектральных составляющих от вида задания импульсных последовательностей в каждой из декад. В многоуровневом синтезаторе изучается влияние числа уровней квантования фазы и амплитуды на уровень побочных субгармонических и гармонических составляющих в спектре выходного сигнала и нестабильность его частоты. В каждом из синтезаторов исследуется влияние абсолютного значения частоты на характеристики нестабильности. Предусмотрена возможность наблюдения осциллограмм напряжений в контрольных точках схемы.

Лабораторный стенд "Цифровой синтезатор частоты с ФАП" позволяет провести исследование влияния параметров элементов кольца фазовой автоподстройки (вида фазового детектора, его коэффициента передачи, полосы пропускания фильтра нижних частот и коэффициента деления делителя с переменным коэффициентом деления в петле обратной связи) на кратковременную и средневременную нестабильности частоты выходного сигнала синтезатора и вид переходного процесса при смене рабочих частот. Обеспечивается возможность изучения основных характеристик и способов формирования сигналов с частотной модуляцией и частотной и фазовой телеграфией (манипуляцией) в тракте синтезатора. Предусмотрена возможность наблюдения осциллограмм напряжений в контрольных точках схемы.

Технические характеристики лабораторных установок:

- габаритные размеры 440 \* 316 \* 145 мм;
- масса - не более 7 кг;
- потребляемая мощность - не более 20 Вт;
- питание - однофазная сеть 220 В 50 Гц;

В установках предусмотрена возможность подключения двухлучевого осциллографа к контрольным точкам исследуемых устройств при помощи встроенного многопозиционного электронного коммутатора.

На лицевой панели каждого лабораторного стенда располагается функциональная или принципиальная схема исследуемого устройства, кнопки управления внутренними электронными коммутаторами, и светодиоды, которые визуализируют их состояние.

Все лабораторные установки помимо исследуемого устройства содержат встроенные источник питания, многофункциональный мультиметр с жидкокристаллическим дисплеем, предназначенный в зависимости от конкретного стенда для измерения параметров токов и напряжений в контрольных точках схемы, температуры внутренних элементов исследуемых устройств, периода, частоты и ее девиации.

## 2. Генераторы

- 2.1. ГЧ-81 (4-5,6 ГГц)
- 2.2. Rohde&Schwarz SMB 100 A (100 кГц-20 ГГц)
- 2.3. ГЧ-129 (0,31-1,2 ГГц)
- 2.4. ГЧ-158 (10 кГц-100 МГц)
- 2.5. Rohde&Schwarz SMF 100 A (100 кГц-22 ГГц)
- 2.6. Agilent Technologies E8257D (250 кГц-50 ГГц)

## 3. Измерители мощности

- 3.1. DOK ИМ-06-Р (110-170 ГГц)
- 3.2. МЗ-75 преобразователь ПП-15 (78-118 ГГц)



4. Осциллографы
  - 4.1. Instek GOS-6051
  - 4.2. Tektronix MDO3104 (1 ГГц)
  - 4.3. Agilent Technologies DS06032A (300МГц)
  - 4.4. Agilent Technologies 54621A (60 МГц)
5. Анализаторы спектра
  - 5.1. Agilent Technologies E4402B (9 кГц-3,0 ГГц)
  - 5.2. Agilent Technologies E4408B (9 кГц-26,5 ГГц)

## **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.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, 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 над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется 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 сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой 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 задачами, вопросами и другими видами заданий, 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 стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; 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 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 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.

### **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 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.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## 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 (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.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

## 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

- проведение заданий на практических занятиях;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- зачет с оценкой.

#### 11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

Задача 1.

Для автогенератора по схеме Клаппа (Рис.1) дано:  $C_1=530$  пФ;  $C_2= 10600$  пФ;  $C_3=560$  пФ;  $L_3= 0,424$ , мкГн  $Q=50$

Рассчитать  $f_0$ ,  $K_{1p}$ ,  $R_k$ ,  $R_y$ . Какой электрод заземлен по ВЧ?

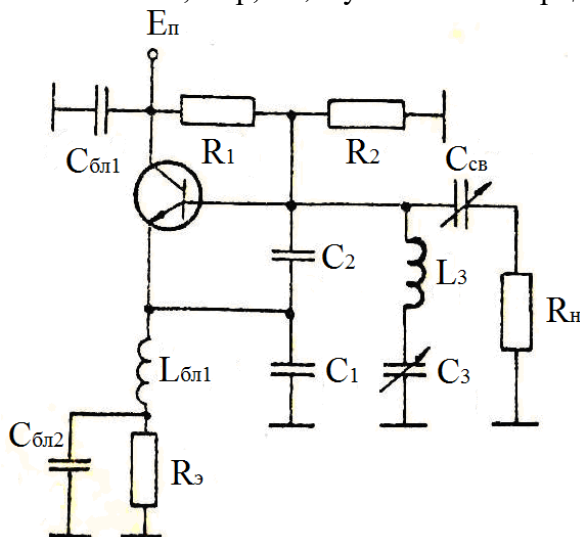


Рис. 1 . Автогенератор по схеме Клаппа

Задача 2.

Автогенератор по схеме индуктивной трёхточки (рис.2) работает в нормальном режиме:  
 $X_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $X_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $\rho = 50 \text{ Ом}$ ,  $Q = 50$ ,  $P_1 = 20 \text{ мВт}$ ,  $S = 2,0 \text{ А/В}$

Рассчитать  $U_b$ .

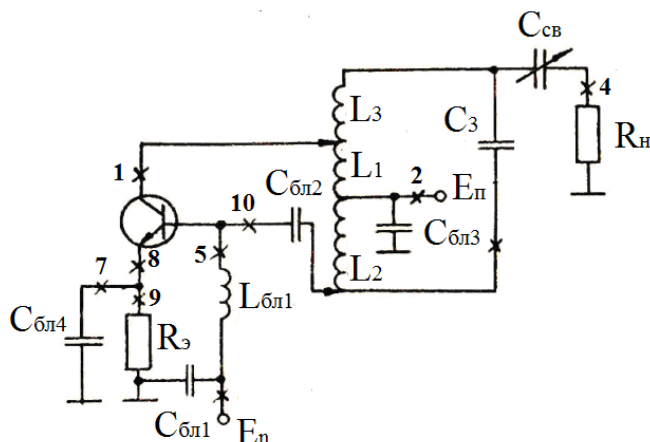


Рис. 2. Схема автогенератора (индуктивная трёхточка)

### 11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

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

#### Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету с оценкой:

1. Назначение автогенератора в радиоаппаратуре. Какие требования предъявляются к автогенератору и почему?
2. Уравнение установившегося режима автогенератора. Баланс фаз, баланс амплитуд в автогенераторе.
3. Условие самовозбуждения автогенератора.
4. Основы расчёта режима и схемы автогенератора.
5. Обобщённая трёхточечная схема автогенератора. Ёмкостная и индуктивная трёхточки, их сравнение.
6. Способы повышения температурной стабильности частоты кварцевого генератора
7. Волновые резонаторы на поверхностных акустических волнах (ПАВ).
8. Схемотехнические решения реализации высокостабильных высокочастотных автогенераторов на ПАВ-структурах в цепи обратной связи
9. Функции системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и основные параметры системы ФАПЧ.
10. Принципы работы и схемы систем ФАПЧ.
11. Полоса захвата и полоса удержания системы ФАПЧ. Методики их измерения в отсутствие внешних шумов и при их наличии.
12. Принципы построения и основные технические параметры синтезаторов частот, построенных на основе аналоговой элементной базы метода формирования сетки: метод гармоник, метод двойного преобразования частот

13. Преобразование частоты путем последовательного формирования сетки частот декадных синтезаторах.
14. Структурные схемы, элементная база и принципы построения одноуровневых и многоуровневых цифровых синтезаторов частоты
15. Принципы работы цифровых синтезаторов с ФАПЧ
16. Практические приложения цифровых и вычислительных синтезаторов частот и сигналов
17. Принципы стабилизации частоты кварцевых генераторов с помощью колебаний квантовых излучений атомных переходов
18. Стандарты частоты на основе квантовых генераторов
19. Стандарты частоты на основе квантовых дискриминааторов
20. Стандарт частоты на основе квантового дискриминатора, заполненного парами рубидия
21. Применение квантовых стандартов частоты в измерительной технике и технике формирования и приема информационных сигналов наземной и спутниковой связи

Возможно проведение промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО Moodle / eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ.

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИРИТ

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины<sup>21</sup>**  
**«Б1.Б.5 Устройства генерирования и формирования сигналов»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 11.04.01 – Радиотехника

Направленность: Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении; Техника СВЧ и антенны

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2020, 2021

Курс 1

Семестр 1

<sup>22</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): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021\_\_ г.

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021\_\_ г.

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