

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый



Т.А. Хагуров

2022 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 2022

Рабочая программа дисциплины Б 1.0.19 «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 Б10.23 «Радиотехнические цепи и сигналы» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 13 апреля 2022 г.

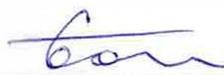
Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 8 от 15 апреля 2022 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		
			знать	уметь	владеть

1.	ПК-18	способностью владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем	- 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;	- 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;	- Навыки самостоятельной работы с литературой, экспериментальными приборами, аппаратными средствами, использованием вычислительных средств для радиотехнических исследований.
2	ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	- как выполнять математическое моделирование объектов и	– осуществлять сбор и анализ научнотехнической информации,	- экспериментальные исследования.
№		Содержание компе-	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся		

п.п.	Индекс компетенции	тенции (или её части)	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 т средств зультато
3	ОПК-5	Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	- основы теории измерений и метрологии; - основы теории погрешностей - основы аналитического и графического анализа экспериментальн ых данных	- осуществлять сбор и анализ экспериментальных данных в соответствии с общепринятыми в теории методиками	- н радиоиз а н я измере величин автомат данных с измере

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
			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
			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	<p>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.</p>	КВ
---	-----------------------------	--	----

5	Преобразование детерминированных сигналов в линейных системах с постоянными параметрами	<p>Линейная система и ее математическая модель. Классификация систем. Электрическая цепь как частный вид системы. Активные четырехполюсники 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.</p>	КВ
---	---	--	----

6	Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях, детектирование	<p>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.</p>	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 в 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	<p>Принцип дискретной и цифровой обработки сигналов. Преобразование аналог–цифра, шумы квантования. Преобразование цифра-аналог и восстановление континуального 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.</p>	КВ
----	--	--	----

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	Основы общей теории детерминированных сигналов	<p>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.</p>	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 текущей промежуточной аттестации (зачёту 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>
		<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.</p>
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	<p>1 Радиотехника + компьютер + Mathcad: [учебное пособие для студентов] / Каганов, Вильям Ильич; В. И. Каганов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2001. - 413 с.</p> <p>2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p>

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	<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. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>
2	Спектральное представление 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. 2 Мощенский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.В. Мощенский, А.С. Нечаев. — Электрон. дан. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585. — Загл. с экрана.</p>

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. — СанктПетербург: 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. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
5	Преобразование детерминированных сигналов в линейных системах с постоянными параметрами	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. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
6	Преобразования сигналов нелинейных радиотехнических цепях, детектирование	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. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
7	Автогенераторы гармонических колебаний	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. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.

8	Сигналы ограниченным спектром	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. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
9	Основы теории случайных 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. — СанктПетербург: Лань, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87585 . — Загл. с экрана.
10	Активные фильтры и преобразователи	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.
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. — СанктПетербург: 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, среднее квадратическое 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 четырёхполосников, зависимость коэффициента передачи пассивного четырёхполосника 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, гири.
- 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:
та:

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/>
- 2 Академик – Словари и энциклопедии на Академике <http://dic.academic.ru>

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