

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«20» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Радиотехнические цепи и сигналы»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы и их эксплуатация
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О. Л. Бальшева

(инициалы, фамилия)

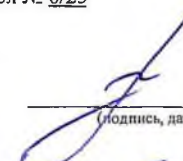
Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы и их эксплуатация». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности»

ОПК-2 «Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с сигналами и радиотехническими цепями, используемыми в радиотехнических системах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение физических процессов и явлений, происходящих при преобразовании сигналов в радиотехнических цепях и овладение методами их расчета и анализа.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы ОПК-1.У.1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.3.1 знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ОПК-2.У.1 уметь формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение; оценивать достоинства и недостатки возможных вариантов решения задачи; определять ожидаемые результаты решения выделенных задач; выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ;
- Физика;
- Информатика;
- Информационные технологии;
- Алгоритмизация и программирование;
- Электротехника;

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Основы спектрального анализа;
- Теория и техника радиотехнических систем;
- Цифровая обработка сигналов;
- Схемотехника аналоговых электронных устройств

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	76	76
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1.	18		18		20
Раздел 2.	6		8		10
Раздел 3.	10		8		46
Итого в семестре:	34		34		76
Итого	34	0	34	0	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Основы теории сигналов.</b></p> <p>Введение. Значение радиоэлектронных систем передачи информации в современном мире. Диапазоны частот. Предмет и задачи дисциплины. Структура и порядок изучения дисциплины. Учебная литература по курсу.</p> <p>Тема 1.1. Элементы общей теории радиотехнических сигналов.</p> <p>Основные понятия: сигнал, помеха, сообщение, информация. Классификационные признаки и классификация сигналов. Детерминированные и случайные сигналы. Математические модели сигналов. Ортогональные сигналы. Гармоническое колебание, дельта-функция, функция включения.</p> <p>Тема 1.2. Спектральное и корреляционное представление сигналов.</p> <p>Разложение периодических сигналов в ряд Фурье. Различные формы представления рядов Фурье. Понятие спектра. Графическое представление спектров. Примеры разложения периодических сигналов в спектр. Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье и условия его применения. Свойства преобразования Фурье: линейность, спектр смещенного во времени сигнала, спектр при дифференцировании, интегрировании, масштабировании сигналов, спектральная плотность произведения сигналов. Понятие ширины спектра. Распределение средней мощности в спектре периодических сигналов. Распределение энергии в спектре непериодических сигналов. Энергетический спектр сигнала. Сигналы с ограниченным спектром. Представление сигналов в виде ряда Котельникова. Теорема отсчетов. Корреляционный анализ сигналов. Понятие авто- и взаимокорреляционной функции. Свойства корреляционных функций.</p> <p>Тема 1.3. Модулированные сигналы.</p> <p>Назначение модуляции, понятие несущего колебания и виды модуляции. Амплитудная модуляция (АМ), ее разновидности, временное и спектральное представление. Условия неискаженной АМ. Угловая модуляция, сравнение частотной модуляции (ЧМ) и фазовой модуляции (ФМ).</p>
2	<p><b>Линейные радиотехнические цепи и преобразования сигналов в них</b></p> <p>Тема 2.1. Общие характеристики линейных стационарных цепей с постоянными параметрами.</p> <p>Понятие физической системы. Системный оператор. Линейные и нелинейные системы. Принцип суперпозиции. Характеристики систем: частотный коэффициент передачи, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазочастотная характеристика (ФЧХ), импульсная и</p>

	<p>переходная характеристики. Условие физической реализуемости цепи.</p> <p>Тема 2.2. Анализ линейных цепей</p> <p>Задача анализа. Методы анализа. Спектральный метод для периодических и непериодических сигналов. Условие неискаженной передачи сигналов через линейные цепи. Частотно-избирательные цепи. Операторный метод. Преобразование Лапласа и его свойства. Временной метод. Интегралы Дюамеля.</p> <p>Тема 2.3. Элементы теории синтеза линейных цепей.</p> <p>Задача синтеза. Синтез цепи по частотному коэффициенту передачи. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.</p>
3	<p><b>Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях</b></p> <p>Тема 1.1. Гармонический анализ колебаний в нелинейных элементах.</p> <p>Понятие нелинейного элемента и нелинейной системы. Типы, характеристики и параметры нелинейных элементов. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов: степенная, кусочно-линейная. Методы гармонического анализа: метод кратных углов и метод угла отсечки.</p> <p>Тема 1.2. Нелинейные преобразования сигналов.</p> <p>Обобщенная схема нелинейного преобразователя и возможные операции обработки сигналов в радиотехническом тракте. Усиление. Нелинейный резонансный усилитель и умножитель частоты. Генерация сигналов. Автоколебательные цепи. Классификация автогенераторов. LC автогенератор. RC-автогенераторы гармонических и негармонических колебаний. Управление колебаниями. Амплитудный модулятор. Частотный и фазовый модулятор. Детектирование радиосигналов. Амплитудные детекторы. Линейное и квадратичное детектирование. Частотное и фазовое детектирование. Преобразование частоты радиосигналов.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Исследование амплитудных спектров периодических сигналов	4	4	1
2	Исследование частотных характеристик линейных цепей. Спектральный метод анализа	4 4	4 4	1,2
3	Исследование временных характеристик линейных цепей Временной метод анализа	4 4	4 4	1,2
4	Преобразование спектров колебаний в нелинейных цепях Аппроксимация характеристик нелинейных элементов	4 2	4 2	3
5	Исследование автогенераторов	4	4	3
6	Исследование преобразователя частоты	4	4	3
Всего		34	34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	76	76

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме
--------------------	--------------------------	---

		электронных экземпляров)
<b>621.372 Г65</b>	Радиотехнические цепи и сигналы : учебник / И. С. Гоноровский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1986. - 512 с. : рис., табл./	88
<b>621.372 Б27</b>	Радиотехнические цепи и сигналы: учебник / С. И. Баскаков. - 5-е изд., стереот. - М. : Высш. шк., 2005. - 462 с.	34
<b>621.37 И 20</b>	Радиотехнические цепи и сигналы: учебник / М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. - СПб. : ПИТЕР, 2014. - 336 с. : рис. - (Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения).	22
<b>621.372 Г65</b>	Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие / И. С. Гоноровский. - 5-е изд., перераб. и испр. - М. : Дрофа, 2006. - 717 с.	18
<b>621.372 Б27</b>	Радиотехнические цепи и сигналы: учебник / С. И. Баскаков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1988. - 447 с.	108
<b>621.372 Г65</b>	Радиотехнические цепи и сигналы: учебник / И. С. Гоноровский. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Сов. радио, 1977. - 607 с. : рис., схем., табл.	24
<b>621.372 Р15</b>	Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи: учебное пособие для высших учебных заведений / И. С. Гоноровский [и др.]. - М. : Радио и связь, 1989. - 248 с.	19
<b>621.327 Б27</b>	Радиотехнические цепи и сигналы : учебник / С. И. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2000. - 462 с.	28
<b>621.372 Б27</b>	Радиотехнические цепи и сигналы: эксперим. учебник для вузов / С. И. Баскаков. - М. : Высш. шк., 1983. - 535 с. : ил., граф., схем.	21
<b>621.372 358</b>	Теория радиотехнических цепей: учебное пособие / Н. В. Зернов, В. Г. Карпов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергия, 1972. - 816 с. :	47
<b>621.372 Г65</b>	Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / И. С. Гоноровский, М. П. Демин. - 5-е изд., перераб. и доп. Учеб. изд. - М. : Радио и связь, 1994. - 480 с.	1

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru">http://lib.aanet.ru</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 25, 26, 27 от 31.01.2024 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.
<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>	Доступ в БД по договору SU-675/2024/746 от 27.12.2023 г.

#### 8. Перечень информационных технологий



8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы»	Ауд. 22-07 (Гастелло, 15)

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Общие сведения о радиотехнических системах. Понятие радиоканала.	ОПК-1.3.1
2	Виды радиотехнических систем. Основные понятия: информация, сообщение, сигнал, помеха.	ОПК-1.3.1
3	Классификация сигналов. Управляющие сигналы и радиосигналы. Экспериментальное исследование сигналов.	ОПК-1.3.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1
4	Разложение колебаний по системам ортогональных функций. Обобщенный спектр.	ОПК-1.У.1
5	Разложение периодических колебаний в спектр. Тригонометрическая форма ряда Фурье.	ОПК-1.У.1
6	Спектр периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов.	ОПК-1.У.1

7	Распределение средней мощности в спектре периодических колебаний. Активная ширина спектра.	ОПК-1.3.1
8	Корреляционная функция детерминированных сигналов.	ОПК-1.3.1
9	Комплексная форма ряда Фурье.	ОПК-1.3.1
10	Спектр непериодических колебаний. Спектральная плотность.	ОПК-1.3.1
11	Спектр одиночного прямоугольного видеоимпульса.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
12	Свойства преобразования Фурье (линейность, смещение сигнала во времени).	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
13	Свойства преобразования Фурье (изменение масштаба времени, дифференцирование и интегрирование сигнала).	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
14	Свойства преобразования Фурье (спектр зеркального сигнала, спектр произведения двух сигналов).	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
15	Распределение энергии в спектре непериодических колебаний. Теорема Релея.	ОПК-1.3.1
16	Тестовые сигналы: гармоническое колебание, единичный скачок, дельта-функция.	ОПК-1.3.1
17	Модулированные колебания. Основные понятия.	ОПК-1.3.1
18	Амплитудно-модулированные колебания. Временные соотношения.	ОПК-1.3.1
18	Спектр амплитудно-модулированных колебаний.	ОПК-1.3.1
20	Сигналы с угловой модуляцией. Основные понятия. Спектр сигналов с угловой модуляцией.	ОПК-1.3.1
21	Сигнал с прямоугольным спектром.	ОПК-1.3.1
22	Дискретизация широкополосных колебаний. Теорема Котельникова.	ОПК-1.3.1
23	Методы анализа радиотехнических цепей.	ОПК-1.У.1
24	Комплексный коэффициент передачи и полоса пропускания цепи. Методика измерения частотных характеристик линейных цепей.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1
25	Спектральный метод анализа прохождения периодических колебаний через цепь.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
26	Спектральный метод анализа прохождения непериодических колебаний через цепь. Условия неискаженной передачи сигналов через линейные цепи.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
27	Преобразования Лапласа. Операторный метод анализа.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
28	Временной метод анализа. Интегралы Дюамеля.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
29	Импульсная и переходная характеристики цепи. Методика измерения временных характеристик. Связь импульсной характеристики с коэффициентом передачи.	ОПК-1.3.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1
30	Задачи анализа и синтеза линейной цепи.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
31	Основы синтеза цепей. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Пример.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
32	Отличительные черты линейных и нелинейных радиотехнических цепей.	ОПК-1.3.1
33	Примеры нелинейных элементов. Режимы работы	ОПК-1.3.1

	нелинейных элементов.	
34	Аппроксимация характеристик нелинейных элементов степенным полиномом.	ОПК-1.У.1
35	Кусочно-ломаная аппроксимация характеристик нелинейных элементов.	ОПК-1.У.1
36	Задача гармонического анализа колебаний в нелинейных цепях. Метод кратных углов.	ОПК-1.У.1
37	Задача гармонического анализа колебаний в нелинейных цепях. Метод угла отсечки.	ОПК-1.У.1
38	Виды преобразования спектров колебаний в нелинейных цепях.	ОПК-1.3.1
39	Нелинейный резонансный усилитель на биполярном транзисторе.	ОПК-1.3.1
40	Умножитель частоты.	ОПК-1.3.1
41	Автогенераторы. Общие понятия. Классификация. Условия стационарного режима работы АГ.	ОПК-1.3.1
42	Однокаскадный и двухкаскадный RC-автогенератор.	ОПК-1.3.1
43	Амплитудный модулятор.	ОПК-1.3.1
44	Принцип построения частотного и фазового модулятора.	ОПК-1.3.1
45	Детектирование радиосигналов. Амплитудный диодный детектор.	ОПК-1.3.1
46	Принцип частотного и фазового детектирования.	ОПК-1.3.1
47	Преобразование частоты радиосигналов в нелинейных цепях.	ОПК-1.У.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1)	<b>Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</b> Математической моделью сигнала является функция а) Частоты; б) Времени; в) Напряжения; г) Тока	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
2)	<b>Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</b>	ОПК-1.3.1

	<p>От чего зависит расстояние между спектральными линиями в спектре периодических импульсных сигналов?</p> <p>a) От длительности импульса;  b) От периода повторения импульсов;  c) От высоты импульсов;  d) От периода повторения и высоты импульсов;</p>	ОПК-1.У.1
3)	<p><b>Прочитайте задание и выберите один правильный ответ</b>  У нечетных периодических сигналов постоянная составляющая равна:</p> <p>a) Амплитуде первой гармоники;  b) Удвоенной амплитуде первой гармоники;  c) Нулю;  d) 1 Вольт;</p>	ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1
4)	<p><b>Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</b>  Периодические сигналы имеют</p> <p>a) Дискретный спектр;  b) Непрерывный спектр;  c) Спектр в виде одной линии;  d) Нулевой спектр;</p>	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
5)	<p><b>Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</b>  Спектральная функция сигнала находится с помощью:</p> <p>a) Преобразования Фурье;  b) Преобразования Лапласа;  c) Преобразования Гильберта;  d) Прямого интегрального преобразования Фурье;</p>	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
6)	<p><b>Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов.</b>  Активная ширина спектра измеряется в</p> <p>a) В;  b) Гц;  c) Вт  d) кГц</p>	ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1
7)	<p><b>Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</b>  Анализ радиотехнической цепи предполагает следующие этапы</p> <p>a) Задание математической модели входного сигнала;  b) Выбор метода анализа;  c) Расчет выходного сигнала;  d) Задание принципиальной схемы и параметров элементов схемы цепи;</p>	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
8)	<p><b>Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</b>  Гармонический анализ колебаний в нелинейных цепях предполагает последовательность следующих этапов</p> <p>a) Аппроксимация характеристики нелинейного элемента;  b) Определение рабочего участка характеристики;  c) Задание входного воздействия;  d) Расчет амплитуд гармоник выходного тока;</p>	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
9)	<p><b>Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности.</b></p>	ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1

	При передаче информации от источника к потребителю по радиоканалу осуществляются следующие типы обработки: а) Модуляция; б) Преобразование сообщения в сигнал; в) Преобразование частоты; г) Детектирование;													
10)	<p><b>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</b></p> <p>Установите соответствие между изменением сигнала и изменением его спектральной функции:</p> <table><tr><td>А) Сигнал дифференцируется</td><td>1) Амплитудный спектр не изменяется</td></tr><tr><td>В) Сигнал задерживается</td><td>2) Спектральная функция домножается на <math>j\omega</math></td></tr><tr><td>С) Сигнал интегрируется</td><td>3) Спектральная функция домножается на <math>(1/j\omega)</math></td></tr></table> <p><b>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</b></p> <table><tr><td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	А) Сигнал дифференцируется	1) Амплитудный спектр не изменяется	В) Сигнал задерживается	2) Спектральная функция домножается на $j\omega$	С) Сигнал интегрируется	3) Спектральная функция домножается на $(1/j\omega)$	А	В	С				ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
А) Сигнал дифференцируется	1) Амплитудный спектр не изменяется													
В) Сигнал задерживается	2) Спектральная функция домножается на $j\omega$													
С) Сигнал интегрируется	3) Спектральная функция домножается на $(1/j\omega)$													
А	В	С												
11)	<p><b>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</b></p> <p>Установите соответствие между действиями над сигналами и типом обработки:</p> <table><tr><td>А) Изменение одного из параметров несущего колебания по закону управляющего сигнала</td><td>1) Преобразование частоты</td></tr><tr><td>В) Выделение информационного сигнала из радиосигнала</td><td>2) Модуляция</td></tr><tr><td>С) Изменение несущей частоты радиосигнала</td><td>3) Детектирование</td></tr></table> <p><b>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</b></p> <table><tr><td>А</td><td>В</td><td>С</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	А) Изменение одного из параметров несущего колебания по закону управляющего сигнала	1) Преобразование частоты	В) Выделение информационного сигнала из радиосигнала	2) Модуляция	С) Изменение несущей частоты радиосигнала	3) Детектирование	А	В	С				ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
А) Изменение одного из параметров несущего колебания по закону управляющего сигнала	1) Преобразование частоты													
В) Выделение информационного сигнала из радиосигнала	2) Модуляция													
С) Изменение несущей частоты радиосигнала	3) Детектирование													
А	В	С												
12)	<p><b>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</b></p> <p>Установите соответствие между элементами цепи и их сопротивлениями:</p> <table><tr><td>А) Резистор</td><td>1) Сопротивление уменьшается с повышением частоты</td></tr><tr><td>В) Конденсатор</td><td>2) Сопротивление</td></tr></table>	А) Резистор	1) Сопротивление уменьшается с повышением частоты	В) Конденсатор	2) Сопротивление	ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1								
А) Резистор	1) Сопротивление уменьшается с повышением частоты													
В) Конденсатор	2) Сопротивление													

		увеличивается с повышением частоты						
	С) Катушка индуктивности	3) Сопротивление не изменяется с повышением частоты						
	<b>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</b> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			A	B	C		
A	B	C						
13)	<b>Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</b> Перечислите основные этапы расчета выходного сигнала цепи спектральным методом анализа при подаче на вход цепи непериодического сигнала.		ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1					
14)	<b>Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</b> Каков спектральный состав тока нелинейного резистора при приложении к нему напряжения в виде гармонического колебания частотой $\omega_0$ ?		ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1					
15)	<b>Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа.</b> Перечислите количество и охарактеризуйте входные и выходные сигналы амплитудного модулятора		ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1					

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Дисциплина "Радиотехнические цепи и сигналы" является базовой для всех дисциплин радиотехнического цикла и закладывает у студентов общие основы для успешного освоения последующих дисциплин цикла. Курс должен дать студентам ясное понимание теоретических основ построения радиотехнических систем и основных характеристик используемых в них сигналов.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат

конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Лекция призвана дать взаимосвязанное, доказательное и отчетливое изложение информационного содержания дисциплины. Лекция достигает цели, если помимо сообщения информации, она выполняет развивающую функцию, то есть по содержанию и форме она ориентирована не на память, а на мышление обучаемых, призвана не только преподнести им знания, но и научить их самостоятельно мыслить. Организационная функция лекции достигается периодичностью освоения учебного материала и управлением самостоятельной работой обучающихся. Лектор рекомендует литературу, обращает внимание слушателей на то, что необходимо изучить и с чем сопоставить. Полученные в ходе лекции выводы и результаты служат основой при самостоятельной проработке рекомендованной литературы.

В ходе лекции преподаватель дает содержательный материал данной дисциплины, устанавливает связи с другими дисциплинами, знакомит с современным состоянием конкретной области знаний, достижениями и проблемами. Работая совместно с преподавателем, студенты знакомятся с терминологией, принятыми обозначениями, используемым математическим аппаратом и подходами, учатся ставить задачу, применять методы научного познания, анализировать результаты и делать выводы.

Лекционный материал, по сравнению с материалом, изложенным в основной учебной литературе по курсу, построен более компактно, с достаточно полным изложением всех необходимых разделов курса, необходимыми выводами, обобщениями и примерами. Он дает студентам понимание основ, принципов построения и изучения устройств радиоэлектронных систем передачи информации, основные типы и характеристики применяемых в них сигналов и методы исследования.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- получение навыков методической обработки материала (выделение главных мыслей и положений, сравнение различных подходов, получение конкретных выводов, сравнение полученных результатов);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

#### Структура предоставления лекционного материала:

Лекционный материал готовится преподавателем с учетом следующих положений:

- Первая лекция является вводной, на ней дается общая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, взаимосвязь с другими дисциплинами в рамках подготовки по направлению. Перечисляются основные разделы дисциплины и сообщаются временные рамки для их изучения. Преподаватель знакомит студентов с основной и дополнительной литературой по дисциплине.
- Основное содержание материала представляется в последовательном, логически стройном и доступном для понимания виде и, в целом, соответствует порядку следования материала в основной литературе.
- В конце каждой лекции перечисляются основные вопросы, повторяются основные понятия и положения, которые изучались на данной лекции, и предоставляется время для вопросов студентов.



– На заключительной лекции подводятся итоги изучения курса, даются вопросы и рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Не предусмотрено учебным планом

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Не предусмотрено учебным планом

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

В ходе освоения дисциплины обучающимся необходимо выполнить и защитить все лабораторные работы, предусмотренные рабочей программы дисциплины.

Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории "Радиотехнических сигналов и цепей" бригадами студентов по 2-3 человека фронтальным методом на специальных лабораторных стендах в присутствии преподавателя или учебно-вспомогательного персонала.

Перед выполнением работ студентам необходимо пройти инструктаж по технике безопасности, усвоить его, расписаться в журнале по технике безопасности. Обучающиеся после ознакомления с целью и основным содержанием работы должны получить допуск к работе и разрешение преподавателя (или учебно-вспомогательного персонала лаборатории) на включение приборов и лабораторных стендов и проведение экспериментальной части работы.

Инструкции по порядку выполнения работ выдаются студентам в лаборатории перед выполнением лабораторной работы и сдаются после ее окончания.

После окончания работы студенты должны предоставить преподавателю результаты измерений, подписать протокол измерений, после чего выключить лабораторный стенд и измерительные приборы. Преподаватель проверяет полноту и правильность выполнения работы и отмечает выполнение в журнале проведения лабораторных работ.

Защита лабораторных работ проводится, как правило, в устной форме. Перечень некоторых наиболее типичных вопросов и необходимая для подготовки литература к каждой лабораторной работе приводится в методических указаниях, однако обучающимся не следует ограничиваться только этим перечнем.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен представлять собой законченный документ, содержащий цель работы, схему и краткое описание лабораторной установки, разделы, содержание которых отражают суть выполненных заданий, а также выводы.

Отчет может быть выполнен в рукописном варианте или оформлен с помощью компьютера и представлен в виде распечатки. Отчет принимается преподавателем только с приложенным к нему подписанным преподавателем протоколом измерений.

Более подробные методические указания можно найти в литературе:

Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов. Линейные цепи : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. О. Л. Балышева. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 50 с. (шифр библиотеки 621.37 Р 15)

Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов. Линейные цепи : методические указания к выполнению лабораторных работ / О. Л. Балышева, А. Р. Жежерин, В. В. Китаев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2022. - 75 с

Радиотехнические цепи и сигналы. Нелинейные цепи: методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. О. Л. Балышева. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 66 с (шифр библиотеки 621.372 Р 15)

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе по дисциплине оформляется в соответствии с правилами и стандартами, действующими в ГУАП.

Отчет может быть выполнен в рукописном варианте или оформлен с помощью компьютера и представлен в виде распечатки.

Более подробные методические указания можно найти в литературе:

Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов. Линейные цепи : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. О. Л. Балышева. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 50 с. (шифр библиотеки 621.37 Р 15)

Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов. Линейные цепи : методические указания к выполнению лабораторных работ / О. Л. Балышева, А. Р. Жежерин, В. В. Китаев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2022. - 75 с

Радиотехнические цепи и сигналы. Нелинейные цепи : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. О. Л. Балышева. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 66 с (шифр библиотеки 621.372 Р 15)

Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Для выполнения самостоятельной работы преподавателем выдается задание (вопросы), и рекомендуемая учебная литература, поясняется расположение данных тем в

общей структуре дисциплины. Все необходимые разъяснения и рекомендации даются преподавателем в консультационные часы преподавателя.

– Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся является учебно-методический материал по дисциплине.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемый в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем в соответствии с «Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов ГУАП, обучающихся по образовательным программам высшего образования». Формы и методы проведения контроля выбираются преподавателем и сообщаются обучающимся на первом занятии. Результаты текущего контроля успеваемости (в виде набранных обучающимися баллов) учитываются при проведении промежуточной аттестации. Текущий контроль успеваемости осуществляется, как правило, в середине и конце учебного семестра. Обучающиеся, защитившие менее 3 лабораторных работ за семестр, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена или дифференцированного зачета, не могут получить аттестационную оценку выше «хорошо».

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с «Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов ГУАП, обучающихся по образовательным программам высшего образования».

Экзамен проводится, как правило, в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой