Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.10.2023 15:32:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Устройства генерирования и формирования сигналов

Специальность
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
профиль

Профиль
Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация
Инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Профессор, д.т.н., доцент  /К.А. Вытовтов/

Профессор, д.т.н., доцент  /Е.А. Барабанова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3 Содержание дисциплины ... 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2 Основная литература ... 9
4.3 Дополнительная литература ... 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5 Материально-техническое обеспечение ... 10
6 Методические рекомендации ... 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 11
7 Фонд оценочных средств ... 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 14
7.3 Оценочные средства ... 18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины:

Учебная дисциплина «Устройства генерирования и формирования сигналов» ставит своей целью формирование знаний в области теории работы, методов анализа и проектирования основных типов устройств, предназначенных для генерирования, усиления и управления высокочастотными колебаниями в различных диапазонах волн, а также знакомство с параметрами и характеристиками таких устройств, с основными техническими и конструктивными требованиями к ним, связью этих требований с назначением и параметрами радиосистем, в которых эти устройства используются.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ построения основных типов устройств для генерирования и формирования сигналов в различных диапазонах частот;
- формирование навыков анализа и синтеза проектирования устройств генерирования и формирования сигналов;
- формирование умения применять на практике методы расчета устройств генерирования и формирования сигналов.

Планируемые результаты обучения:

- знание принципов построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; возможностей систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем;
- умение выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ;
- владение современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Обучение по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-1. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем передачи информации в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ИПК-1.1 Понимает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, выбирает системы автоматизированного проектирования радиотехнических систем; ИПК-1.2 Работает с программными средствами с использованием современных прикладных программ по расчету радиотехнических систем; ИПК-1.3 Рассчитывает и проектирует детали, узлы и устройства радиотехнические системы в соответствии с техническим заданием с использованием	**Знать:** - принципы построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - возможности систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем **Уметь:** выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ; **Владеть:** современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и

	средств автоматизации проектирования.	устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Электродинамика и распространение радиоволн;
Системы глобального позиционирования;
Основы теории радиосистем передачи информации;
Основы конструирования и технологии производства РЭС;
Радиотехнические цепи и сигналы;
Прикладная радиофизика;
Стандартизация и унификация в микроэлектронике и радиотехнике;
Устройства приема и преобразования сигналов;
Устройства СВЧ и антенны;
Цифровая обработка сигналов.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			6
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	28	28
1.2	Семинарские/практические занятия	26	26
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка отчетов по лабораторным работам	18	18
2.2	Подготовка отчетов по практическим работам	18	18
2.3	Работа с конспектом лекций	18	18
2.4	Подготовка к зачету	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ)**	**8**	**2**	**2**	**0**	**0**	**4**
1.1	Тема 1. Устройства генерирования и формирования сигналов в современных РПдУ.		2	2			4
2	**Раздел 2. Основы построения и принципы работы генераторов с внешним возбуждением (ГВВ).**	**34**	**6**	**4**	**8**	**0**	**16**
2.1	Тема 1. Активные элементы, аппроксимация их статических характеристик.		1	2	2		4
2.2	Тема 2. Режимы работы генератора.		1		2		4
2.3	Тема 3. Основы инженерного расчета ГВВ.		2	2	2		4
2.4	Тема 4. Схемы ГВВ.		2		2		4
3	**Раздел 3. Цепи межкаскадной связи и выходные цепи согласования.**	**16**	**4**	**2**	**2**	**0**	**8**
3.1	Тема 1. Общие принципы построения схем ГВВ.		2		2		4
3.2	Тема 2. Широкополосные РПдУ.		2	2			4
4	**Раздел 4. Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.**	**54**	**10**	**12**	**4**	**0**	**28**
4.1	Тема 1. Условия самовозбуждения и стационарного режима в автогенераторе.		1	2			4
4.2	Тема 2. Принципиальные схемы автогенераторов.		1	2			4
4.3	Тема 3. Нестабильность в автогенераторах.		1	2			4
4.4	Тема 4. Стабилизация частоты.		1		2		4
4.5	Тема 5. Интегральные схемы автогенераторов.		2	2			4
4.6	Тема 6. Основные характеристики синтезаторов частот.		2	2			4
4.7	Тема 7. Возбудители радиопередатчиков.		2	2			4

5	**Раздел 5. Модуляция в современных РПдУ**	**32**	**6**	**6**	**4**	**0**	**16**
5.1	Тема 1. Классификация видов модуляции, основные характеристики радиосигналов.		1	2	4		4
5.2	Тема 2. Методы формирования сигналов с одной боковой полосой частот (ОБП).		1				4
5.3	Тема 3. Частотная и фазовая модуляция.		2	2	2		4
5.4	Тема 4. Модуляция в современных РПдУ.		2	2			4
	Итого	**144**	**28**	**26**	**18**	**0**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные технические показатели и функциональные схемы радиопередающих устройств (РПдУ)

Тема 1. Устройства генерирования и формирования сигналов в современных РПдУ.

Общие сведения об устройствах генерирования и формирования сигналов в современных РПдУ. Основные нормативные документы, технические требования к РПдУ. Параметры РПдУ. Функциональные схемы РПдУ.

Раздел 2. Основы построения и принципы работы генераторов с внешним возбуждением (ГВВ).

Тема 1. Активные элементы, аппроксимация их статических характеристик. Классификация режимов работы ГВВ по углу отсечки, по напряжённости режима активного элемента. Структурная схема ГВВ. Типы и области применения различных генераторных приборов, аппроксимация их статических характеристик. Гармонический анализ выходного тока генераторного прибора. Баланс мощностей в ГВВ. Динамические характеристики ГВВ.

Тема 2. Режимы работы генераторов с внешним возбуждением (ГВВ).

Недонапряжённый, критический и перенапряжённый режимы работы генератора. Ключевой режим. Нагрузочные характеристики.

Тема 3. Основы инженерного расчета ГВВ.

Зависимости параметров транзисторов от частоты. Особенности инженерного расчета режимов и характеристик транзисторных ГВВ с учётом инерционных явлений. Использование ЭВМ при проектировании и расчёте режимов и характеристик ГВВ.

Тема 4. Схемы ГВВ.

ГВВ с параллельным соединением активных элементов. Двухтактные схемы генераторов.

Раздел 3. Цепи межкаскадной связи и выходные цепи согласования.

Тема 1. Общие принципы построения многокаскадных схем ГВВ.

Межкаскадные и входные цепи согласования. Коэффициент полезного действия колебательного контура. Частичное включение контура в коллекторную цепь транзистора. Фильтрация высших гармоник.

Тема 2. Широкополосные РПдУ.

Основы построения широкополосных РПдУ. Согласующие широкополосные трансформаторы. Мостовые схемы сложения мощностей.

Раздел 4. Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.

Тема 1. Условия самовозбуждения и стационарного режима в автогенераторе. Обобщенная трёхточечная схема автогенератора. Выбор режима генераторного прибора. Автогенераторы на двухполюсниках с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

Тема 2. Принципиальные схемы автогенераторов. Современные требования к стабильности частоты автогенераторов. Основные дестабилизирующие факторы и их влияние на частоту генерируемых колебаний.

Тема 3. Нестабильность в автогенераторах.

Кратковременная и долговременная нестабильности частоты, их связь со спектральными характеристиками сигнала автогенератора. Влияние нестабильности частоты на работу радиотехнических устройств и систем.

Тема 4. Стабилизация частоты.

Схемы автогенераторов с кварцевой стабилизацией частоты и особенности их расчета. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ).

Тема 5. Интегральные схемы автогенераторов.

Автогенераторы с резонаторами и линиями задержки на поверхности акустических волнах. Диапазонно-кварцевая стабилизация частоты.

Тема 6. Основные характеристики синтезаторов частот.

Методы синтеза сетки дискретных частот. Синтезаторы частот с ФАПЧ. Прямой цифровой синтез частот.

Тема 7. Возбудители радиопередатчиков.

Основные требования, предъявляемые к возбудителям. Особенности формирования радиосигналов возбудителя РПдУ различного назначения.

Раздел 5. Модуляция в современных РПдУ

Тема 1. Классификация видов модуляции, основные характеристики радиосигналов. Формирование радиосигналов с амплитудной модуляцией. Статические модуляционные характеристики. Основные энергетические показатели каскадов при амплитудной модуляции. Схемы амплитудной модуляции. Усиление модулированных сигналов. Динамические модуляционные характеристики, искажения при амплитудной модуляции и их коррекция.

Тема 2. Однополосная модуляция.

Методы формирования сигналов с одной боковой полосой частот (ОБП). Основные элементы устройств формирования сигналов с ОБП. Интегральные схемы балансных модуляторов. Особенности усиления сигналов с ОБП.

Тема 3. Частотная и фазовая модуляция.

Методы формирования сигналов с частотной и фазовой модуляцией, схемы и их сравнительные характеристики.

Тема 4. Модуляция в современных РПдУ.

Квадратурная модуляция. Амплитудно-фазовая манипуляция. Цифровые методы модуляции в РПдУ: QAM-N, COFDM, GMSK и др.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1. Расчет параметров и характеристик пассивных элементов R, L, C и характеристик полупроводникового диода в устройствах генерирования и формирования радиосигналов.

Практическая работа 2. Расчет транзисторного каскада усилителя мощности высокой частоты по схеме с общим эмиттером.

Практическая работа 3. Энергетический расчёт каскадов усиления мощности ГВВ.

Практическая работа 4. Изучение нагрузочных характеристик и оптимальных режимов работы ГВВ.

Практическая работа 5. Выбор и расчёт принципиальной схемы автогенератора

Практическая работа 6. Расчёт каскада с амплитудной модуляцией.

Практическая работа 7. Расчета усилителя мощности с коллекторной модуляцией

Практическая работа 8. Расчет автогенератора с частотным модулятором

Практическая работа 9. Энергетический и электрический расчёт отдельных каскадов радиопередатчиков

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Изучение характеристик биполярных транзисторов.
Лабораторная работа 2. Исследование полевых транзисторов.
Лабораторная работа 3. Исследование полупроводниковых генераторов гармонических колебаний.
Лабораторная работа 4. Исследование RC – генераторов.
Лабораторная работа 5. Исследование генератора с кварцевым резонатором.
Лабораторная работа 6. Исследование амплитудного модулятора.
Лабораторная работа 7. Исследование балансного амплитудного модулятора.
Лабораторная работа 8. Исследование амплитудно - импульсного модулятора.
Лабораторная работа 9. Исследование углового модулятора.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрен.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Формирование колебаний и сигналов учебник для вузов / А.Р. Сафин [и др.]; под редакцией В.Н. Кулешова, Н.Н. Удалова.-2-е изд., перераб. и доп.-Москва: Издательство Юрайт, 2023.-391с.-(Высшее образование).-ISBN 978-5-534-11281-8 .-Текст:электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].- URL: https://urait.ru/viewer/formirovanie-kolebaniy-i-signalov-516567#page/2

2. Белов Л.А. Радиоэлектроника. Формирование стабильных частот и сигналов: учебник для вузов.-М.: Издательство Юрайт, 2020.-229 с. -ISBN 978-5-534-14694-3.-Текст:электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].- URL: https://urait.ru/viewer/radioelektronika-formirovanie-stabilnyh-chastot-i-signalov-515389#page/1

3. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи: учебное пособие для вузов/ Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов [и др.].-6-е изд., стер.-Санкт-Петербург: Лань, 2023.-176 с. -ISBN 978-5-507-46244-5.-Текст:электронный// Лань : электронно-библиотечная система. —URL: https://reader.lanbook.com/book/303020#16

4.3 Дополнительная литература

1. Основы радиосвязи: учебник для вузов/ В.А. Романюк.-Москва: Издательство Юрайт, 2023.-288с.- (Высшее образование).-ISBN 978-5-534-00675-9.-Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт].-URL: https://urait.ru/viewer/osnovy-radiosvyazi-510506#page/2

2. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи: учебное пособие для вузов/Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов [и др.].-4-е изд., стер.

-Санкт-Петербург: Лань, 2023.-116 с.: ил.- -ISBN 978-5-507-46629-0.-Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. —URL: https://reader.lanbook.com/book/314705#2.

3. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств: Учебное пособие.-4-е изд., стер.-Спб.: Издательство «Лань», 2022.-284 с.: ил.-ISBN 978-5-8114-0843-6.-Текст: электронный//Лань —URL: https://reader.lanbook.com/book/205958#2

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. PTC-MathCAD
3. Microsoft-Windows

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Специализированная аудитория для лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, комплекс учебный лабораторный КУЛ-1, типовой комплект учебного оборудования "Электрические аппараты"; ЭА-НР.
3. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям. При подготовке к лабораторным и

практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов. В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии. В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических и лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач: Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- подготовка к зачету.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- защита практических работ;
- контрольные работы;
- зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ПК-1	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов».

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля	Краткая характеристика контроля результатов обучения

		результатов обучения	
1	Текущий	Контрольная работа	Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Контрольная работа состоит из трёх заданий по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов.
2	Текущий	Лабораторная работа	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	Текущий	Практическая работа	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему практической работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
4	Промежуточный	Зачет	Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются

			результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Зачет проводится в форме устного опроса. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). В состав билета входит три теоретических вопроса, ответ на билет проходит с предварительной подготовкой 10 минут. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность зачета 30 минут. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	Не зачтено	**Зачтено**		
знать: - принципы построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - возможности систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - принципы построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - возможности систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - принципы построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - возможности систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем Допускаются значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - принципы построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - возможности систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем Допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - принципы построения и конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - возможности систем автоматизированного проектирования радиотехнических систем Свободно оперирует

		ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	приобретенными знаниями.
уметь: выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ; Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнять расчеты радиотехнических систем с использованием современных прикладных программ; Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования. Обучающийся испытывает	Обучающийся частично владеет: современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования. Навыки освоены, но допускаются незначительные	Обучающийся в полном объеме владеет: современными методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования. Свободно применяет

		значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: зачет

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита лабораторной работы по теме раздела	Зачтено: набрано 2 и более баллов Незачтено: набрано 1 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - расчетная и графическая части выполнены верно – 1 балл	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы.

		Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество 19 оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты, не выполнившие лабораторную работу, к защите не допускаются
Выполнение и защита практической работы по теме раздела	Зачтено: набрано 2 и более баллов Незачтено: набрано 1 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - расчетная и графическая части выполнены верно – 1 балл	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. К выполнению экспериментальной части практической работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения практической работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по практической работе содержит протокол проведения практической работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество 19 оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты, не выполнившие практическую работу, к защите не допускаются
Контрольная работа	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса	Контрольная работа включает ответ на теоретический вопрос и решение задачи в аудитории и проходит после изучения первых трех разделов курса. Билеты состоят из вопросов и задач, позволяющих оценить сформированность компетенции. На ответы отводится 40 минут.

	освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовые варианты контрольной работы

Вариант 1

1. Нарисуйте динамические, нагрузочные, амплитудно-частотные характеристики, фазочастотные характеристики генератора.

2. Рассчитайте коэффициент усиления радиопередатчика по мощности в разах и децибелах при мощности сигнала, передаваемого в антенну =1 кВт, коэффициенте =0,7 и мощности возбудителя =1МВт.

Вариант 2

1. Составьте обобщенную структурную схему ГВВ.

3. Рассчитайте коэффициент усиления радиопередатчика по мощности в разах и децибелах при коэффициенте усиления 1-го каскада 8 дБ, 2-го каскада - 9 дБ, 3-го каскада - 6 дБ.

Типовые вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторная работа №1 по теме: Изучение характеристик биполярных транзисторов.

1. От чего зависит ток коллектора транзистора?

2. Что такое токи утечки транзистора в режиме отсечки?

3. Что можно сказать по выходным характеристикам о зависимости тока коллектора от тока базы и напряжения коллектор-эмиттер?

4. Что можно сказать по входной характеристике о различии между базо-эмиттерным переходом и диодом, смещенном в прямом направлении?

5. Одинаково ли значение $r_{вх}$ в любой точке входной характеристики?

6. Как отличается практическое значение сопротивления $r_э$ от вычисленного по формуле?

7. Почему в биполярном транзисторе происходит усиление электрических колебаний по мощности?

8. Почему транзистор в схеме включения с ОЭ может обеспечить усиление по току, а в схеме с ОБ нет?

9. Что собой представляют входные и выходные характеристики транзистора с ОБ и ОЭ? Как объяснить характер поведения этих характеристик?

10. Перечислить основные режимы работы БТ и указать их на выходных характеристиках в схемах с ОБ и ОЭ.

Лабораторная работа 2. Исследование полевых транзисторов.

1. Чем отличаются униполярные, полевые и канальные транзисторы?
2. Что такое пороговое напряжение и напряжение отсечки?
3. Какие существуют разновидности полевых транзисторов?
4. Почему полевой транзистор обладает усилительными свойствами?
5. Какими физическими явлениями ограничивается диапазон рабочих частот в ПТ?
6. В чем отличие статических характеристик ПТ с управляющим p-n-переходом и МДП-транзисторов с встроенным и индуцированным каналом?
7. Каковы области применения полевых транзисторов?

Лабораторная работа 3. Исследование полупроводниковых генераторов гармонических колебаний.

1. При каких условиях усилительное устройство, охваченное обратной связью, может превратиться в автогенератор?
2. Приведите расчетные формулы для полупроводниковых генераторов.
3. Перечислите недостатки и достоинства генераторов разных типов.
4. Что называется углом отсечки и как он зависит от напряжения смещения и амплитуды гармонического воздействия?

Лабораторная работа 4. Исследование RC – генераторов.

1. Какие схемы используются при построении RC-генераторов на ОУ?
2. В чем преимущество генераторов с мостом Вина.
3. Приведите формулу, по которой можно рассчитать частоту колебаний.
4. Какова зависимость амплитуды и частоты колебаний от напряжения смещения диодов?
5. Какова зависимость формы и амплитуды выходного напряжения генератора от коэффициента обратной связи?
6. Какова зависимость амплитуды и формы выходного сигнала генератора от напряжения стабилизации стабилитронов?
7. Какова зависимость амплитуды и формы выходного напряжения от соотношения сопротивлений резисторов при неизменном коэффициенте обратной связи?
8. Рассчитать частоту генерации колебании в RC-генераторе с мостом Вина, если C_n = 7 нФ, R_n = 10 кОм

Лабораторная работа 5. Исследование генератора с кварцевым резонатором.

1. Назовите области применения генераторов с кварцевыми резонаторами.
2. Как устроен кварцевый резонатор?
3. Приведите формулу для определения собственной частоты последовательного колебательного контура в эквивалентной схеме кварцевого резонатора

Лабораторная работа 6. Исследование амплитудного модулятора.

1. Чем отличается процесс формирования АМ-сигнала от преобразования частоты?
2. Поясните необходимость управления колебаниями радиочастоты передатчика
3. Что такое амплитудная модуляция?
4. Назовите способы осуществления амплитудной модуляции.
5. Напишите уравнение амплитудно-модулированных колебаний.
6. Отчего зависит ширина спектра частот при амплитудной модуляции?
7. Что такое боковые частоты и боковые полосы?
8. Зачем необходим нелинейный элемент в схеме амплитудной модуляции?

Лабораторная работа 7. Исследование балансного амплитудного модулятора.

1. Поясните схему балансного модулятора.
2. Поясните работу балансного модулятора
3. Каким образом устраняется несущее колебание в балансном модуляторе?

Лабораторная работа 8. Исследование амплитудно - импульсного модулятора.

1. Как выбирается соотношение между несущей и модулирующей частотой амплитудно-импульсного модулятора?
2. С какой целью используется источник смещения U_f?
3. Поясните схему амплитудно-импульсного модулятора.

Лабораторная работа 9. Исследование углового модулятора.

4. Что означает угловая модуляция?
5. Поясните схему фазового модулятора.
6. В чем заключается различие между фазовой и частотной модуляцией?

Типовые вопросы к защите практических работ

Практическая работа 1. Расчет параметров и характеристик пассивных элементов R, L, C и характеристик полупроводникового диода в устройствах генерирования и формирования радиосигналов.

1. К идеальной катушке индуктивности с нулевым начальным значением тока подключается идеальный источник постоянной ЭДС. Как из графика тока в катушке определить величину индуктивности?

2. К идеальной катушке индуктивности с ненулевым начальным значением тока подключается идеальный источник постоянной ЭДС. Как будет изменяться график при изменении величины начального тока?

3. К идеальной катушке индуктивности с нулевым начальным значением тока подключается идеальный источник синусоидальной ЭДС. Нарисуйте временные зависимости тока в индуктивности при различных начальных фазах подключения источника ЭДС.

4. Как из графика напряжения на конденсаторе определить величину его емкости?

5. К идеальному конденсатору с ненулевым начальным напряжением подключается источник постоянного тока. Нарисуйте временные зависимости напряжения на конденсаторе при различных значениях начального напряжения.

6. К идеальному конденсатору с нулевым начальным значением напряжения подключается идеальный источник синусоидального тока. Нарисуйте временные зависимости напряжения на конденсаторе при различных начальных фазах подключения источника тока.

Практическая работа 2. Расчет транзисторного каскада усилителя мощности высокой частоты по схеме с общим эмиттером.

1. Поясните схему транзисторного каскада усилителя мощности высокой частоты по схеме с общим эмиттером и назначение основных элементов схемы.
2. Назовите исходные данные при расчете транзисторного каскада усилителя мощности высокой частоты по схеме с общим эмиттером.
3. Поясните основные этапы расчета транзисторного каскада усилителя мощности высокой частоты по схеме с общим эмиттером.
4. Назовите основные преимущества схемы транзисторного каскада усилителя по схеме с общим эмиттером.

Практическая работа 3. Энергетический расчёт каскадов усиления мощности ГВВ.

1. Дайте определение коэффициента усиления по мощности.
2. Напишите формулу для вычисления электронного КПД.
3. Каким образом вычислить полный КПД активного элемента?
4. Назовите способы повышения КПД ГВВ?

Практическая работа 4. Изучение нагрузочных характеристик и оптимальных режимов работы ГВВ.

1. Назовите статические характеристики обобщенного активного элемента.
2. Что такое недонапряженный режим работы ГВВ.
3. Что такое критический режим работы ГВВ?
4. Каким образом определить угол отсечки?

Практическая работа 5. Выбор и расчёт принципиальной схемы автогенератора.

1. Приведите схему LC- автогенератора на биполярном транзисторе и поясните назначение основных элементов схемы.
2. Поясните каким образом можно определить стационарную амплитуду колебания графическим методом.
3. Запишите и поясните условие самовозбуждения автогенератора.
4. Назовите достоинства и недостатки мягкого и жесткого режимов самовозбуждения.

Практическая работа 6. Расчёт выходного каскада передатчика с амплитудной модуляцией.

1. Поясните этапы расчета выходного каскада передатчика с амплитудной модуляцией.
2. Каким образом осуществляется выбор типа и количества транзисторов.
3. Почему необходимо обеспечить режим работы, при котором рабочая точка не выходила за пределы прямолинейного участка статической модуляционной характеристики?
4. Какими показателями характеризуется средний режим модуляции?

Практическая работа 7. Расчета усилителя мощности с коллекторной модуляцией.

1. Назовите, чем характеризуется коллекторная модуляция?
2. Поясните этапы расчета усилителя мощности с коллекторной модуляцией.
3. Назовите исходные данные, используемые при расчете каскада с коллекторной модуляцией.
4. Какая из модуляций базовая или коллекторная используется чаще в амплитудно-модулированных передатчиках и почему?

Практическая работа 8. Расчет автогенератора с частотным модулятором.

1. Поясните понятие модуляционная характеристика частотного модулятора.
2. Поясните назначение элементов в схеме автогенератора с частотным модулятором.
3. Назовите основные этапы расчета автогенератора с частотным модулятором.
4. Дайте определение девиации частоты.
5. Запишите формулу для определения коэффициента обратной связи.

Практическая работа 9. Энергетический и электрический расчёт отдельных каскадов радиопередатчиков.

1. Опишите обобщенную схему радиопередатчика.
2. Назовите устройства, применяемые в качестве колебательных систем в радиопередатчиках.
3. Назовите основные энергетические характеристики радиопередатчиков.
4. Опишите методику энергетического расчёта отдельных каскадов радиопередатчиков.
5. Опишите методику электрического расчёта отдельных каскадов радиопередатчиков.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к зачету

1. Теория и расчет ГВВ. Схемы ГВВ. Используемые электронные приборы.	ПК-1
2. Теория и расчет ГВВ. Динамические характеристики выходного тока ЭП в ГВВ. Классификация режимов.	ПК-1
3. Теория и расчет ГВВ. Идеализация статических характеристик электронных приборов.	ПК-1
4. Теория и расчет ГВВ. Определение параметров идеализированных характеристик по реальным статическим характеристикам.	ПК-1
5. Теория и расчет ГВВ. Гармонический анализ анодного тока. Коэффициент Берга.	ПК-1
6. Теория и расчет ГВВ. Использование высших гармоник в ГВВ для повышения КПД и полезной мощности.	ПК-1
7. Теория и расчет ГВВ. Работа ГВВ в перенапряженном режиме.	ПК-1
8. Теория и расчет ГВВ. Работа ГВВ на полевых транзисторах в граничном и недонапряжѐнном режимах.	ПК-1
9. Теория и расчет ГВВ. Моделирование на ЭВМ ламповых и транзисторных ГВВ.	ПК-1
10. Теория и расчет ГВВ. ГВВ с транзисторами в ключевом режиме.	ПК-1
11. Теория и расчет ГВВ. Умножители частоты.	ПК-1
12. Теория и расчет ГВВ. Диодные ГВВ диапазона СВЧ.	ПК-1
13. Схемы ГВВ. Схемы генераторов с резонансными цепями связи.	ПК-1
14. Схемы ГВВ. Схемы генераторов с широкодиапазонными цепями связи.	ПК-1
15. Схемы ГВВ. Параллельное включение электронных приборов.	ПК-1
16. Схемы ГВВ. Двухтактные генераторы.	ПК-1
17. Схемы ГВВ. Сложение мощностей ВЧ генераторов.	ПК-1
18. Компьютерное моделирование и схемы ламповых и транзисторных ГВВ.	ПК-1
19. Устойчивость работы ГВВ.	ПК-1
20. Устойчивость работы ГВВ Виды и причины неустойчивости работы генераторов.	ПК-1
21. Устойчивость работы ГВВ Влияние обратной связи на устойчивость линейной и квазилинейной систем.	ПК-1

22. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Сеточная амплитудная модуляция.	ПК-1
23. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Анодная амплитудная модуляция.	ПК-1
24. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Амплитудная модуляция транзисторных генераторов.	ПК-1
25. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Передатчики с амплитудной манипуляцией.	ПК-1
26. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Сигнал с однополосной модуляцией.	ПК-1
27. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Преимущества применения однополосной модуляции в системах связи.	ПК-1
28. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Структурные схемы связных передатчиков и возбудителей с однополосной модуляцией.	ПК-1
29. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Требования к параметрам однополосных сигналов.	ПК-1
30. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Методы получения колебаний с однополосной модуляцией.	ПК-1
31. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Общие соотношения при ЧМ и ФМ.	ПК-1
32. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Методы получения ЧМ. Фазовые модуляторы.	ПК-1
33. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Частотная модуляция в автогенераторах с помощью варикапа.	ПК-1
34. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Методы повышения линейности, широкополосности и стабильности средней частоты при угловой модуляции.	ПК-1
35. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Особенности построения передатчиков различного назначения с угловой модуляцией.	ПК-1
36. Принципы и устройства формирования модулированных колебаний. Передатчики дискретных сигналов с угловой модуляцией.	ПК-1
37. Общие сведения о работе радиопередающих устройств. Структурные схемы передатчиков.	ПК-1
38. Структурные схемы связных передатчиков и возбудителей с однополосной модуляцией.	ПК-1
39. Современные методы проектирования передатчиков. Использование ЭВМ и сети "Интернет" при проектировании.	ПК-1