МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01.07 «Радиотехнические цепи и сигналы в автономных системах»

Код и направление подготовки (специальность)	27.03.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль)	Автономные информационные и управляющие системы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Радиотехнические устройства"
Кафедра-разработчик	кафедра "Радиотехнические устройства"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	324 / 9
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Самара 2023

Б1.В.01.07 «Радиотехнические цепи и сигналы в автономных системах»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **27.03.04 Управление в технических системах**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 871 от 31.07.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук	А.С Нечаев
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	С.Ю. Ганигин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	И.А Башарина, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.С. Нечаев, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 9
4.3 Содержание практических занятий 12
4.4. Содержание самостоятельной работы 13
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 14
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 14
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 15
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 15
9. Методические материалы 16
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 17

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	ПК-1.4 Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	Владеть Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием
		ПК-1.6 Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	Владеть Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления
	ПК-7 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	ПК-7.1 Применяет навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	Владеть Применяет навыки проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

		ПК-7.2 Применяет методы анализа научно-технической информации	Владеть Применяет методы анализа научно-технической информации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Специальное приборостроение; Электроника автономных информационных устройств; Электронные компоненты и радиоматериалы	Микроэлектроника; Моделирование быстропротекающих процессов; Теоретические основы ближней локации; Электроника автономных информационных устройств	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Методы оптимизации; Производственная практика: преддипломная практика; Электрорадиоизмерения
ПК-7		Конструирование и технология автономных информационных и управляющих систем; Методы идентификации и распознавания	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Конструирование и технология автономных информационных и управляющих систем; Производственная практика: преддипломная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	184	96	88
Лабораторные работы	80	48	32
Лекции	64	32	32
Практические занятия	40	16	24
Внеаудиторная контактная работа, КСР	8	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	96	80	16
подготовка докладов	48	48	0
подготовка к зачету	8	8	0
подготовка к лабораторным работам	24	24	0
выполнение курсовых работ	8	0	8

подготовка к экзамену	8	0	8
Контроль	36	0	36
Итого: час	324	180	144
Итого: з.е.	9	5	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Введение в радиотехнику	2	12	0	16	30
2	Радиотехнические сигналы	30	36	16	64	146
3	Радиотехнические цепи исистемы	32	32	24	16	104
	КСР	0	0	0	0	8
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	64	80	40	96	324

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Введение в радиотехнику	Введение в радиотехнику. Классификация радиотехнических сигналов	Параметры радиоволн; диапазоны частот; вектор Умова – Пойнтинга; фронт распространения радиоволн; общий вид схемы радиолинии Одномерные и многомерные сигналы; Детерминированные и случайные сигналы; Аналоговые, дискретные и цифровые сигна	2
2	Радиотехнические сигналы	Методы представления сигналов	Математическая модель; динамическое представление сигналов; комплексная форма представления сигналов; векторное представление сигналов; ортонормированная система гармонических функций	2
3	Радиотехнические сигналы	Спектральное представление сигналов	Спектральное разложение; ряды Фурье; нахождение коэффициентов ряда Фурье в общем аналитическом виде, свойства рядов Фурье, свертка Гармонический анализ; формулы Эйлера; амплитудно-частотный спектр	2

4	Радиотехнические сигналы	Спектральное представление сигналов	Фазочастотный спектр; комплексный амплитудно-частотный спектр; спектральные диаграммы; гармонический синтез Гармоническое представление непериодического сигнала; прямое и обратное преобразование Фурье; спектральная плотность; связь длительности сигнала и ширины его спектра	2
5	Радиотехнические сигналы	Спектральное представление сигналов	Приближенное вычисление коэффициентов ряда Фурье; осциллограф; анализатор спектра; измерительный приемник	2
6	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Линейные и нелинейные преобразования сигналов; модуляция; демодуляция; амплитудная модуляция; амплитудная модуляция сложного сигнала; спектральное представление амплитудно-модулированного сигнала; структурная схема устройства передатчика амплитудно-модулированного сигнала	2
7	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Угловая модуляция; фазовая модуляция; частотная модуляция; девиация фазы и частоты; бесселевы функции; спектры частотно-модулированных и фазомодулированных сигналов; структурная схема устройства передатчика частотно-модулированного сигнала	2
8	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Формирование линейно-частотно-модулированного (ЛЧМ) сигнала; аналитическое представление ЛЧМ-импульса; база ЛЧМ-импульса; спектр ЛЧМ-импульса	2
9	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Импульсная модуляция; амплитудно-импульсная модуляция (АИМ); широтно-импульсная модуляция (ШИМ); фазоимпульсная модуляция (ФИМ); частотно-импульсная модуляция (ЧИМ); импульсно-кодовая модуляция (ИКМ)	2
10	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Квадратурная модуляция; синфазная модуляция; квадратурная амплитудная манипуляция; спектра квадратурно-модулированного колебания	2
11	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Цифровая амплитудная манипуляция; цифровой балансной амплитудной модуляцией; цифровая фазовая манипуляция; цифровая частотная манипуляция; частотно-манипулированным сигналом с непрерывной фазой; многопозиционные сигналы; манипуляция с частотным уплотнением и ортогональными несущими; межсимвольные искажения	2

12	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Узкополосный сигнал; опорная частота сигнала; квазигармонические колебания; комплексная и физическая огибающие; аналитический сигнал; преобразование Гильберта	2
13	Радиотехнические сигналы	Корреляционный анализ детерминированных сигналов	Корреляционная функция; автокорреляционной функцией; взаимно-корреляционной функции; соотношение между корреляционной функцией и спектральной характеристикой сигнала	2
14	Радиотехнические сигналы	Случайные процессы и сигналы	Статистическая радиотехника; случайная величина; случайный процесс; вероятностное представление случайного сигнала; интегральная функция распределения; одномерная плотность распределения вероятности; числовые характеристики случайных процессов; функция ковариации	2
15	Радиотехнические сигналы	Случайные процессы и сигналы	Законы распределения случайных радиосигналов; спектральный и корреляционный анализ случайных сигналов; белый шум; практическое использование шумов	2
16	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Дискретные сигналы; теорема Котельникова; частота Найквиста; интерполяция; цифровое представление сигналов; квантование	2
			Итого за семестр:	**32**
6 семестр				
17	Радиотехнические цепи исистемы	Теория систем в радиотехнике	Линейные системы; основные системные операторы; инвариантность систем к сдвигу	2
18	Радиотехнические цепи исистемы	Теория систем в радиотехнике	Математическая модель системы; нерекурсивные системы; рекурсивные системы	2
19	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Корреляционные соотношения на выходе фильтров; спектр мощности выходного сигнала	2
20	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	средняя мощность выходного сигнала; взаимные спектр мощности; усиление шумов; функция когерентности	2
21	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Частотные характеристики фильтров; расчет операторов нерекурсивных фильтров	2
22	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Расчет операторов нерекурсивных фильтров; работоспособность фильтра	2
23	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Цифровые фильтры; нерекурсивные цифровые фильтры	2
24	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Рекурсивные цифровые фильтры; импульсная реакция фильтров; Передаточная функция фильтров	2
25	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Определение Z-преобразования; связь Z-преобразования с преобразованиями Фурье и Лапласа; отображение Z-преобразования	2

26	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Пространство Z-полиномов; свойства Z-преобразования; применение Z-преобразования	2
27	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Структурные схемы цифровых фильтров; область применения НЦФ и РЦФ, адаптивный шумоподавитель	2
28	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Адаптивный шумоподавитель; адаптивный фильтр Винера; адаптивный алгоритм МНК Уидроу-Хопва	2
29	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Оптимальные фильтры сжатия сигналов; фильтры обнаружения сигналов	2
30	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Согласованный фильтр; обратный фильтр; энергетический фильтр	2
31	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых а автономных информационных и управляющих системах	Явление Доплера; факторы, влияющие на частоту сигнала; эффект Доплера в различных областях радиотехники и радиолокации; современные тенденции в теории и техники АИУС	2
32	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых а автономных информационных и управляющих системах	Формализация процесса рассеяния электромагнитных волн сложными АИУС на основе их полигональных моделей; поляризационная модель электромагнитного поля рассеяния объекта в ближней зоне локации; анализ комплексных коэффициентов отражения элементов полигональных моделей	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**64**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Введение в радиотехнику	Классификация радиотехнических сигналов	Генератор тактовых импульсов	2
2	Введение в радиотехнику	Классификация радиотехнических сигналов	Генератор тактовых импульсов	2
3	Введение в радиотехнику	Классификация радиотехнических сигналов	Генератор тактовых импульсов	2
4	Введение в радиотехнику	Классификация радиотехнических сигналов	Генератор тактовых импульсов	2

5	Введение в радиотехнику	Классификация радиотехнических сигналов	Генератор радиосигналов	2
6	Введение в радиотехнику	Классификация радиотехнических сигналов	Генератор радиосигналов	2
7	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Радиоимпульсная система	2
8	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Радиоимпульсная система	2
9	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Радиоимпульсная система	2
10	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Радиоимпульсная система	2
11	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Радиоимпульсная система	2
12	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Радиоимпульсная система	2
13	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Амплитудно-импульсная модуляция сигналов	2
14	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Амплитудно-импульсная модуляция сигналов	2
15	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Амплитудно-импульсная модуляция сигналов	2
16	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Амплитудно-импульсная модуляция сигналов	2
17	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Амплитудно-импульсная модуляция сигналов	2
18	Радиотехнические сигналы	Модуляция	Амплитудно-импульсная модуляция сигналов	2
19	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Определение частоты дискретизации радиосигнала с помощью спектрального анализа	2
20	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Определение частоты дискретизации радиосигнала с помощью спектрального анализа	2
21	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Определение частоты дискретизации радиосигнала с помощью спектрального анализа	2
22	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Определение частоты дискретизации радиосигнала с помощью спектрального анализа	2
23	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Определение частоты дискретизации радиосигнала с помощью спектрального анализа	2
24	Радиотехнические сигналы	Дискретизация и оцифровка радиосигналов	Определение частоты дискретизации радиосигнала с помощью спектрального анализа	2
			Итого за семестр:	**48**
6 семестр				

25	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Фильтрация сигналов	2
26	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Фильтрация сигналов	2
27	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Фильтрация сигналов	2
28	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Фильтрация сигналов	2
29	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Фильтрация сигналов	2
30	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Дискретная фильтрация сигналов	2
31	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Дискретная фильтрация сигналов	2
32	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Дискретная фильтрация сигналов	2
33	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Дискретная фильтрация сигналов	2
34	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Дискретная фильтрация сигналов	2
35	Радиотехнические цепи исистемы	Фильтрация	Дискретная фильтрация сигналов	2
36	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых в автономных информационных и управляющих системах	Распространение радиоволн	2
37	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых в автономных информационных и управляющих системах	Распространение радиоволн	2
38	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых в автономных информационных и управляющих системах	Распространение радиоволн	2
39	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых в автономных информационных и управляющих системах	Распространение радиоволн	2

40	Радиотехнические цепи исистемы	Анализ и синтез сигналов используемых в автономных информационных и управляющих системах	Распространение радиоволн	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**80**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
5 семестр				
1	Радиотехнические сигналы	Электромагнитные сигналы	Основы формирования и распространения электромагнитных сигналов	2
2	Радиотехнические сигналы	Электромагнитные сигналы	Основы формирования и распространения электромагнитных сигналов	2
3	Радиотехнические сигналы	Электромагнитные сигналы	Основы формирования и распространения электромагнитных сигналов	2
4	Радиотехнические сигналы	Представление радиосигналов	Представление радиосигналов различными способами и подходами	2
5	Радиотехнические сигналы	Представление радиосигналов	Представление радиосигналов различными способами и подходами	2
6	Радиотехнические сигналы	Представление радиосигналов	Представление радиосигналов различными способами и подходами	2
7	Радиотехнические сигналы	Представление радиосигналов	Представление радиосигналов различными способами и подходами	2
8	Радиотехнические сигналы	Представление радиосигналов	Представление радиосигналов различными способами и подходами	2
			Итого за семестр:	**16**
6 семестр				
9	Радиотехнические цепи исистемы	Гармонический анализ	Гармонический анализ и синтез сигналов	2
10	Радиотехнические цепи исистемы	Гармонический анализ	Гармонический анализ и синтез сигналов	2
11	Радиотехнические цепи исистемы	Гармонический анализ	Гармонический анализ и синтез сигналов	2
12	Радиотехнические цепи исистемы	Гармонический анализ	Гармонический анализ и синтез сигналов	2
13	Радиотехнические цепи исистемы	Корреляционный анализ	Корреляционный анализ	2
14	Радиотехнические цепи исистемы	Корреляционный анализ	Корреляционный анализ	2

15	Радиотехнические цепи исистемы	Корреляционный анализ	Корреляционный анализ	2
16	Радиотехнические цепи исистемы	Модуляция сигналов	Модуляция сигналов	2
17	Радиотехнические цепи исистемы	Модуляция сигналов	Модуляция сигналов	2
18	Радиотехнические цепи исистемы	Модуляция сигналов	Модуляция сигналов	2
19	Радиотехнические цепи исистемы	Модуляция сигналов	Модуляция сигналов	2
20	Радиотехнические цепи исистемы	Модуляция сигналов	Модуляция сигналов	2
			Итого за семестр:	**24**
			Итого:	**40**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
5 семестр			
Введение в радиотехнику	Изучение дополнительного материала	Параметры радиоволн; диапазоны частот; вектор Умова – Пойнтинга; фронт распространения радиоволн; общий вид схемы радиолинии	8
Введение в радиотехнику	Изучение дополнительного материала	Одномерные и многомерные сигналы; Детерминированные и случайные сигналы; Аналоговые, дискретные и цифровые сигнал	8
Радиотехнические сигналы	Изучение дополнительного материала	Спектральное разложение; ряды Фурье; нахождение коэффициентов ряда Фурье в общем аналитическом виде, свойства рядов Фурье, свертка	22
Радиотехнические сигналы	Изучение дополнительного материала	Формирование линейно-частотно-модулированного (ЛЧМ) сигнала; аналитическое представление ЛЧМ-импульса; база ЛЧМ-импульса; спектр ЛЧМ-импульса	20
Радиотехнические сигналы	Изучение дополнительного материала	Корреляционная функция; автокорреляционной функцией; взаимно-корреляционной функции; соотношение между корреляционной функцией и спектральной характеристикой сигнала	14
Радиотехнические сигналы	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету	8
		Итого за семестр:	**80**
6 семестр			

Радиотехнические цепи исистемы	Выполнение курсовой работы	Выполнение курсовой работы	8
Радиотехнические цепи исистемы	Подготовка к экзамену	Подготовка к экзамену	8
		Итого за семестр:	**16**
		Итого:	**96**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Основы радиотехники и связи: учебное пособие / Березовский П.П., Издательство Уральского университета, ред. Доросинского Л.Г.: 2017.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||106751	Электронный ресурс
2	Радиотехника: учебное пособие / Максина Е.Л., Научная книга: 2019.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||81047	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	ИХ-71/16 Дипломное проектирование : метод. указания / сост.: Е. С. Кривченко, О. В. Беззубикова ; ред. Ю. В. Мощенский; Самар.гос.техн.ун-т, Радиотехн.устройства.- 2016.- 96 с.	Книжный фонд
4	ИХ-90/20 Радиотехника : лаборатор. практикум / А. С. Нечаев, В. М. Мухин; Самар. гос. техн. ун-т, Радиотехн. устройства.- Самара, 2019.- 154 с.	Книжный фонд
5	Основы радиотехники: учебное пособие / Синицын Ю.И., Ряполова Е.И., Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ: 2017.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||78911	Электронный ресурс
6	Радиотехника: практикум / Нечаев А.С., Мухин В.М., Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ: 2019.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||111411	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения

1	Microsoft Windows 10	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows 7 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
3	РОСПАТЕНТ	http://www1.fips.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
4	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

Практические занятия

Компьютерный класс (ауд. 757а, корпус 7), оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", программным обеспечением

Учебная лаборатория (ауд. 758, корпус 7), оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", программным обеспечением, оснащенная специальным оборудованием

Лабораторные занятия

Компьютерный класс (ауд. 757а, корпус 7), оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", программным обеспечением

Учебная лаборатория (ауд. 758, корпус 7), оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", программным обеспечением, оснащенная специальным оборудованием

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);

- компьютерный класс (ауд. 757а, корпус №7)

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный

дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01.07 «Радиотехнические цепи и сигналы в автономных системах»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.01.07 «Радиотехнические цепи и сигналы в автономных системах»

Код и направление подготовки (специальность)	27.03.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль)	Автономные информационные и управляющие системы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Инженерно-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Радиотехнические устройства"
Кафедра-разработчик	кафедра "Радиотехнические устройства"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	324 / 9
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	ПК-1.4 Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	Владеть Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием
		ПК-1.6 Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	Владеть Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления
	ПК-7 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	ПК-7.1 Применяет навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	Владеть Применяет навыки проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

		ПК-7.2 Применяет методы анализа научно-технической информации	Владеть Применяет методы анализа научно-технической информации

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Введение в радиотехнику				
ПК-1.4 Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	**Владеть** Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	отчет по лабораторным работам	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Контрольная работа	Да	Да
ПК-1.6 Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	**Владеть** Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	Контрольная работа	Да	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
ПК-7.1 Применяет навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	**Владеть** Применяет навыки проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	отчет по лабораторным работам	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Контрольная работа	Да	Да

ПК-7.2 Применяет методы анализа научно-технической информации	**Владеть** Применяет методы анализа научно-технической информации	Контрольная работа	Да	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
Радиотехнические сигналы				
ПК-1.4 Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	**Владеть** Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	отчет по лабораторным работам	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Контрольная работа	Да	Да
ПК-1.6 Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	**Владеть** Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	Контрольная работа	Да	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
ПК-7.1 Применяет навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	**Владеть** Применяет навыки проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	отчет по лабораторным работам	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Контрольная работа	Да	Да

ПК-7.2 Применяет методы анализа научно-технической информации	**Владеть** Применяет методы анализа научно-технической информации	Контрольная работа	Да	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
Радиотехнические цепи исистемы				
ПК-1.4 Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	**Владеть** Проводит обоснованный выбор стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	отчет по лабораторным работам	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Контрольная работа	Да	Да
ПК-1.6 Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	**Владеть** Применяет основные стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления	Контрольная работа	Да	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
ПК-7.1 Применяет навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	**Владеть** Применяет навыки проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	отчет по лабораторным работам	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Контрольная работа	Да	Да

ПК-7.2 Применяет методы анализа научно-технической информации	**Владеть** Применяет методы анализа научно-технической информации	Контрольная работа	Да	Да
		Устный опрос	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Темы для устного опроса

1. Классификация радиотехнических сигналов
2. Временное представление радиосигнала
3. Спектральное представление радиосигнала
4. Спектральная плотность
5. Амплитудная модуляция
6. Частотная модуляция
7. Фазовая модуляция
8. Сигналы с внутриимпульсной угловой модуляцией
9. Амплитудная манипуляция, угловая манипуляция
10. Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляции
11. Дискретизация сигналов
12. Теорема Котельникова
13. Дискретное преобразование Фурье
14. Случайные процессы и функции
15. Спектры мощности случайных функций
16. Теорема Винера-Хинчина
17. Корреляционная функция и дисперсия выходного сигнала
18. Модели случайных сигналов и помех
19. Автокорреляционные функции сигналов
20. Взаимные корреляционные функции сигналов
21. Спектральные плотности корреляционных функций
22. Виды и математическая модель системы
23. Подавление паразитных сигналов
24. Радиолокация. Ее особенности
25. Фильтры нижних и верхних частот
26. Автогенераторы гармонических колебаний
27. Нерекурсивные цифровые фильтры
28. Рекурсивные цифровые фильтры
29. Оптимальная фильтрация
30. Эффект Доплера

Задания для проведения контрольных работ

1. Какова длина радиоволны, передающей сообщение, если она, распространяясь в среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2{,}1$ и относительной магнитной проницаемостью $\mu = 1{,}002$, с частотой $f = 165\,МГц$?

2. За какое время радиосигнал дойдет от источника до приемника, которые удалены друг от друга на расстояние 150 *км*, если изначально он распространяется в среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2{,}6$ и относительной магнитной проницаемостью $\mu = 1{,}2$, а через 80 *км* – в среде с $\varepsilon = 81$ и $\mu = 7{,}16$?

3. Через круглую площадку, находящуюся в воздушных слоях атмосферы, диаметром 1,75 *м*, проходит равномерный поток радиочастотной энергии $7{,}5 В^2/м^2$. Найдите напряженности электрического и магнитного полей, вызванными данным излучением.

4. Длина синусоидальной волны $\lambda = 0{,}5 м$, его амплитуда равна $1{,}5 В$. Определите циклическую частоту и начальную фазу сигнала, если через 0,7 с от начала колебания его текущее значение было равно 0,3 В.

5. Определите амплитуду и начальную фазу синусоидального сигнала частотой $f = 460\,МГц$, если известно что с момента начала колебаний его величина составляла 0,5 *B*, а через 50 *мкс* стала равной 1,2 *B*.
6. Определите текущее среднее значение полигармонического сигнала в течение времени $T = 2c$, если он состоит из суммы таких гармонических сигналов, как:

   а) $4{,}2\sin(900t + \pi/6),\ 1{,}1\sin(2600t + \pi/4),\ 0{,}8\sin(2800t + \pi/3)$;

   б) $8{,}7\sin(200t + \pi/3),\ 0{,}6\cos 800t,\ 0{,}1\sin(1200t + \pi/9)$;

   в) $6{,}5\sin(2{,}4\cdot 10^6 t + \pi/4),\ 0{,}9\cos(8\cdot 10^6 t + \pi/12),\ 4{,}5\sin(10^5 t + \pi/6)$.
7. Определите среднее квадратичное значение полигармонических сигналов, представленных в задаче 3.

Определите, какой должна быть циклическая частота гармонических колебания заполнения прямоугольных периодических сигналов (см. рис. 2.8, а) с длительностью импульсов 3 *мс*, чтобы в радиоимпульс заполнения входило $1{,}5\cdot 10^3$ периодов колебаний.

8. Представьте в комплексной форме полигармонический сигнал, состоящий из периодических сигналов вида:

   а) $0{,}8\sin(5\cdot 10^3 t + \pi/4),\ 0{,}6\cos(2\cdot 10^3 t + \pi/3),\ 0{,}1\sin(8\cdot 10^4 t + \pi/6)$;

   б) $12\cos(7\cdot 10^6 t + \pi/8),\ 1{,}5\cos(2\cdot 10^5 t + \pi/6),\ 0{,}2\sin(6\cdot 10^6 t + \pi/10)$;

   в) $2{,}1\sin(4{,}2\cdot 10^4 t + \pi/6),\ 4{,}7\cos(8{,}5\cdot 10^3 t + \pi/4),\ 0{,}7\sin(7{,}2\cdot 10^5 t + \pi/8)$.
9. Запишите математические модели сигналов, приведенных на рисунке 3.6

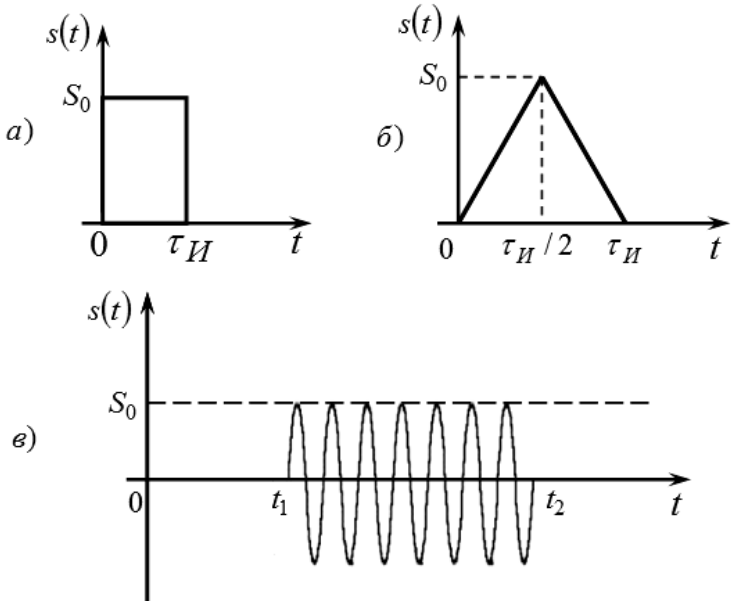


Рисунок 3.6 Графический вид сигналов к задаче 2

10. Изобразите графически сигналы, определяемые следующими аналитическими выражениями:

    а) $S_0(1-t),\quad 0 \le t \le 1$;

    б) $\begin{cases} 2S_0 t, & 0 \le t < 0{,}5, \\ S_0, & 0{,}5 \le t \le 1; \end{cases}$

    в) $S_0(t-0{,}5),\quad 0 \le t \le 1$.

11. Однотональный АМ-сигнал характеризуется тем, что $S_{\max} = 150\,B,\ S_{min} = 30\,B$. Найдите коэффициент модуляции *m*, а так же амплитуду несущего колебания $S_{нес}$.
12. Задано аналитическое выражение двухтонального АМ-колебания:

$$s(t)=18\left[1+0,6\cos(\Omega t)+0,3\cos(3\Omega t)\right]\cos(\omega_0 t).$$

Найдите наибольшее и наименьшее значения огибающей $S(t)$ данного сигнала.

13. Определите коэффициент модуляции *m*, если имеется осциллограмма однотонального АМ-сигнала с явной перемодуляцией и известными $S_{\max}$ и $S_{\min}$.
14. Имеются выражения АМ – сигнала:

    а) $s(t)=15\left[1+0,8\cos(300t)\right]\cos\left(7\cdot10^5 t\right)$;

    б) $s(t)=180\left[1+0,01\cos(80t)\right]\cos\left(2\cdot10^6 t\right)$;

    в) $s(t)=75\left[1+0,8\cos(130t)\right]\cos\left(9\cdot10^4 t+\pi/4\right)$.

Определите энергию этих сигналов.

15. Максимальная частота ЧМ-колебания $f_{\max}=4,08\cdot10^6$ *Гц*, несущая частота $f_{нес}=4,02\cdot10^6$ *Гц* частота модулирующего колебания $f_c=4\cdot10^3$ *Гц*. Определите девиацию чатоты.
16. Найдите максимальное $\omega_{\max}$ и минимальное $\omega_{\min}$ значения мгновенной частоты $\omega(t)$ ЧМ-сигнала, представленного выражением:
$$s(t)=100\cos\left[6\cdot10^7 t+3\sin\left(10^4 t\right)+\pi/4\right].$$
17. Частота АМ-колебания изменяются по закону
$$\omega(t)=4\pi\cdot10^5\left[1+0,8\cos\left(2\pi\cdot10^3 t\right)\right].$$

Найдите аналитическое выражение этого колебания, если его амплитуда равна 60*B*.

18. Радиостанция, работающая с несущей частотой $f_{нес}=90$ *МГц*, излучает ФМ-сигнал, промодулированный частотой 18 *кГц*. Индекс модуляции равен 12. Найдите пределы, в которых меняется мгновенная частота сигнала.
19. Прямоугольный ЛЧМ-импульс длительностью $\tau_и=20$ *мкс* имеет базу B=600. Определите девиацию частоты в данном импульсе.
20. ЛЧМ-импульс с огибающей прямоугольной формы имеет длительность $\tau_и=8$ *мкс* Определите базу данного сигнала и скорость нарастания частоты, если девиация частоты за время импульса составляет 45 *МГц*.
21. Частотно-модулированные радиоимпульсы с прямоугольной огибающей имеет длительность 0,8 *мс*, амплитуду 12 *В* при изменении мгновенной частоты по закону:
$$\omega(t)=\omega_{\min}+\alpha\cdot t,\quad 0\le t\le 0,8,$$

    где $\omega_{\min}=8,2\cdot10^5\ \frac{рад}{с}$ – начальное значение частоты;

    $\alpha=4\pi\cdot10^6\ \frac{рад}{с^2}$ – скорость изменения частоты.

Определите базу этого сигнала, запишите его аналитическое выражение, если начальная фаза колебания равна $\pi/8$ и определите энергетический спектр такого сигнала.

22. Каким должно быть максимальное отклонение фронта ШИМ-импульса, чтобы при длительности немодулированного импульса $\tau_и=8$ *мкс*, значения длительностей импульсов модулированного сигнала находились в пределах $[2;14]$ *мкс* ?
23. Узкополосный сигнал $s(t)$ имеет в своём составе два фиксированных значения частоты. При $t=0$ он является гармоническим колебанием вида $S_0\cos(\omega_1 t)$ а при $t\ge0$ – гармоническим колебанием вида $S_0\cos(\omega_2 t)$. Определите комплексную огибающую этого сигнала.

24. Ширина спектра АМ-сигнала равна 12 *кГц*, а отношение несущих частот $\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = 10$. Определите, сколько радиостанций может одновременно работать на заданной полосе частот.

Узкополосный сигнал представляет собой радиоимпульс экспоненциальной формы, аналитически записываемый как $s(t) = S_0 e^{-\alpha t} \sin(\omega_0 t)$. Определите комплексную огибающую, спектральную плотность заданного сигнала и спектральную плотность его комплексной огибающей.

Перечень примерных вопросов к зачету (5 семестр)

1. Классификация радиотехнических сигналов
2. Временное представление радиосигнала
3. Спектральное представление радиосигнала
4. Спектральная плотность
5. Амплитудная модуляция
6. Частотная модуляция
7. Фазовая модуляция
8. Сигналы с внутриимпульсной угловой модуляцией
9. Амплитудная манипуляция, угловая манипуляция
10. Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляции
11. Дискретизация сигналов
12. Теорема Котельникова
13. Дискретное преобразование Фурье
14. Z-преобразование сигналов
15. Случайные процессы и функции
16. Каноническое разложение случайных функций
17. Спектры мощности случайных функций
18. Теорема Винера-Хинчина
19. Спектр ковариационных функций
20. Системы преобразования случайных функций
21. Корреляционная функция и дисперсия выходного сигнала
22. Модели случайных сигналов и помех
23. Энергетические спектры сигналов
24. Автокорреляционные функции сигналов
25. Взаимные корреляционные функции сигналов
26. Спектральные плотности корреляционных функций
27. Виды и математическая модель системы

Перечень примерных вопросов к экзамену (6 семестр)

1. Классификация радиотехнических сигналов
2. Временное представление радиосигнала
3. Спектральное представление радиосигнала
4. Спектральная плотность
5. Амплитудная модуляция
6. Частотная модуляция
7. Фазовая модуляция
8. Сигналы с внутриимпульсной угловой модуляцией
9. Амплитудная манипуляция, угловая манипуляция
10. Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляции
11. Дискретизация сигналов
12. Теорема Котельникова
13. Дискретное преобразование Фурье

14. Z-преобразование сигналов
15. Случайные процессы и функции
16. Каноническое разложение случайных функций
17. Спектры мощности случайных функций
18. Теорема Винера-Хинчина
19. Спектр ковариационных функций
20. Системы преобразования случайных функций
21. Корреляционная функция и дисперсия выходного сигнала
22. Модели случайных сигналов и помех
23. Энергетические спектры сигналов
24. Автокорреляционные функции сигналов
25. Взаимные корреляционные функции сигналов
26. Спектральные плотности корреляционных функций
27. Виды и математическая модель системы
28. Подавление паразитных сигналов
29. Радиолокация. Ее особенности
30. Фильтры нижних и верхних частот
31. Автогенераторы гармонических колебаний
32. Нерекурсивные цифровые фильтры
33. Рекурсивные цифровые фильтры
34. Оптимальная фильтрация
35. Эффект Доплера

Задания для курсовой работы

Тема: «Теоретический анализ сигналов в работе РЛС».

ЗАДАНИЕ:

Стационарная автономная радиолокационная станция посылает в сторону движущейся навстречу ей цели радиоимпульсы, огибающие которых приведены на рисунке. Радиоимпульс имеет линейную частотную модуляцию, причем частота изменяется пропорционально амплитуде огибающей. Начальная частота радиозаполнения равна №×40 МГц, скорость движения цели – [№×100+500] км/ч, расстояние от станции до цели в момент пуска импульса – №×50 км. Цель движется в атмосфере. После отражения электромагнитного импульса от цели он возвращается на приемную антенну станции. Данная радиолокационная станция осуществляет обработку принятых сигналов цифровыми методами, предварительно дискретизируя и квантуя сигнал.

На рисунке амплитуда сигнала A=№ В, $\tau_и$ =№ мс.

В задаче № – номер варианта студента.

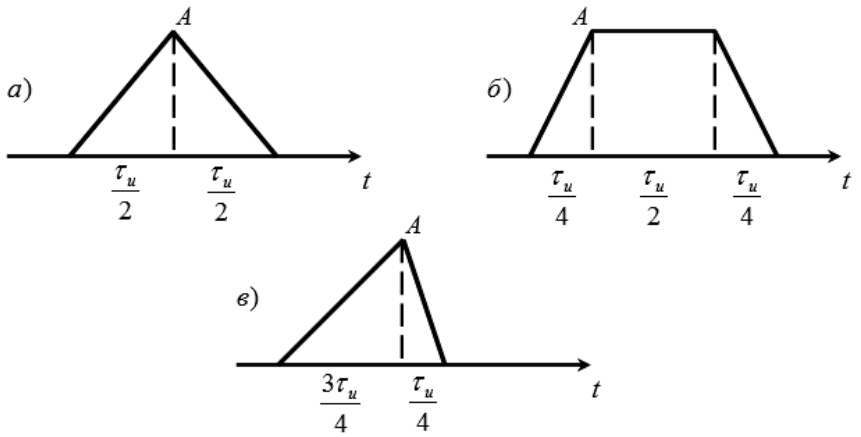


Рисунок – Огибающие радиоимпульсов

Учащийся анализирует тот сигнал на рисунке, который соответствует его варианту согласно таблице.

Таблица

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рис.	а	б	в	а	б	в	а	б	в
№ вар.	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Рис.	а	б	в	а	б	в	а	б	в
№ вар.	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Рис.	а	б	в	а	б	в	а	б	в

Разрабатываемые вопросы:

1. Определите математические модели огибающей и заполнения сигнала.

2. Найдите первые десять гармоник разложения радиоимпульса в ряд Фурье. Изобразите амплитудно-частотный спектр этого сигнала.

3. Определите базу ЛЧМ-сигнала.

4. Определите энергетический спектр посланного сигнала.

5. Определите, через какое время от момента пуска импульса отраженный сигнал дойдет до приемной антенны.

6. Определите, как изменится амплитудно-частотный спектр принятого антенной сигнала. Изобразите его.

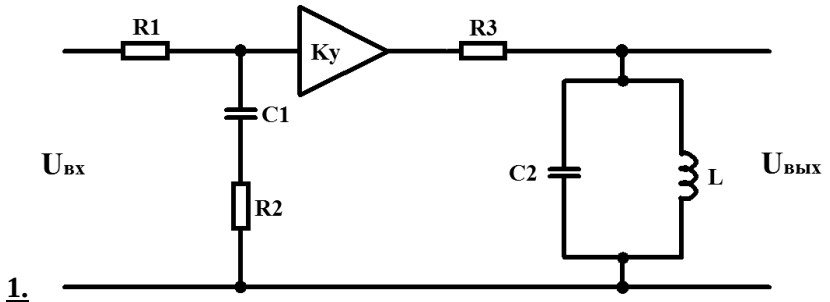
7. Определите автокорреляционную функцию между отправленным и принятым сигналом, а также энергию сигнала.

8. Определите максимальный интервал для дискретизации отраженного сигнала.

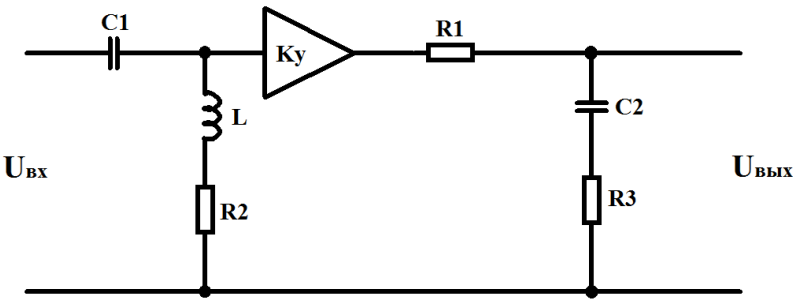
Тема: «Анализ непериодического сигнала проходящего через линейную радиоцепь».

ЗАДАНИЕ:

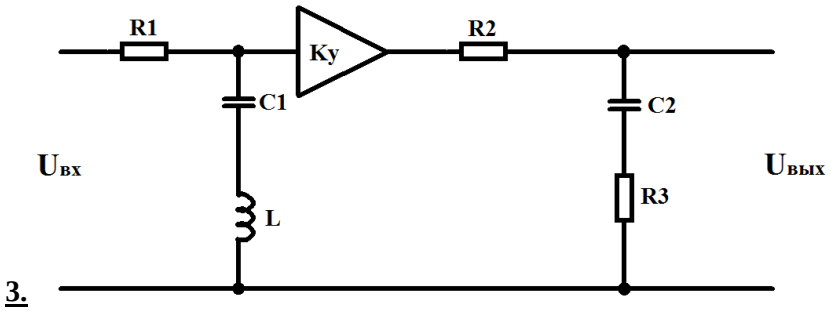
Даны пять схем (рисунок 4). Каждая схема соответствует отдельному варианту.



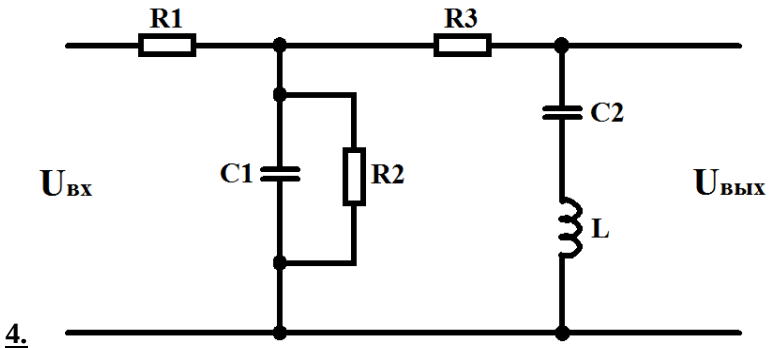
1.



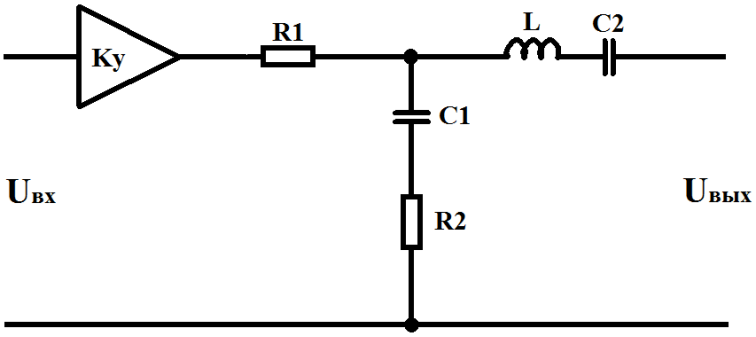
2.



3.



4.



5.

Значения для каждой из схем приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ Вар	№ цепи	$K_у$	R1,кОм	R2,кОм	R3,кОм	C1,мкФ	C2,мкФ	L,мГн
1	1	1,5	4,5	1,5	6	50	120	40
2	2	2	9	3,5	1,5	20	20	80
3	3	6	9	5	9	45	65	65
4	4	-	24	950	56	56	80	120
5	5	4,5	18	65	-	50	12	60
6	4	-	4	1300	12	75	20	60
7	3	0,8	6	10	25	35	50	60
8	2	3	2,5	4	4	15	30	45
9	1	0,6	7	0,8	4,2	90	80	60
10	2	2	3	1,5	2,6	45	55	70
11	3	2,5	35	65	80	120	45	90
12	4	-	45	800	50	25	15	85

13	5	3,5	6	150	-	80	58	100
14	4	-	25	2500	48	70	30	45
15	3	8	7	25	10	80	55	50
16	2	1,2	100	1,5	5	22	48	100
17	1	2	12	2,5	9	110	20	180
18	2	6	65	8	1,5	40	28	60
19	3	8	125	40	6	45	60	90
20	4	-	20	1250	6,5	15	80	140
21	5	2,8	9	250	-	30	15	85
22	4	-	50	1500	45	25	56	65
23	3	4	56	80	25	40	30	80
24	2	6,5	60	6,5	18	30	80	80
25	1	5	6	1,5	5,5	80	180	20

Разрабатываемые вопросы:

1. Определите переходную и импульсную характеристики цепи. Постройте данные характеристики.

2. Экспериментально (с помощью программы Multisim) определите ЛАЧХ цепи.

3. Аналитически определить ЛАЧХ цепи, сравнить ее с экспериментально снятой..

4. Определите передаточную функцию цепи. С ее помощью постройте переходную характеристику цепи в программе Matlab.

5. Определите корреляционную функцию между прямоугольным импульсом, поданным на вход цепи, с выходным сигналом. Постройте ее.

6. Аналитически определите спектр выходного сигнала. Постройте спектр выходного сигнала.

7. Определите эффективную ширину спектра выходного сигнала.

Задания для проведения контрольных работ

25. Какова длина радиоволны, передающей сообщение, если она, распространяясь в среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2{,}1$ и относительной магнитной проницаемостью $\mu = 1{,}002$, с частотой $f = 165\,МГц$?

26. За какое время радиосигнал дойдет от источника до приемника, которые удалены друг от друга на расстояние 150 *км*, если изначально он распространяется в среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2{,}6$ и относительной магнитной проницаемостью $\mu = 1{,}2$, а через 80 *км* – в среде с $\varepsilon = 81$ и $\mu = 7{,}16$?

27. Через круглую площадку, находящуюся в воздушных слоях атмосферы, диаметром 1,75 *м*, проходит равномерный поток радиочастотной энергии $7{,}5 В^2/м^2$. Найдите напряженности электрического и магнитного полей, вызванными данным излучением.

28. Длина синусоидальной волны $\lambda = 0{,}5 м$, его амплитуда равна $1{,}5 В$. Определите циклическую частоту и начальную фазу сигнала, если через 0,7 с от начала колебания его текущее значение было равно 0,3 В.

29. Определите амплитуду и начальную фазу синусоидального сигнала частотой $f = 460\,МГц$, если известно что с момента начала колебаний его величина составляла 0,5 *В*, а через 50 *мкс* стала равной 1,2 *В*.

30. Определите текущее среднее значение полигармонического сигнала в течение времени $T = 2c$, если он состоит из суммы таких гармонических сигналов, как:

а) $4{,}2\sin(900t + \pi/6),\ 1{,}1\sin(2600t + \pi/4),\ 0{,}8\sin(2800t + \pi/3)$;

б) $8{,}7\sin(200t + \pi/3),\ 0{,}6\cos 800t,\ 0{,}1\sin(1200t + \pi/9)$;

в) $6{,}5\sin\left(2{,}4\cdot10^6 t+\pi/4\right)$, $0{,}9\cos\left(8\cdot10^6 t+\pi/12\right)$, $4{,}5\sin\left(10^5 t+\pi/6\right)$.

31. Определите среднее квадратичное значение полигармонических сигналов, представленных в задаче 3.

Определите, какой должна быть циклическая частота гармонических колебания заполнения прямоугольных периодических сигналов (см. рис. 2.8, а) с длительностью импульсов 3 *мс*, чтобы в радиоимпульс заполнения входило $1{,}5\cdot10^3$ периодов колебаний.

32. Представьте в комплексной форме полигармонический сигнал, состоящий из периодических сигналов вида:

а) $0{,}8\sin\left(5\cdot10^3 t+\pi/4\right)$, $0{,}6\cos\left(2\cdot10^3 t+\pi/3\right)$, $0{,}1\sin\left(8\cdot10^4 t+\pi/6\right)$;

б) $12\cos\left(7\cdot10^6 t+\pi/8\right)$, $1{,}5\cos\left(2\cdot10^5 t+\pi/6\right)$, $0{,}2\sin\left(6\cdot10^6 t+\pi/10\right)$;

в) $2{,}1\sin\left(4{,}2\cdot10^4 t+\pi/6\right)$, $4{,}7\cos\left(8{,}5\cdot10^3 t+\pi/4\right)$, $0{,}7\sin\left(7{,}2\cdot10^5 t+\pi/8\right)$.

33. Запишите математические модели сигналов, приведенных на рисунке 3.6

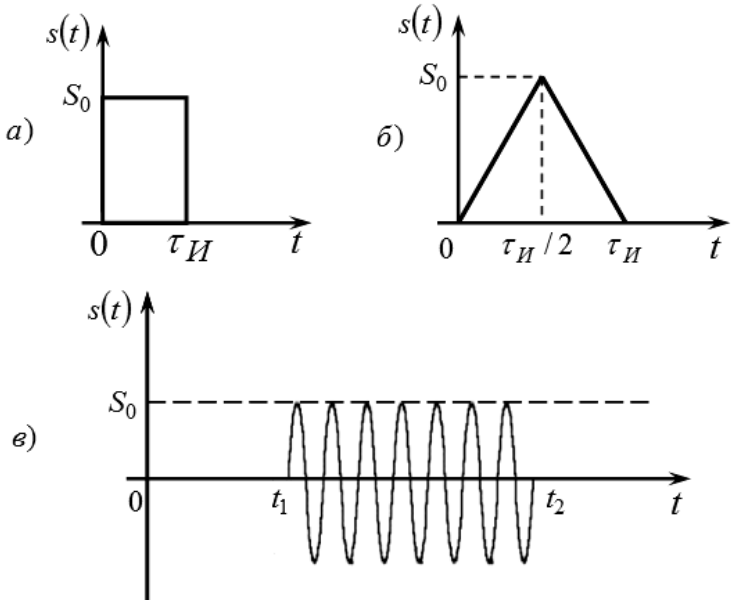


Рисунок 3.6 Графический вид сигналов к задаче 2

34. Изобразите графически сигналы, определяемые следующими аналитическими выражениями:

а) $S_0(1-t)$, $0\le t\le 1$;

б) $\begin{cases}2S_0 t, & 0\le t<0{,}5,\\ S_0, & 0{,}5\le t\le 1;\end{cases}$

в) $S_0(t-0{,}5)$, $0\le t\le 1$.

35. Однотональный АМ-сигнал характеризуется тем, что $S_{\max}=150\,B$, $S_{\text{min}}=30\,B$. Найдите коэффициент модуляции *m*, а так же амплитуду несущего колебания $S_{нес}$.

36. Задано аналитическое выражение двухтонального АМ-колебания:

$$s(t)=18\left[1+0{,}6\cos(\Omega t)+0{,}3\cos(3\Omega t)\right]\cos(\omega_0 t).$$

Найдите наибольшее и наименьшее значения огибающей $S(t)$ данного сигнала.

37. Определите коэффициент модуляции *m*, если имеется осциллограмма однотонального АМ-сигнала с явной перемодуляцией и известными $S_{\max}$ и $S_{\min}$.

38. Имеются выражения АМ – сигнала:

а) $s(t)=15\left[1+0{,}8\cos(300t)\right]\cos\left(7\cdot10^5 t\right)$;

б) $s(t)=180\left[1+0,01\cos(80t)\right]\cos\left(2\cdot10^6 t\right)$;

в) $s(t)=75\left[1+0,8\cos(130t)\right]\cos\left(9\cdot10^4 t+\pi/4\right)$.

Определите энергию этих сигналов.

39. Максимальная частота ЧМ-колебания $f_{\max}=4,08\cdot10^6$ *Гц*, несущая частота $f_{нес}=4,02\cdot10^6$ *Гц* частота модулирующего колебания $f_c=4\cdot10^3$ *Гц*. Определите девиацию чатоты.

40. Найдите максимальное $\omega_{\max}$ и минимальное $\omega_{\min}$ значения мгновенной частоты $\omega(t)$ ЧМ-сигнала, представленного выражением:

$$s(t)=100\cos\left[6\cdot10^7 t+3\sin\left(10^4 t\right)+\pi/4\right].$$

41. Частота АМ-колебания изменяются по закону

$$\omega(t)=4\pi\cdot10^5\left[1+0,8\cos\left(2\pi\cdot10^3 t\right)\right].$$

Найдите аналитическое выражение этого колебания, если его амплитуда равна 60*В*.

42. Радиостанция, работающая с несущей частотой $f_{нес}=90$ *МГц*, излучает ФМ-сигнал, промодулированный частотой 18 *кГц*. Индекс модуляции равен 12. Найдите пределы, в которых меняется мгновенная частота сигнала.

43. Прямоугольный ЛЧМ-импульс длительностью $\tau_u=20$ *мкс* имеет базу B=600. Определите девиацию частоты в данном импульсе.

44. ЛЧМ-импульс с огибающей прямоугольной формы имеет длительность $\tau_u=8$ *мкс* Определите базу данного сигнала и скорость нарастания частоты, если девиация частоты за время импульса составляет 45 *МГц*.

45. Частотно-модулированные радиоимпульсы с прямоугольной огибающей имеет длительность 0,8 *мс*, амплитуду 12 *В* при изменении мгновенной частоты по закону:

$$\omega(t)=\omega_{\min}+\alpha\cdot t,\quad 0\le t\le 0,8,$$

где $\omega_{\min}=8,2\cdot10^5\ \frac{рад}{с}$ – начальное значение частоты;

$\alpha=4\pi\cdot10^6\ \frac{рад}{с^2}$ – скорость изменения частоты.

Определите базу этого сигнала, запишите его аналитическое выражение, если начальная фаза колебания равна $\pi/8$ и определите энергетический спектр такого сигнала.

46. Каким должно быть максимальное отклонение фронта ШИМ-импульса, чтобы при длительности немодулированного импульса $\tau_u=8$ *мкс*, значения длительностей импульсов модулированного сигнала находились в пределах $[2;14]$ *мкс* ?

47. Узкополосный сигнал $s(t)$ имеет в своём составе два фиксированных значения частоты. При $t=0$ он является гармоническим колебанием вида $S_0\cos(\omega_1 t)$ а при $t\ge0$ – гармоническим колебанием вида $S_0\cos(\omega_2 t)$. Определите комплексную огибающую этого сигнала.

48. Ширина спектра АМ-сигнала равна 12 *кГц*, а отношение несущих частот $\frac{f_{\max}}{f_{\min}}=10$. Определите, сколько радиостанций может одновременно работать на заданной полосе частот.

Узкополосный сигнал представляет собой радиоимпульс экспоненциальной формы, аналитически записываемый как $s(t)=S_0e^{-\alpha t}\sin(\omega_0 t)$. Определите комплексную огибающую, спектральную плотность заданного сигнала и спектральную плотность его комплексной огибающей.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина формирует компетенции, процедура оценивания реализуется поэтапно:

1-й этап: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – индикаторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных индикаторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедур текущего и итогового контроля по дисциплине:

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Отчет по лабораторной работе	Систематически на лабораторных занятиях, устно	экспертный	Зачтено / не зачтено	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
2.	Текущая аттестация	2 раза в семестр, устно и письменно	экспертный	Зачтено / не зачтено	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
3.	Зачет	На этапе промежуточной аттестации	экспертный	Зачтено / не зачтено	Зачетная ведомость
4.	Экзамен	На этапе промежуточной аттестации	экспертный	По пятибалльной шкале	Экзаменационная ведомость

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (индикаторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, практические занятия, практика оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания

«Зачтено» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на *50%* и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 50% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на *60%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и

«отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций *60%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно», «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем *60%* (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.