

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.



подпись

28 » _____ мая _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.19 РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И
СИГНАЛЫ

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи,
приема и обработки сигналов

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б 1.О.19 «Радиотехнические цепи и сигналы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника».

Программу составил:

К.С. Коротков, д-р техн. наук,
профессор кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.23 «Радиотехнические цепи и сигналы» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 1 0 от 17 апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий, протокол № 6 от 20 апреля 2021 г.
Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук Копытов Г.Ф.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 9 от 20 апреля 2021 г.

Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Воеводин Е.М., канд. техн. наук, начальник подразделения надёжности и качества АО «КПЗ «Каскад»

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель дисциплины.

Радиотехнические цепи и сигналы – это наиболее обширный раздел радиотехники, связанный с исследованием, разработкой, созданием и эксплуатацией новых приборов и устройств, направленных на передачу, прием, обработку электрических сигналов различных диапазонов частот.

Основная цель преподавания дисциплины - формирование комплекса устойчивых знаний, умений и навыков в области радиотехнических цепей и сигналов, объединяющих физические представления с математическими моделями основных классов сигналов и устройств для их обработки.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» являются:

- ознакомление студентов с современными методами математического описания сигналов, цепей и их характеристик в сочетании с пониманием физических процессов и явлений;
- формирование навыков экспериментальной работы с радиоизмерительной аппаратурой;
- формирование умения применять на практике вычислительную технику для решения радиотехнических задач.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б. 12 «Радиотехнические цепи и сигналы» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту общего среднего образования. В частности, дисциплина базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: Б1.Б.15 «Электродинамика и распространение радиоволн», Б1.Б.9 «Основы теории цепей» и Б1.Б.10 «Электроника». Кроме того, данная дисциплина является основой для изучения следующих дисциплин: Б1.В.ОД.12 «Устройства генерирования и формирования сигналов», Б1.В.ОД.13 «Устройства приема и обработки сигналов», Б1.В.ОД.7 «Радиотехнические системы». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами, математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин базовой и вариативной частей модуля Б1.

Программа дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» согласуется со всеми учебными программами дисциплин базовой Б1.Б и вариативной Б1.В частей модуля (дисциплин) Б1 учебного плана.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций: ОПК-3, ОПК-5, ПК-18

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-18	способностью владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем	<ul style="list-style-type: none"> - принципы функционирования радиотехнических систем и устройств; - формы сигналов и структуры типовых радиотехнических цепей, используемых для их формирования; - современные методы математического описания сигналов, цепей и их характеристик в сочетании с пониманием физических процессов и явлений; - основные закономерности преобразования сигналов как носителей информации; - идеи обеспечения помехоустойчивости при передаче, приеме и преобразовании сигналов; 	<ul style="list-style-type: none"> - применять математические методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразования в радиотехнических цепях - осуществлять синтез цепей, проводить статистическое описание сигналов и помех, используемого при разработке оптимальных алгоритмов обработки сигналов как носителей информации; - применять методы исследования основных нелинейных радиотехнических преобразований; 	<ul style="list-style-type: none"> - Навыками самостоятельной работы с литературой, экспериментальной работой с радиоизмерительной аппаратурой, использования вычислительной техники для решения радиотехнических задач.
2	ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	<ul style="list-style-type: none"> - как выполнять математическое моделирование объектов и 	<ul style="list-style-type: none"> - осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, 	<ul style="list-style-type: none"> - программными экспериментальных исследований, включая

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	обобщать отечественный и зарубежный опыт в области радиотехники, проводить анализ патентной литературы	выбор технических средств и обработку результатов
3	ОПК-5	Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	<ul style="list-style-type: none"> - основы теории измерений и метрологии; - основы теории погрешностей - основы аналитического и графического анализа экспериментальных данных 	<ul style="list-style-type: none"> - осуществлять сбор и анализ экспериментальных данных в соответствии с общепринятыми в теории методиками 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с радиоизмерительной аппаратурой - навыками проведения измерений электрических величин - навыками автоматизированного сбора данных с измерительных приборов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **7** зач. ед. (**252** часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		5	6
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего)	102	54	48
Занятия лекционного типа	50	18	32
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	18	18	–
Лабораторные занятия	34	18	16
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	4	2
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме экзамена	0,6	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе (всего):	90	59	31

Курсовая работа		–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		40	25	15
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		–	–	–
Реферат		–	–	–
Подготовка к контролю		50	34	16
Контроль, в том числе:				
Подготовка к экзамену		53,4	26,7	26,7
Общая трудоемкость	час.	252	144	108
	в том числе контактная работа	108,6	58,3	50,3
	зач. ед.	7	4	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Основы общей теории детерминированных сигналов	20	3	3	3	1	10
2.	Спектральное представление сигналов	22	4	4	4		10
3.	Корреляционный анализ детерминированных сигналов	23	4	4	4	1	10
4.	Модулированные радиосигналы	23	4	4	4	1	10
5.	Преобразование детерминированных сигналов в линейных системах с постоянными параметрами	29	3	3	3	1	19
	<i>Итого по дисциплине:</i>	117	18	18	18	4	59

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях, детектирование	13	5	–	3		5
2.	Автогенераторы гармонических колебаний	15	6	–	3	1	5
3.	Сигналы с ограниченным спектром	13	5	–	3		5
4.	Основы теории случайных сигналов	13	5	–	3		5
5.	Активные фильтры и преобразователи	12	5	–	2		5

6.	Дискретная и цифровая обработка сигналов	15	6	–	2	1	6
	<i>Итого по дисциплине:</i>	81	32	–	16	2	31

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основы общей теории детерминированных сигналов	Классификация радиотехнических сигналов. Математические модели радиотехнических сигналов. Сигнал, информация, сообщение. Принцип динамического представления сигналов. Функция Хевисайда и функция Дирака. Геометрические методы в теории сигналов.	КВ
2	Спектральное представление сигналов	Периодические сигналы и их представление в базисе комплексных гармонических функций. Комплексная и тригонометрическая формы ряда Фурье. Дискретный спектр периодического сигнала. Распределение мощности в спектре периодического сигнала. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье. Спектральная плотность сигнала. Основные свойства преобразований Фурье (теоремы о спектрах). Явление Гиббса	КВ
3	Корреляционный анализ детерминированных сигналов	Взаимная корреляционная функция (ВКФ) сигнала. Автокорреляционная функция (АФК) сигнала.	КВ
4	Модулированные радиосигналы	Виды модуляции радиотехнических сигналов. Радиосигналы с амплитудной модуляцией. Спектральный состав АМ-колебаний. Векторное представление АМ-колебаний. Колебания с балансной и однополосной модуляцией. Радиосигналы с угловой модуляцией. Понятие мгновенной частоты и фазы. Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Девиация частоты и индекс угловой модуляции. Связь между ЧМ и ФМ. Спектр однотонального ЧМ-колебания при малых и больших значениях индекса модуляции. Реальная ширина спектра. Спектр колебания при амплитудно-частотной модуляции. Сигналы для стереофонии.	КВ

5	Преобразование детерминированных сигналов в линейных системах с постоянными параметрами	Линейная система и ее математическая модель. Классификация систем. Электрическая цепь как частный вид системы. Активные четырехполосники и их схемы замещения. Основы теории линейных систем с постоянными параметрами. Системный оператор. Собственные значения и собственные функции. Интеграл Дюамеля. Комплексная частотная характеристика цепи и ее связь с импульсной характеристикой. Роль фазочастотной характеристики цепи. Групповое время запаздывания. Принцип физической реализуемости линейной системы. Критерий Пэли—Винера.	КВ
6	Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях, детектирование	Понятие нелинейной безынерционной системы. Способы математического описания характеристик нелинейных элементов. Спектральный состав тока при возбуждении безынерционного нелинейного элемента гармоническим колебанием. Воздействие бигармонического колебания на нелинейный резистивный элемент. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой. Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты. Амплитудное ограничение. Реализация амплитудной модуляции. Детектирование АМ, ФМ и ЧМ сигналов. Взаимодействие слабого и сильного сигналов в нелинейном безынерционном элементе. Гетеродинное преобразование частоты. Явление интермодуляции. Параметрическое преобразование частоты, теорема Мэйнли – Роу, принцип параметрического усиления.	КВ
7	Автогенераторы гармонических колебаний	Теория автогенератора, баланс фаз, баланс амплитуд. Дифференциальное уравнение автогенератора, понятие отрицательного сопротивления. LC автогенераторы, емкостная и индуктивная трёхточки. Режим слабого сигнала. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения автогенератора. Автогенераторы в режиме больших колебаний. Устойчивость стационарного режима. LC – и RC–генераторы. Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов.	КВ
8	Сигналы с ограниченным спектром	Математические модели сигналов с ограниченным спектром. Узкополосные сигналы. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта	КВ
9	Основы теории случайных сигналов	Принципы математического описания случайных сигналов. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовские случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Ансамбль реализации. Классификация случайных процессов. Моментные функции. Функция корреляции и ее физический смысл. Свойство эргодичности. Алгоритмы измерения статистических характеристик стационарных случайных процессов. Спектральное представление реализации.	КВ

		Спектральная плотность мощности. Теорема Винера–Хинчина. Понятие белого шума и формула Найквиста. Помехи при усилении слабых сигналов. Шумовая температура и коэффициент шума. Рассмотрение входного тракта приёмника. Воздействие случайных сигналов на линейные системы с постоянными параметрами. Спектральная плотность и корреляционная функция случайного колебания на выходе линейной стационарной системы. Шумовая полоса пропускания цепи. Характеристики собственных шумов в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резистора. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки. Коэффициент шума линейного четырехполюсника.	
10	Активные фильтры и преобразователи	Теория операционных усилителей. Идеальные усилители напряжения и тока. Преобразователи сопротивления.	КВ
11	Дискретная и цифровая обработка сигналов	Принцип дискретной и цифровой обработки сигналов. Преобразование аналог–цифра, шумы квантования. Преобразование цифра-аналог и восстановление непрерывного сигнала. Передача сигналов через дискретные (цифровые) фильтры. Передаточная функция и импульсная характеристика цифрового фильтра. Характеристики детерминированных и случайных цифровых сигналов. Применение метода z-преобразования для анализа дискретных сигналов и систем. Соотношение между плоскостями p и z . Обратное z -преобразование. Понятие системной функции фильтра. Трансверсальный и рекурсивный цифровые фильтры. Формы реализации цифровых фильтров. Устойчивость цифровых фильтров. Цифровые фильтры с комплексными весовыми коэффициентами. Быстродействие арифметического устройства цифрового фильтра. Алгоритмы цифровой фильтрации во временной и частотной областях. Недостатки алгоритма дискретной свертки. Быстрое преобразование Фурье. Спектральный анализ сигналов на базе быстрого преобразования Фурье. Постановка задачи синтеза цифрового фильтра. Синтез цифровых фильтров по заданным характеристикам аналогового прототипа: метод стандартного Z -преобразования, метод инвариантного преобразования импульсной характеристики, метод билинейного Z -преобразования. Прямые методы синтеза цифровых фильтров.	КВ

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
---	----------------------	---	-------------------------

1	Основы общей теории детерминированных сигналов	Пространство сигналов. Линейное пространство. Норма, энергия и метрика. Расстояние между сигналами. Ортонормированные базисы в пространстве сигналов. Неравенство Бесселя. Обзор наиболее распространенных ортогональных систем базисных функций.	КВ
2	Спектральное представление сигналов	Связь между преобразованиями Фурье и Лапласа. Полюсы на комплексной плоскости и вид сигнала. Теорема Котельникова (теорема отсчетов). Свойства базисных функций ряда Котельникова (ортогональных сигналов с ограниченной полосой частот). Представление сигнала с ограниченным спектром в виде ряда Котельникова. Разложение в ряд Котельникова сигналов ограниченной длительности, ошибка аппроксимации. Ряд Котельникова в частотной области.	КВ
3	Корреляционный анализ детерминированных сигналов	Соотношение между ВКФ сигналов и их взаимным спектром. Корреляционная функция дискретных сигналов с большой базой. Коды Баркера.	КВ
4	Модулированные радиосигналы	Аналитический сигнал. Комплексная огибающая узкополосного сигнала, Квадратурное представление. Сопряженное колебание. Преобразование Гильберта и его свойства. Спектральная плотность аналитического сигнала, спектральная плотность комплексной огибающей. Квадратурная модуляция. Импульсный сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ–импульс). Спектральная плотность ЛЧМ–импульса с большой базой. Корреляционная функция ЛЧМ–импульса и фазоманипулированного сигнала с большими базами. Длительность сигнала и время корреляции, сжатие сигнала с большой базой.	КВ
5	Преобразование детерминированных сигналов в линейных системах с постоянными параметрами	Передаточная функция линейной системы с постоянными параметрами. Нули и полюсы передаточной функции. Устойчивые линейные системы. Сопоставление временных, частотных и операторных методов анализа прохождения сигналов через линейные стационарные цепи. Свойства цепей с обратной связью. Положительная и отрицательная обратная связь. Влияние обратной связи на частотную характеристику линейной системы. Использование отрицательной обратной связи для стабилизации коэффициента усиления и для снижения уровня нелинейных искажений. Использование отрицательной обратной связи при дифференцировании и интегрировании сигналов. Гребенчатые фильтры. Устойчивость линейных активных цепей с обратной связью. Критерии устойчивости Найквиста и Рауса–Гурвица.	КВ

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Спектральный анализ и синтез периодических сигналов	ЛР
2	Исследование модулированных радиосигналов	ЛР
3	Исследование статистических характеристик случайных сигналов.	ЛР
4	Прохождение радиоимпульсов через узкополосный усилитель.	ЛР
5	Прохождение случайных сигналов через линейные цепи.	ЛР
6	Нелинейное резонансное усиление гармонических колебаний.	ЛР
7	Получение сигналов с амплитудной модуляцией.	ЛР
8	Детектирование модулированных сигналов.	ЛР
9	Автогенераторы гармонических колебаний	ЛР
10	Преобразование частоты	ЛР
11	Исследование согласованных фильтров	ЛР
12	Исследование цифровых фильтров	ЛР

Примечание: Ответы на контрольные вопросы (КВ), защита лабораторной работы (ЛР).

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.01 Радиотехника (профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов) компетенции: ПК-18, ОПК-3, ОПК-5.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту и вопросам)	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p> <p>3 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p>
2	Подготовка к практическим занятиям	<p>1 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p> <p>2 Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для СПО / В. И. Нефедов, А. С. Сигов; под ред. В. И. Нефедова. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 266 с. — Режим доступа: http://urait.ru/catalog/403829 — Загл. с экрана.</p>

		3 Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : руководство к решению задач : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Радиотехника". - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 214 с. : ил. - Библиогр. : с. 213.
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	1 Радиотехника + компьютер + Mathcad: [учебное пособие для студентов] / Каганов, Вильям Ильич; В. И. Каганов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2001. - 413 с. 2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам программы для проработки теоретического материала

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Основы общей теории детерминированных сигналов	1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189 . — Загл. с экрана. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
2	Спектральное представление сигналов	1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189 . — Загл. с экрана. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
3	Корреляционный анализ детерминированных сигналов	1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189 . — Загл. с экрана. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
4	Модулированные радиосигналы	1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189 . — Загл. с экрана. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.

5	Преобразование де-терминированных сигналов в линейных системах с постоянными параметрами	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>
6	Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях, детектирование	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>
7	Автогенераторы гармонических колебаний	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>
8	Сигналы с ограниченным спектром	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>
9	Основы теории случайных сигналов	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>
10	Активные фильтры и преобразователи	<p>1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189. — Загл. с экрана.</p> <p>2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-</p>

		Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
11	Дискретная и цифровая обработка сигналов	1 Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48189 . — Загл. с экрана. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа или в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- проведение практических занятий;
- домашние задания;
- опрос;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные работы;
- защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- электронные конспекты лекций;

- электронные планы практических (семинарских) занятий;
- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах *.doc, *.rtf, *.htm, *.txt, *.pdf, *.djvu и графических форматах *.jpg, *.png, *.gif, *.tif).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью;
- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;
- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;
- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- использование средств мультимедиа;
- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);
- работа в малых группах;
- использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется путем проведения контрольных работ и устных опросов с использованием следующих контрольных вопросов:

Раздел 1.

- 1 Динамическое представление сигналов с помощью функций Хевисайда и Дирака;
- 2 Геометрические методы в теории сигналов, типы линейных пространств, координатный базис, норма, метрическое пространство;

Раздел 2.

- 1 Ортогональные и ортонормированные сигналы;
- 2 Обобщённый ряд Фурье и его основные свойства;
- 3 Спектральный анализ непериодических сигналов, интеграл Фурье, прямое и обратное преобразование Фурье, спектральная плотность;
- 4 Основные свойства преобразования Фурье;
- 5 Комплексная форма ряда Фурье;
- 6 Явление Гиббса;
- 7 Преобразование Лапласа;

Раздел 3.

- 1 Корреляционный анализ сигналов и его принципы;
- 2 Понятие автокорреляционной функции сигнала (АКФ);
- 3 Понятие взаимокорреляционной функции сигнала (ВКФ);

Раздел 4.

- 1 Сигналы с амплитудной модуляцией;
- 2 Балансная и однополосная модуляция.
- 3 Сигналы с угловой модуляцией.
- 4 Полярная модуляция;
- 5 Сигналы с ЛЧМ, база сигнала, условия реализации и области применения;
- 6 Сигналы с импульсно-кодовой модуляцией;

Раздел 5.

- 1 Теория синхронного детектора, фазовый детектор;
- 2 Типы амплитудных детекторов, теория расчёта работы амплитудного детектора в линейном режиме и его входное сопротивление;
- 3 Теория квадратичного детектирования и способы её реализации;

Раздел 6.

- 1 Воздействие двух синусоидальных сигналов на нелинейное сопротивление;
- 2 Понятие преобразования частоты;
- 3 Параметрическое преобразование частоты, принцип Мэйнли-Роу;

Раздел 7.

- 1 Общая теория автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд;
- 2 Вывод дифференциального уравнения автогенератора, понятие отрицательного сопротивления;
- 3 Теория индуктивной и ёмкостной трёхточки автогенератора;
- 4 Мягкий и жёсткий режимы возбуждения автогенератора и способы их реализации;
- 5 Типовые схемы LC автогенераторов, схема Колпица;
- 6 RC автогенераторы, принципы работы и схемы построения;
- 7 Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов;

Раздел 8.

- 1 Сигналы с ограниченным спектром и их математические модели;
- 2 Теорема Котельникова и области её применения;
- 3 Узкополосные сигналы и их математическая модель;
- 4 Аналитический сигнал и преобразование Гильберта;

Раздел 9.

- 1 Основы теории случайных сигналов, функция распределения, плотность вероятности, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение;
- 2 Функция корреляции;
- 3 Воздействие случайных сигналов на линейные стационарные цепи, функция корреляции, источники шумов в радиотехнических устройствах;
- 4 Белый шум и формула Найквиста, шумовая температура и коэффициент шума;
- 5 Расчёт коэффициента шума каскадно включённых четырёхполюсников, зависимость коэффициента передачи пассивного четырёхполюсника от шума;

Раздел 10.

- 1 Теория операционного усилителя;
- 2 Преобразователи сопротивления, гираторы;

Раздел 11.

- 1 Типы дискретных сигналов, процессы дискретизации и квантования;
- 2 Теория Z –преобразования;
- 3 Некоторые свойства передаточных функций четырёхполюсников;
- 4 Особенности фазочастотных свойств четырёхполюсников;
- 5 Связь между АЧХ и ФЧХ четырёхполюсника;
- 6 Математические модели четырёхполюсников.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для направления подготовки: 11.03.01 Радиотехника

- 1 Динамическое представление сигналов с помощью функций Хевисайда и Дирака.
- 2 Геометрические методы в теории сигналов, типы линейных пространств, координатный.
- 3 базис, норма, метрическое пространство.
- 4 Ортогональные и ортонормированные сигналы.
- 5 Обобщённый ряд Фурье и его основные свойства.
- 6 Спектральный анализ непериодических сигналов, интеграл Фурье, прямое и обратное преобразование Фурье, спектральная плотность.
- 7 Основные свойства преобразования Фурье.
- 8 Комплексная форма ряда Фурье.
- 9 Явление Гиббса.
- 10 Преобразование Лапласа.
- 11 Корреляционный анализ сигналов и его принципы.

- 12 Понятие автокорреляционной функции сигнала (АКФ).
- 13 Понятие взаимокорреляционной функции сигнала (ВКФ).
- 14 Сигналы с амплитудной модуляцией.
- 15 Балансная и однополосная модуляция.
- 16 Сигналы с угловой модуляцией.
- 17 Полярная модуляция.
- 18 Сигналы с ЛЧМ, база сигнала, условия реализации и области применения.
- 19 Сигналы с импульсно-кодовой модуляцией.
- 20 Теория синхронного детектора, фазовый детектор.
- 21 Типы амплитудных детекторов, теория расчёта работы амплитудного детектора в линейном режиме и его входное сопротивление.
- 22 Теория квадратичного детектирования и способы её реализации.
- 23 Общая теория автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд.
- 24 Вывод дифференциального уравнения автогенератора, понятие отрицательного сопротивления.
- 25 Теория индуктивной и ёмкостной трехточки автогенератора.
- 26 Мягкий и жёсткий режимы возбуждения автогенератора и способы их реализации.
- 27 Типовые схемы LC автогенераторов, схема Колпица.
- 28 RC автогенераторы, принципы работы и схемы построения
- 29 Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов.
- 30 Сигналы с ограниченным спектром и их математические модели
- 31 Теорема Котельникова и области её применения.
- 32 Узкополосные сигналы и их математическая модель.
- 33 Аналитический сигнал и преобразование Гильберта.
- 34 Основы теории случайных сигналов, функция распределения, плотность вероятности, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение.
- 35 Функция корреляции
- 36 Воздействие случайных сигналов на линейные стационарные цепи, функция корреляции, источники шумов в радиотехнических устройствах.
- 37 Белый шум и формула Найквиста, шумовая температура и коэффициент шума.
- 38 Расчёт коэффициента шума каскадно включённых четырёхполюсников, зависимость коэффициента передачи пассивного четырёхполюсника от шума.
- 39 Воздействие двух синусоидальных сигналов на нелинейное сопротивление.
- 40 Понятие преобразования частоты
- 41 Параметрическое преобразование частоты, принцип Мэйнли-Роу.
- 42 Теория операционного усилителя.
- 43 Преобразователи сопротивления, гираторы.
- 44 Типы дискретных сигналов, процессы дискретизации и квантования.
- 45 Теория Z –преобразования.
- 46 Некоторые свойства передаточных функций четырёхполюсников.
- 47 Особенности фазочастотных свойств четырёхполюсников.
- 48 Связь между АЧХ и ФЧХ четырёхполюсника.
- 49 Математические модели четырёхполюсников.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Харкевич, А.А. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2007. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48189>. — Загл. с экрана.
2. Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87585>. — Загл. с экрана.
3. Радиотехнические цепи и сигналы: руководство к решению задач: учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Радиотехника" // Баскаков, Святослав Иванович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2002. - 214 с.

5.2 Дополнительная литература:

- 1 Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для СПО / В. И. Нефедов, А. С. Сигов; под ред. В. И. Нефедова. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 266 с. — Режим доступа: <http://urait.ru/catalog/403829> — Загл. с экрана.
- 2 Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : руководство к решению задач : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Радиотехника". - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 214 с. : ил. - Библиогр. : с. 213.
- 3 Радиотехника + компьютер + Mathcad: [учебное пособие для студентов] / Каганов, Вильям Ильич; В. И. Каганов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2001. - 413 с.

5.3. Периодические издания:

Радиотехника, Радиотехника и электроника, Измерительная техника

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

1 Сайт кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института:

http://www.mai-trt.ru/?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=49

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.01 Радиотехника (профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов), отводится около 27 % времени (68 час. СРС) от общей трудоемкости дисциплины (252 час.). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде. В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы как к выполняемым работам лабораторного практикума, так и к соответствующим разделам дисциплины.

Контроль осуществляется посредством выполнения письменных контрольных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный письменный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

- 1 Операционная система MS Windows.
- 2 Интегрированное офисное приложение MS Office.
- 3 Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.
- 4 Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
- 5 Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений.
- 6 Система схемотехнического моделирования LTspice, Microcap.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

- 1 Википедия – свободная энциклопедия. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Реализация Профиля предполагает наличие минимально необходимого для реализации бакалаврской программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет),
- классы, оборудованные стендами для проведения лабораторных работ.

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата jpg и avi. Достаточным количеством посадочных мест: № 205С
2.	Практические занятия	Аудитория оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест со столами: №211С
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в «Лаборатории аналоговой и цифровой электроники» №211С на учебном оборудовании.
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской: №205С,211С
6.	Промежуточная аттестация	Помещение с достаточным количеством посадочных мест: №205С,211С
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: № 208с