

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Направление/специальность подготовки \_\_\_\_\_ **11.03.01 Радиотехника**

Специализация/профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_ **Радиоэлектронные комплексы автономных транспортных платформ**

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ **Бакалавриат**

Форма обучения \_\_\_\_\_ **Очная**

Факультет \_\_\_\_\_ **И Информационных и управляющих систем**

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	4	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.
3	5	5	180	51	34	17	0	129	0	0	129	диф. зач.
ВСЕГО		8	288	102	68	17	17	186	0	0	186	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**11.03.01 Радиотехника**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Рогожин Василий Александрович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

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

ПК-2.1 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

ПК-2.2 — Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

*знания:*

современного спектра задач изучаемой дисциплины, принципов анализа свойств математических функций и сигналов, а так же физических систем (радиотехнических цепей);

*умения:*

применять современный математический аппарат и физические законы для задач теоретического анализа сигналов и цепей различной сложности;

*навыки:*

применения теоретических знаний и умений для анализа конкретных функций, сигналов и цепей при помощи самостоятельного решения математических уравнений.

## **ОПК-2**

*знания:*

основных приемов обработки и представления параметров сигналов и радиотехнических цепей; основных задач и возможностей спектрального и корреляционного анализа; способов модуляции и демодуляции сигналов; способов описания радиотехнических цепей; понятия и физического смысла спектра сигнала;

*умения:*

аналитически и экспериментально применять различные способы и приемы обработки и анализа сигналов и их спектральных характеристик; выполнять исследования радиотехнических цепей и результатов прохождения сигналов через них;

*навыки:*

применение полученных теоретических и практических знаний и умений для практического анализа конкретных сигналов, и цепей, как при помощи самостоятельного решения математических уравнений, так и с использованием специализированных программных средств на ПК.

## **ПК-2.1**

*знания:*

принципов математического моделирования основных характеристик и параметров радиотехнических цепей; процессов прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи; спектрального и корреляционного анализа периодических и непериодических сигналов; различных способов модуляции и демодуляции сигналов;

*умения:*

аналитически применять методы моделирования для реализации различных видов модуляции сигналов; для формирования сигналов. Применять ряды и преобразования Фурье для анализа сложных сигналов и их спектров методами моделирования;

*навыки:*

применения полученных теоретических и практических знаний для анализа сигналов и цепей методами математического моделирования с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

## **ПК-2.2**

*знания:*

принципов организации экспериментальных исследований в части исследования основных параметров радиотехнических цепей; процессов прохождения сигналов через цепи; спектрального и корреляционного анализа периодических и непериодических сигналов;

*умения:*

выбирать технические средства для реализации программ экспериментальных исследований в части исследования параметров радиотехнических цепей и процессов прохождения сигналов через такие цепи;

*навыки:*

выполнения программ экспериментальных исследований в части исследования основных параметров радиотехнических цепей; процессов прохождения сигналов через цепи; спектрального и корреляционного анализа периодических и непериодических сигналов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА, ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
- ОПК-2 — Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-2	ПК-2.1	ПК-2.2
2	4	<b>Раздел 1. Основные понятия дисциплины.</b> Предмет радиотехники, радиоволны и особенности их распространения. Значение дисциплины как теоретической основы всех направлений радиотехники. Обобщенная структурная схема радиотехнической системы передачи информации. Классификация сигналов, основные преобразования сигналов в радиотехнических цепях и системах. Основные характеристики радиосигнала. Классификация радиотехнических сигналов и цепей. Характерные признаки и особенности применения для различных видов радиотехнических цепей.	24	8	6	0	2	16	5	10	3	3
2	4	<b>Раздел 2. Сигналы, разложение сигналов по заданной системе функций.</b> Разложение сигнала по заданной системе функций. Спектральный анализ периодических сигналов. Тригонометрический ряд Фурье. Формы представления ряда Фурье, спектры периодических сигналов. Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье. Спектры непериодических сигналов. Свойства преобразования Фурье. Фурье – анализ неинтегрируемых сигналов.	35	19	12	0	7	16	15	20	5	5
2	4	<b>Раздел 3. Корреляционные характеристики детерминированных сигналов.</b> Автокорреляционная функция непериодического сигнала, ее свойства. Автокорреляционная функция периодического сигнала, ее свойства. Взаимная корреляционная функция сигналов, ее свойства. Связь между корреляционными функциями и спектрами сигналов. Примеры определения корреляционной и взаимной корреляционной функций для типовых периодических и импульсных сигналов.	30	14	6	0	8	16	20	15	5	5
2	4	<b>Раздел 4. Модулированные сигналы и их анализ.</b> Модуляция и демодуляция сигналов. Основные понятия. Классификация модулированных сигналов. Амплитудно-модулированные сигналы (АМ): временное, частотное и векторное представление АМ-сигнала при тональной модуляции. Спектр и энергетические характеристики АМ-сигналов. Балансная и однополосная модуляции. Демодуляция АМ. Колебания с угловой модуляцией (УМ). Полная фаза и мгновенная частота радиосигнала. Гармоническая УМ, спектр сигнала. Энергетические характеристики колебаний с УМ. Разновидности модулированных сигналов: квадратурная модуляция, ЛЧМ – сигнал, амплитудно-импульсная модуляция, широтно-импульсная модуляция, время – импульсная модуляция. Амплитудная, частотная и фазовая манипуляции.	19	10	10	0	0	9	10	15	20	25
Всего за 4 семестр			108	51	34	0	17	57	50	60	33	38
3	5	<b>Раздел 5. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами.</b> Анализ линейных стационарных радиотехнических цепей. Системные характеристики линейной цепи: импульсная, переходная и передаточная. Спектральный и временной методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. Связь между модулем и аргументом передаточной характеристики линейной цепи. Способы описания линейных систем. Связь амплитудно – частотной характеристики с расположением нулей и полюсов функции передачи. Радиотехнические цепи с обратной связью. Классификация видов обратных связей. Расчёт и моделирование следующих характеристик для радиотехнических цепей первого и второго порядка: амплитудно-частотная, фазо-частотная, импульсная, переходная.	20	12	4	8	0	8	5	15	15	10
3	5	<b>Раздел 6. Дискретизация радиотехнических сигналов.</b> Дискретное (цифровое) представление сигналов. Теорема В.А. Котельникова. Спектр дискретного (цифрового) сигнала. Восстановление сигнала по его отсчетам. Влияние формы дискретизирующих импульсов. Характеристики восстанавливающего фильтра и особенности восстановления реальных сигналов. Метод Z–преобразования. Дискретное преобразование Фурье и его свойства. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.	28	8	8	0	0	20	5	5	30	20
3	5	<b>Раздел 7. Прохождение сигналов через линейные цепи. Особенности обработки сигналов.</b> Достоинства и недостатки цифровой обработки	58	17	8	9	0	41	10	10	10	15

		сигналов. Линейные дискретные цепи с постоянными параметрами. Классификация дискретных систем. Алгоритм дискретной фильтрации, системная функция дискретного фильтра. Формы реализации нерекурсивных и рекурсивных цифровых фильтров. Временной метод расчета импульсного сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи. Численный расчёт импульсных сигналов на выходе радиотехнических цепей первого и второго порядка, моделирование таких сигналов. Спектральный анализ прохождения периодической последовательности импульсов через линейную цепь. Численный расчёт спектров такой последовательности на входе и выходе цепи, моделирование.										
3	5	<b>Раздел 8. Нелинейные цепи и преобразование ими радиосигналов.</b> Нелинейные безынерционные элементы. Методы аппроксимации вольт-амперных характеристик (ВАХ). Спектральный состав тока через нелинейный элемент при гармоническом воздействии для случаев кусочно-линейной и степенной аппроксимаций ВАХ. Функции и коэффициенты А.И. Берга. Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент. Комбинационные частоты. Нелинейный резонансный усилитель и умножение частоты. Формирование радиосигналов с амплитудной модуляцией с отсечкой и без отсечки тока. Детектирование амплитудно-модулированных колебаний. Квадратичное и линейное детектирование. Диодный детектор и его характеристики. Способы осуществления угловой модуляции. Детектирование колебаний с угловой модуляцией. Балансный фазовый детектор.	38	8	8	0	0	30	20	5	10	10
3	5	<b>Раздел 9. Генераторы гармонических колебаний.</b> Автоколебательные цепи. Возникновение колебаний в автоколебательной цепи. Обобщенная схема автогенератора. Условия существования установившихся колебаний в автогенераторе. Режимы самовозбуждения колебаний в автогенераторе.	36	6	6	0	0	30	10	5	2	7
<b>Всего за 5 семестр</b>			180	51	34	17	0	129	50	40	67	62
<b>Всего по дисциплине</b>			288	102	68	17	17	186	100	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия дисциплины.	Свойства типовых сигналов и их анализ	2
2	Раздел 2. Сигналы, разложение сигналов по заданной системе функций.	Спектральный анализ периодических сигналов	3
3		Спектральный анализ непериодических (импульсных) сигналов	4
4	Раздел 3. Корреляционные характеристики детерминированных сигналов.	Корреляционный анализ непериодических сигналов	4
5		Корреляционный анализ периодических сигналов	4
Всего за 4 семестр			17
Всего за 5 семестр			0

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
Всего за 4 семестр			0
1	Раздел 5. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами.	Частотные характеристики линейных радиотехнических цепей с постоянными параметрами	4
2		Временные характеристики линейных радиотехнических цепей с постоянными параметрами	4
3	Раздел 7. Прохождение сигналов через линейные цепи. Особенности обработки сигналов.	Временной метод расчета сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи	4
4		Спектральный анализ прохождения периодической последовательности импульсов через линейную цепь	5
Всего за 5 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия дисциплины.	Классификация радиотехнических цепей	8
2		Классификация сигналов и их характеристики	8
3	Раздел 2. Сигналы, разложение сигналов по заданной системе функций.	Спектральный анализ периодических сигналов	8
4		Спектральный анализ непериодических сигналов	8
5	Раздел 3. Корреляционные характеристики детерминированных сигналов.	Корреляционный анализ периодических сигналов	8
6		Корреляционный анализ непериодических сигналов	8
7	Раздел 4. Модулированные сигналы и их анализ.	Модулированные сигналы (амплитудная, частотная и фазовая модуляция)	5
8		Модулированные сигналы (импульсная модуляция)	4
Всего за 4 семестр			57
9	Раздел 5. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами.	Анализ и расчет характеристик линейных радиотехнических цепей	8
10	Раздел 6. Дискретизация радиотехнических сигналов.	Частотные характеристики линейных радиотехнических цепей	8
11		Дискретизация радиотехнических сигналов	4
12		Временные характеристики линейных радиотехнических цепей	8
13	Раздел 7. Прохождение сигналов через линейные цепи. Особенности обработки сигналов.	Особенности цифровой обработки сигналов	15
14		Временной метод расчета сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи	14
15		Спектральный метод расчета сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи	12
16	Раздел 8. Нелинейные цепи и преобразование ими радиосигналов.	Нелинейные цепи и преобразование ими радиосигналов	20
17		Выполнение спектрального анализа периодического сигнала	10
18	Раздел 9. Генераторы гармонических колебаний.	Генераторы гармонических колебаний	15
19		Анализ прохождения импульсного сигнала через линейную цепь	15
Всего за 5 семестр			129

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4			Контр.Р.		Контр.Р.	ДР		Контр.Р.	ДР		Контр.Р.	Контр.Р.	Контр.Р.	ДР	Вопр. Зач, зач.		
5				Отч. по ЛР		ДР	Отч. по ЛР		ДР		Отч. по ЛР	Отч. по ЛР		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.		

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Диф. Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- зач. – зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;



- контрольная работа;
- вопросы к зачету;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Нефёдов, А. С. Сигов. . Радиотехнические цепи и сигналы. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. И. В. Ершова. . Радиотехнические цепи и сигналы. Нелинейные цепи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
3. И. С. Гоноровский. . Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Советское радио, 1977, 35 экз.
4. М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы. Санкт-Петербург: Питер, 2021, эл. рес.
5. С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2002, 44 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов. М.: Питер, 2006, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. NI Multisim - академическая версия;
2. Mathcad 15.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Mathcad 15.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. NI Multisim - академическая версия.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## Аннотация рабочей программы

Дисциплина **РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

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

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

ПК-2.1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

ПК-2.2 Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с :

1. Изучением и анализом сигналов, применяемых в радиотехнике (классификация, спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов).
2. Изучением основных модулированных сигналов, применяемых в радиотехнике.
3. Анализом дискретных (цифровых) сигналов.
4. Анализом основных характеристик линейных и нелинейных радиотехнических цепей и изучением способов расчета прохождения сигналов через цепи.
5. Практический анализ сигналов и их характеристик. Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов. Моделирование сигналов на входе и выходе линейной радиотехнической цепи.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: Высшая математика, Физика, Электротехника и электроника, Электронные и микроэлектронные приборы.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы к зачету;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **8 з.е., 288 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**186 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 186 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные понятия дисциплины.</b>		
Классификация радиотехнических цепей	С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (1) В. И. Нефёдов, А. С. Сигов. . Радиотехнические цепи и сигналы: Москва: Юрайт, 2020 (1)	8
Классификация сигналов и их характеристики	И. С. Гоноровский. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Советское радио, 1977 (1) М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (1)	8
Итого по разделу 1		16
<b>Раздел 2. Сигналы, разложение сигналов по заданной системе функций.</b>		
Спектральный анализ периодических сигналов	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (1)	8
Спектральный анализ непериодических сигналов	С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (2) А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1)	8
Итого по разделу 2		16
<b>Раздел 3. Корреляционные характеристики детерминированных сигналов.</b>		
Корреляционный анализ периодических сигналов	С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (7) А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1)	8
Корреляционный анализ непериодических сигналов	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (1)	8
Итого по разделу 3		16
<b>Раздел 4. Модулированные сигналы и их анализ.</b>		
Модулированные сигналы (амплитудная, частотная и фазовая модуляция)	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (8) С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (4)	5
Модулированные сигналы (импульсная модуляция)	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (2)	4
Итого по разделу 4		9
<b>Раздел 5. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами.</b>		
Анализ и расчет характеристик линейных радиотехнических цепей	И. С. Гоноровский. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Советское радио, 1977 (5) С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (8)	8

	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (4)	
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Дискретизация радиотехнических сигналов.		
Частотные характеристики линейных радиотехнических цепей	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (3)	8
Дискретизация радиотехнических сигналов	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (6)	4
Временные характеристики линейных радиотехнических цепей		8
Итого по разделу 6		20
Раздел 7. Прохождение сигналов через линейные цепи. Особенности обработки сигналов.		
Особенности цифровой обработки сигналов	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (4) М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (4-6)	15
Временной метод расчета сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи		14
Спектральный метод расчета сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи		12
Итого по разделу 7		41
Раздел 8. Нелинейные цепи и преобразование ими радиосигналов.		
Нелинейные цепи и преобразование ими радиосигналов	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (7) С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (11)	20
Выполнение спектрального анализа периодического сигнала	И. В. Ершова. . Радиотехнические цепи и сигналы. Нелинейные цепи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-9)	10
Итого по разделу 8		30
Раздел 9. Генераторы гармонических колебаний.		
Генераторы гармонических колебаний	И. В. Ершова. . Радиотехнические цепи и сигналы. Нелинейные цепи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (10) С. И. Баскаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: М.: Высшая школа, 2002 (14)	15
Анализ прохождения импульсного сигнала через линейную цепь	М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. . Радиотехнические цепи и сигналы: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (7-8)	15
Итого по разделу 9		30

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- вопросы к зачету;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- зачет;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Контрольная работа

Контрольная работа по пройденным темам теоретических и практических занятий.

#### Вопросы к зачету

1. Введение – предмет радиотехники.
2. Обобщенная структурная схема системы передачи информации.
3. Радиоволны и особенности их распространения.
4. Обобщенная структура радиотехнического канала связи.
5. Классификация сигналов.
6. Типы сигналов.
7. Энергетические характеристики детерминированных сигналов.
8. Примеры сигналов, свойства.
9. Понятие ортогональных сигналов.
10. Классификация радиотехнических цепей.
11. Разложение сигнала по заданной системе функций.
12. Спектральный анализ сигналов, тригонометрический ряд Фурье.
13. Три формы представления ряда Фурье.
14. Спектры периодических сигналов.
15. Спектральный анализ непериодических сигналов.
16. Преобразование Фурье.
17. Спектры непериодических сигналов.
18. Свойства преобразования Фурье.
19. Фурье – анализ неинтегрируемых сигналов.
20. Корреляционный анализ детерминированных сигналов.
21. Автокорреляционная функция периодического сигнала.
22. Автокорреляционная функция непериодического сигнала.
23. Взаимная корреляционная функция.
24. Связь между корреляционными функциями и спектрами сигналов.
25. Модуляция и демодуляция сигналов.
26. Амплитудная модуляция.
27. Однотональная (гармоническая) амплитудная модуляция.
28. Распределение мощности в спектре АМ – сигнала.
29. Демодуляция (детектирование) АМ – сигнала.
30. Разновидности амплитудной модуляции.
31. Модуляция сигналов: угловая модуляция (ФМ, ЧМ, гармоническая угловая модуляция).
32. Квадратурная модуляция.
33. Амплитудно-импульсная модуляция, внутриимпульсная модуляция, ЛЧМ – сигнал, ШИМ, ВИМ.
34. Амплитудная, частотная и фазовая манипуляции.

#### Отчет по ЛР

1. Минимальные требования: работа выполнена, отчёт по работе содержит все требуемые элементы.
2. Критерий выставления максимального балла за выполнение: работа выполнена, отчёт соответствует требованиям ГОСТ 7.32-2017 и содержит все требуемые элементы.
3. Критерий выставления максимального балла за всю работу (выполнение и защита): выполнен п2; при этом работа защищена, а обучающийся в полном объеме раскрывает содержание вопросов к лабораторной работе, не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы преподавателя по теме работы.

#### **Вопросы к дифференцированному зачету**

1. Дискретизация сигналов.
2. Дискретизация гармонических сигналов, частота Найквиста.
3. Спектр дискретного сигнала.
4. Влияние формы дискретизирующих импульсов на спектр.
5. Теорема Котельникова.
6. Дискретное преобразование Фурье.
7. Свойства дискретного преобразования Фурье.
8. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
9. Классификация дискретных систем.
10. Алгоритм дискретной фильтрации.
11.  $Z$  – преобразование, системная функция дискретного фильтра.
12. Формы реализации цифровых фильтров.
13. Нелинейные радиотехнические цепи.
14. Нелинейные элементы, их характеристики и параметры.
15. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов.
16. Методы спектрального анализа нелинейных цепей.
17. Коэффициенты (функции) Берга.
18. Выделение полезных составляющих из спектра отклика нелинейного элемента.
19. Умножение частоты.
20. Линейное и нелинейное усиление сигналов.
21. Получение сигналов с амплитудной и угловой модуляцией.
22. Детектирование сигналов.
23. Автоколебательные цепи.
24. Возникновение колебаний в автогенераторе.
25. Обобщенная схема автогенератора.
26. Условие существования постоянных колебаний в автогенераторе.
27. Режимы самовозбуждения колебаний в автогенераторе.
28. Линейные цепи с постоянными параметрами.
29. Частотные и временные характеристики линейных цепей.
30. Радиотехнические цепи с обратной связью, коэффициент передачи цепи с ОС, классификация видов ОС.

#### **Зачет**

На зачете студенту предлагается 2 теоретических вопроса. Корректный и полный ответ на один вопрос, либо неполный ответ на оба вопроса, либо развернутый ответ на оба вопроса - "зачтено".

#### **Дифференцированный зачет**

На дифференцированном зачете студенту предлагается 2 теоретических вопроса. Корректный ответ на один вопрос - "удовлетворительно", неполный ответ на оба вопроса - "хорошо". Развернутый ответ на оба вопроса - "отлично".



Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-2	ПК-2.1	ПК-2.2	
2	4	Раздел 1. Основные понятия дисциплины.	24	8	6	0	2	16	5	10	3	3	Контрольная работа, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 2. Сигналы, разложение сигналов по заданной системе функций.	35	19	12	0	7	16	15	20	5	5	Контрольная работа, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 3. Корреляционные характеристики детерминированных сигналов.	30	14	6	0	8	16	20	15	5	5	Контрольная работа, Вопросы к зачету
2	4	Раздел 4. Модулированные сигналы и их анализ.	19	10	10	0	0	9	10	15	20	25	Контрольная работа, Вопросы к зачету
Всего за 4 семестр			108	51	34	0	17	57	50	60	33	38	
3	5	Раздел 5. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами.	20	12	4	8	0	8	5	15	15	10	Контрольная работа, Вопросы к зачету, Отчет по ЛР
3	5	Раздел 6. Дискретизация радиотехнических сигналов.	28	8	8	0	0	20	5	5	30	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа
3	5	Раздел 7. Прохождение сигналов через линейные цепи. Особенности обработки сигналов.	58	17	8	9	0	41	10	10	10	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа, Отчет по ЛР
3	5	Раздел 8. Нелинейные цепи и преобразование ими радиосигналов.	38	8	8	0	0	30	20	5	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа
3	5	Раздел 9. Генераторы гармонических колебаний.	36	6	6	0	0	30	10	5	2	7	Вопросы к дифференцированному зачету, Контрольная работа
Всего за 5 семестр			180	51	34	17	0	129	50	40	67	62	
Всего по дисциплине			288	102	68	17	17	186	100	100	100	100	

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

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Согласно ГОСТ 24375-80 «Радиосвязь – термины и определения» к диапазону радиотехники (к радиочастотам) относится следующий диапазон длин волн:
- А. 0.1мм - 100км.
  - Б. 3мм - 300км.
  - В. 1м - 100м.
  - Г. 3ГГц - 3000ГГц.
  - Д. 1мм - 1км.
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте следующие колебания в правильной последовательности по увеличению частоты:
- 1. Колебание с длиной волны 3см
  - 2. Колебание с длиной волны 3мм
  - 3. Колебание с длиной волны 1м
  - 4. Колебание с длиной волны 1км
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте следующие колебания в правильной последовательности по уменьшению частоты:
- 1. Колебание с длиной волны 3см
  - 2. Колебание с длиной волны 3мм
  - 3. Колебание с длиной волны 1м
  - 4. Колебание с длиной волны 1км
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте следующие колебания в правильной последовательности по уменьшению частоты:
- 1. Колебание с длиной волны 3см
  - 2. Колебание с частотой 7ГГц
  - 3. Колебание с длиной волны 3мм
  - 4. Колебание с длиной волны 1м
  - 5. Колебание с длиной волны 1км
  - 6. Колебание с частотой 150МГц
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой сигнал (физический процесс) НЕ может быть передан на расстояние в свободном пространстве?
- А. Модулированный радиосигнал.
  - Б. Электромагнитное колебание.
  - В. Радиоволна.
  - Г. Модулирующая низкочастотная огибающая.

- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- В радиотехнических и информационных системах детерминированным сигналом называют:
- А. Сигнал, который в любой момент времени принимает конкретное значение с некоторой вероятностью от 0 до 1.
- Б. Сигнал, для которого выполнена дискретизация по времени и квантование по уровню.
- В. Сигнал, амплитудный спектр которого является дискретным .
- Г. Сигнал, мгновенное значение которого в любой момент времени известно точно (с вероятностью равной единице).
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какой сигнал или физический процесс обладает свойством перемещаться в пространстве и используется для решения задачи передачи сигналов на расстояние?
- (один или несколько верных ответов)
- А. Электромагнитное колебание
- Б. Постоянное напряжение
- В. Видеоимпульс
- Г. Модулирующий сигнал
- Д. Радиоволна
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какой сигнал или физический процесс не обладает свойством перемещаться в пространстве и не используется для решения задачи передачи сигналов на расстояние?
- (один или несколько верных ответов)
- А. Электромагнитное колебание
- Б. Постоянное напряжение
- В. Видеоимпульс
- Г. Модулирующий сигнал
- Д. Радиоволна
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Отметьте утверждения, верные для гармонических сигналов (гармонических колебаний):
- А. Сохраняют свою форму неизменной при прохождении через линейные цепи.
- Б. Спектр такого сигнала равномерный и не зависит от частоты.
- В. Гармонические колебания с кратными частотами взаимно ортогональны друг-другу.
- Г. Взаимная энергия двух гармонических колебаний всегда равна 1.
- Д. Энергия гармонического колебания всегда равна нулю.
- Е. Фазовый спектр гармонических колебаний всегда принимает значения  $+\pi$  или  $-\pi$
- Ж. Являются финитными
- З. Не являются периодическими
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отметьте свойства, которые верны для взаимной корреляционной функции (ВКФ) двух сигналов (один или несколько верных ответов):

А. Значение ВКФ при  $\tau = 0$  не является максимально возможным.

Б. Значение ВКФ при  $\tau = 0$  является максимально возможным.

В. С ростом абсолютного значения  $\tau$  ВКФ сигналов с конечной энергией затухает.

Г. ВКФ является нечетной функцией.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отметьте свойства, которые верны для автокорреляционной функции (АКФ) непериодического сигнала (один или несколько верных ответов):

А. Значение АКФ при  $\tau = 0$  равно средней мощности анализируемого сигнала.

Б. Размерность АКФ равна квадрату размерности сигнала (В<sup>2</sup>, если размерность сигнала - напряжение).

В. Значение АКФ при  $\tau = 0$  равно энергии анализируемого сигнала.

Г. АКФ является четной функцией своего аргумента.

Д. С ростом абсолютного значения  $\tau$  АКФ сигнала с конечной энергией затухает.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Расставьте следующие колебания в правильной последовательности по увеличению частоты:

1. Колебание с длиной волны 3см

2. Колебание с частотой 7ГГц

3. Колебание с длиной волны 3мм

4. Колебание с длиной волны 1м

5. Колебание с длиной волны 1км

6. Колебание с частотой 150МГц

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой сигнал (физический процесс) используется для решения задачи передачи сигналов на расстояние в свободном пространстве?

А. Постоянное напряжение.

Б. Видеоимпульс.

В. Электромагнитное колебание (радиоволна).

Г. Модулирующий сигнал.

№ 14 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какой физический процесс целесообразно использовать для решения задачи передачи полезных сигналов на расстояние?

№ 15 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие основные факторы необходимо учитывать при выборе длины волны используемого в радиотехнической системе электромагнитного колебания?

№ 16 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дайте определение (характеристику) термина «Модулирующий сигнал».

№ 17 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дайте определение термина «Модулированный сигнал».

№ 18 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какая частота сигнала будет соответствовать длине волны 3см?  
(Ответ представить в Мегагерцах)

№ 19 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какая частота сигнала будет соответствовать длине волны 8мм?

(Ответ представить в Мегагерцах)

№ 20 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Согласно ГОСТ 24375-80 «Радиосвязь – термины и определения» к диапазону радиотехники (к радиочастотам) относится следующий диапазон частот:

А. 0Гц - 1ГГц.

Б. 3КГц - 3000ГГц.

В. 1КГц - 1000ГГц.

Г. 3ГГц - 3000ГГц.

Д. 3КГц - 3ГГц.

№ 21 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте термины и определения:

1. Детерминированный сигнал.

2. Случайный сигнал.

3. Цифровой сигнал.

4. Финитный сигнал.

А. Сигнал конечной длительности.

Б. Сигнал, мгновенное значение которого заранее не известно и может быть предсказано лишь с некоторой вероятностью, меньше единицы.

В. Сигнал, мгновенное значение которого в любой момент времени известно точно.

Г. Сигнал, квантованный по величине и дискретный по времени.

№ 22 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте заданные частоты радиотехнических сигналов и диапазоны длин волн:

1. 10ГГц

2. 33ГГц

3. 100МГц

А. Метровые волны

Б. Километровые волны

В. Сантиметровые волны

Г. Миллиметровые волны

№ 23 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте заданные частоты радиотехнических сигналов и диапазоны длин волн:

1. 8ГГц

2. 40ГГц

3. 200МГц

А. Метровые волны

Б. Километровые волны

В. Сантиметровые волны

Г. Миллиметровые волны

№ 24 Прочитайте текст и установите соответствие

1. 8ГГц

2. 40ГГц

3. 40КГц

А. Метровые волны

Б. Километровые волны

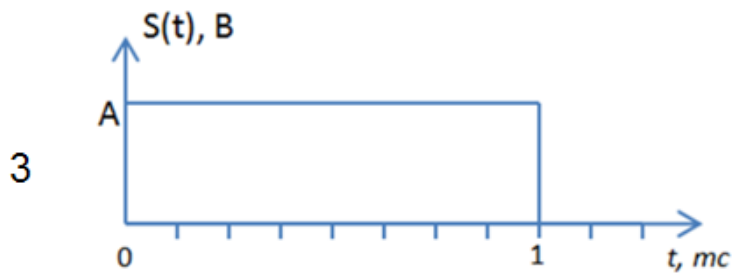
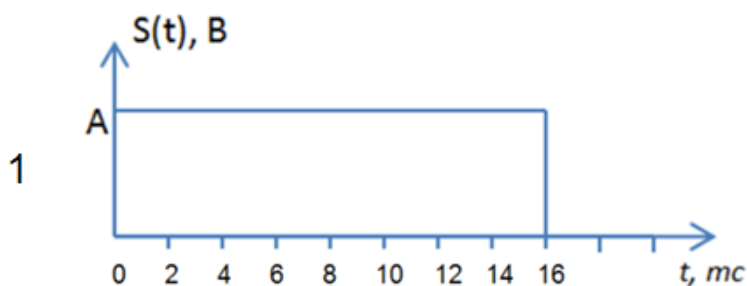
В. Сантиметровые волны

Г. Миллиметровые волны

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

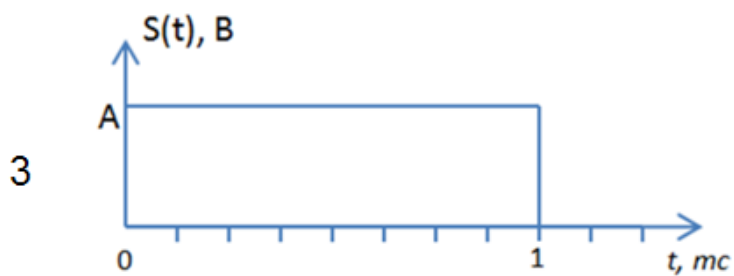
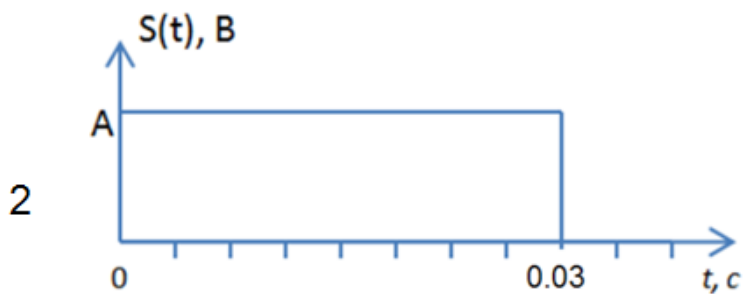
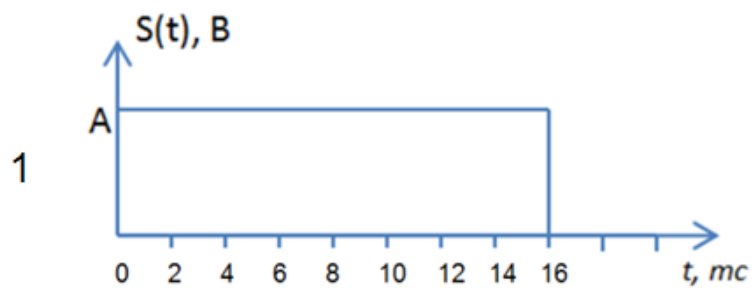
№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите следующие сигналы по увеличению ширины основного (первого) лепестка в их амплитудном спектре:



№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

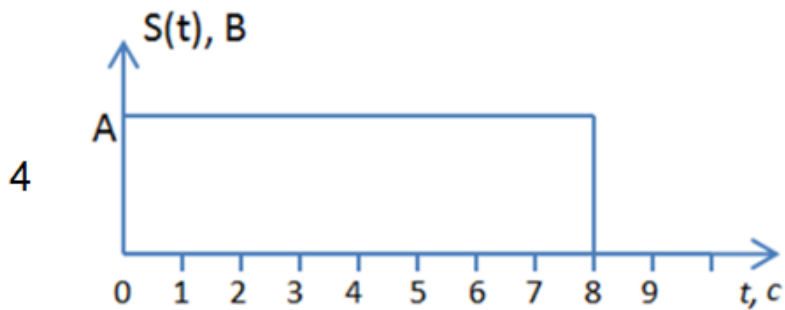
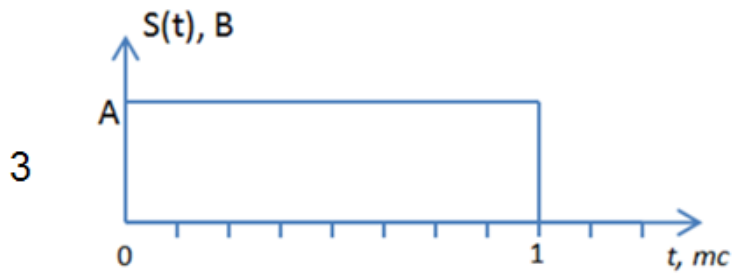
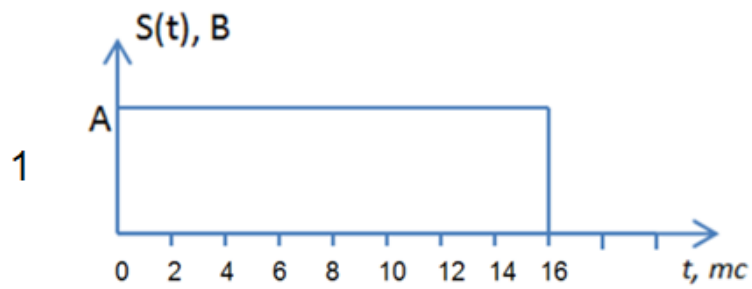
Сопоставьте следующие сигналы с шириной основного (первого) лепестка в их амплитудном спектре (выбирайте ближайшие подходящие значения из предложенных):



- А.  $63 \text{ Гц}$
- Б.  $100 \text{ Гц}$
- В.  $33 \text{ Гц}$
- Г.  $0.13 \text{ Гц}$
- Д.  $1000 \text{ Гц}$
- Е.  $1 \text{ МГц}$

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте следующие сигналы с шириной основного (первого) лепестка в их амплитудном спектре (выбирайте ближайшие подходящие значения из предложенных):

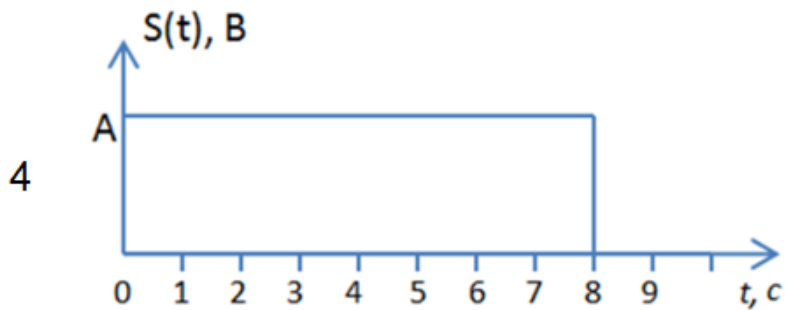
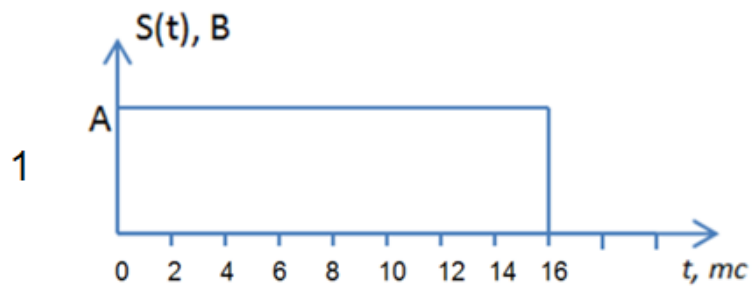


- А. 63Гц
- Б. 100Гц
- В. 33Гц
- Г. 0.13Гц
- Д. 1000Гц
- Е. 1МГц

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

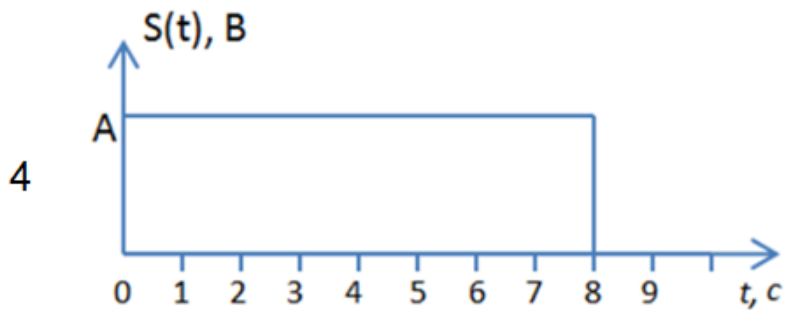
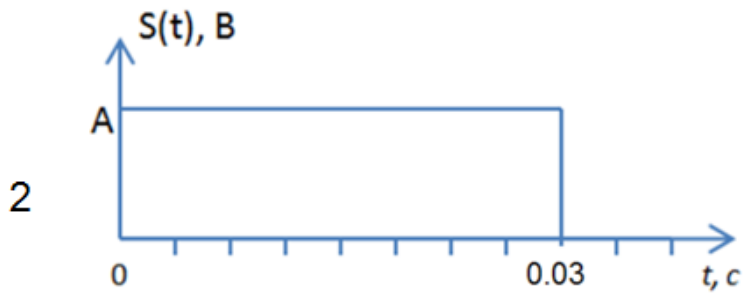
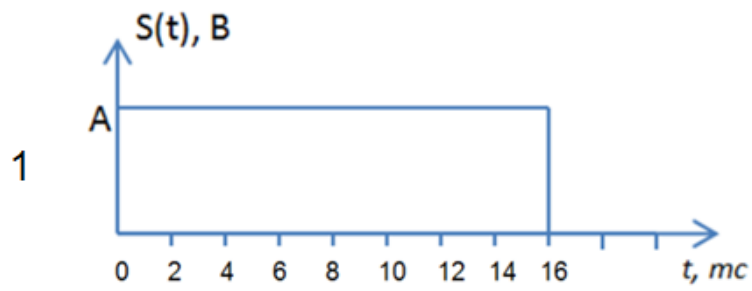
Расположите следующие сигналы по увеличению ширины основного (первого) лепестка в их амплитудном спектре:





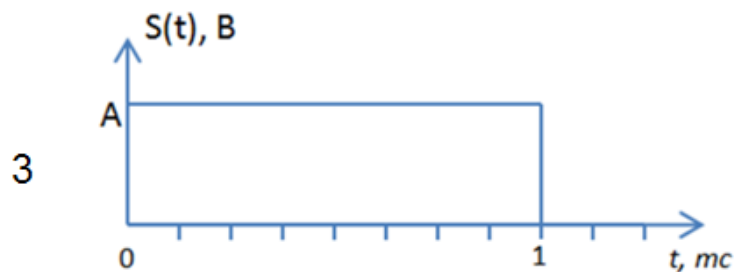
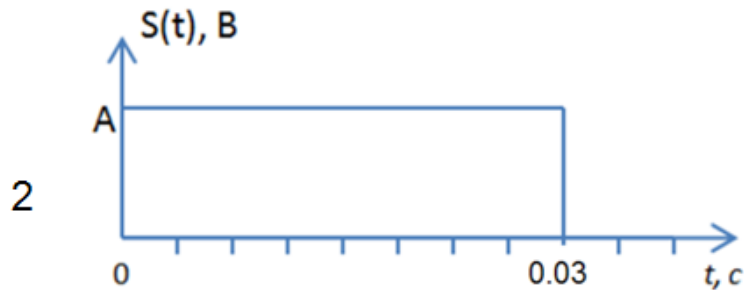
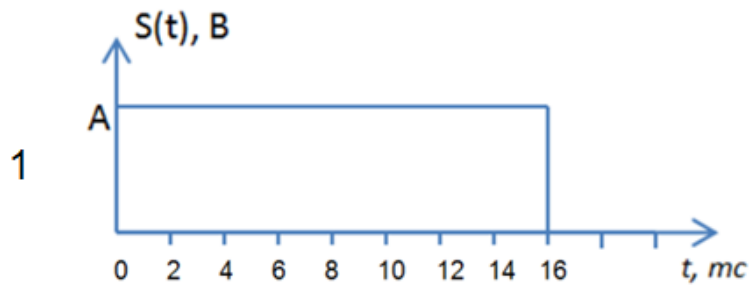
№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите следующие сигналы по уменьшению ширины основного (первого) лепестка в их амплитудном спектре:



№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите следующие сигналы по уменьшению ширины основного (первого) лепестка в их амплитудном спектре:



№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие требования предъявляются к набору базисных функций разложения при разложении сигнала в ряд следующего вида:  $S(t) = C_0 \cdot \varphi_0(t) + C_1 \cdot \varphi_1(t) + C_2 \cdot \varphi_2(t) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(t) + \dots$  ?

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

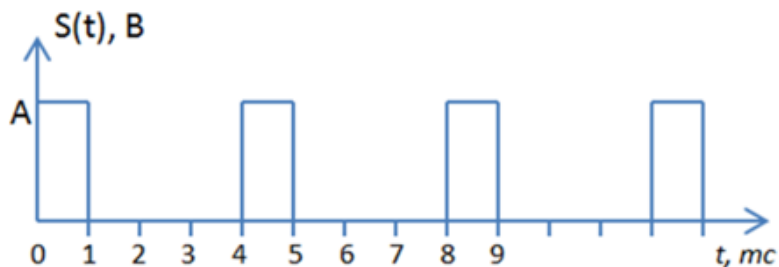
Что называется скважностью периодической последовательности импульсов?

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сформулируйте условие ортогональности 2-х сигналов на заданном временном интервале.

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Определите скважность следующей периодической последовательности импульсов:



№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Коэффициенты разложения сигнала в обобщенный ряд  $S(t) = C_0 \cdot \varphi_0(t) + C_1 \cdot \varphi_1(t) + C_2 \cdot \varphi_2(t) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(t) + \dots$  определяются как:

А. Отношение энергии сигнала к взаимной энергии базисных функций

Б. Отношение взаимной энергии сигнала и базисной функции к энергии базисной функции.

В. Отношение энергии базисной функции к взаимной энергии сигнала и базисной функции.

Г. Отношение энергии сигнала к энергии базисной функции.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Коэффициенты разложения сигнала в обобщенный ряд  $S(t) = C_0 \cdot \varphi_0(t) + C_1 \cdot \varphi_1(t) + C_2 \cdot \varphi_2(t) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(t) + \dots$  определяются как:

А. 
$$C_k = \frac{\int_{t_1}^{t_2} \varphi_k(t)^2 dt}{\int_{t_1}^{t_2} S(t) \cdot \varphi_k(t) dt}$$

Б. 
$$C_k = \frac{\int_{t_1}^{t_2} S(t)^2 dt}{\int_{t_1}^{t_2} S(t) \cdot \varphi_k(t) dt}$$

В. 
$$C_k = \frac{\int_{t_1}^{t_2} S(t) \cdot \varphi_k(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} \varphi_k(t)^2 dt}$$

Г. 
$$C_k = \frac{\int_{t_1}^{t_2} S(t) \cdot \varphi_k(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} S(t)^2 dt}$$

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прямое преобразование Фурье позволяет вычислить следующее:

А. Спектральную плотность сигнала  $S(\omega)$  по известному сигналу  $S(t)$ .

Б. Сигнал  $S(t)$  по его известной спектральной плотности.

В. Сигнал  $S(t)$  по его известному амплитудному спектру.

Г. Сигнал

$S(t)$

по его известным коэффициентам разложения в комплексную форму ряда Фурье.

№ 14 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Обратное преобразование Фурье позволяет вычислить следующее:

А. Спектральную плотность сигнала  $S(\omega)$  по известному сигналу  $S(t)$ .

Б. Сигнал  $S(t)$  по его известной спектральной плотности  $S(\omega)$ .

В. Сигнал  $S(t)$  по его известному амплитудному спектру.

Г. Сигнал

$S(t)$

по его известным коэффициентам разложения в комплексную форму ряда Фурье.

№ 15 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Про пару сигналов  $S_1(t) = A \cdot \cos(2\omega t)$  и  $S_2(t) = B \cdot \cos(4\omega t)$  можно сказать следующее (один или несколько верных ответов):

А. Взаимная энергия этих сигналов равна 0 на любом временном интервале.

Б. Взаимная энергия сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  равна произведению  $A$  на  $B$ .

В. Сигналы  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  являются ортогональными только на интервале  $2\omega t \cdot 4\omega t$ .

Г. Сигналы  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  являются ортогональными.

Д. Сигналы  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  являются ортогональными только на интервале  $4\omega t$ .

№ 16 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Произвольная функция  $S(t)$  может быть представлена в виде суммы ряда следующего вида:  $S(t) = C_0 \cdot \varphi_0(t) + C_1 \cdot \varphi_1(t) + C_2 \cdot \varphi_2(t) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(t) + \dots$ , если выполняется следующее (один или несколько верных ответов):

А. Все функции системы  $\varphi_0(t), \varphi_1(t), \dots, \varphi_n(t)$  ортогональны по отношению к рассматриваемому сигналу  $S(t)$ .

Б. Энергия каждой из функций системы  $\varphi_0(t), \varphi_1(t), \dots, \varphi_n(t)$  равна нулю на выбранном временном интервале.

В. Все функции системы  $\varphi_0(t), \varphi_1(t), \dots, \varphi_n(t)$  взаимно ортогональны на выбранном временном интервале.

Г. Энергия каждой из функций системы  $\varphi_0(t), \varphi_1(t), \dots, \varphi_n(t)$  не равна нулю на выбранном временном интервале.

Д. Энергия каждой из функций системы

$\varphi_0(t), \varphi_1(t), \dots, \varphi_n(t)$

не равна нулю за пределами выбранного временного интервала.

№ 17 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Произвольная функция  $S(t)$  может быть представлена в виде суммы ряда следующего вида:  $S(t) = C_0 \cdot \varphi_0(t) + C_1 \cdot \varphi_1(t) + C_2 \cdot \varphi_2(t) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(t) + \dots$ , если выполняется следующее (один или несколько верных ответов):

А.  $\int_{t_1}^{t_2} \varphi_n(t)^2 dt = 0$

Б.  $\int_{t_1}^{t_2} \varphi_n(t) \cdot \varphi_m(t) dt = 0$  при  $n \neq m$

В.  $\int_{t_1}^{t_2} \varphi_n(t) \cdot S_m(t) dt = 0$  при  $n \neq m$

Г.  $\int_{t_1}^{t_2} \varphi_n(t)^2 dt \neq 0$

Д.  $\int_{t_1}^{t_2} \varphi_n(t) \cdot \varphi_m(t) dt \neq 0$  при  $n \neq m$

**ПК-2.1 - Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Коэффициенты тригонометрической формы ряда Фурье рассчитываются по следующим формулам (один или несколько верных ответов):

А.  $b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$

Б.  $a_n = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$

В.  $a_n = \frac{2}{T} \int_0^T s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$

Г.  $a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$

Д.  $\dot{c}_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-in\omega_0 t} dt$

Е.  $b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \sin(n\omega_0 t) dt$

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Разложение в ряд Фурье - установите правильную последовательность действий:

1. Определение коэффициентов разложения.
2. Запись ряда в виде суммы спектральных составляющих.
3. Выбор формы разложения.

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сигналы, удовлетворяющие каким условиям, могут подвергаться разложению в ряд Фурье?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

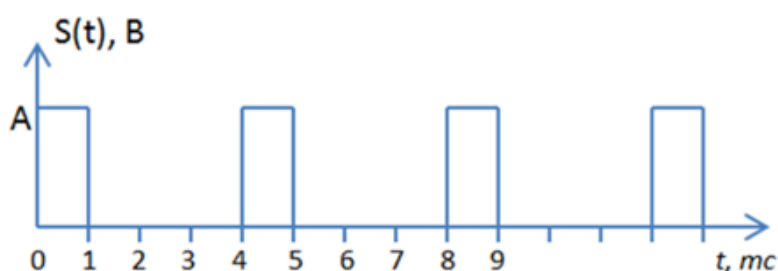
Какие формы разложения сигнала в ряд Фурье Вы знаете (изучали в рамках курса «Радиотехнические цепи и сигналы»)?

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что в общем случае представляет из себя амплитудный спектр периодического сигнала?

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Определите расстояние между соседними спектральными составляющими в амплитудном спектре следующей периодической последовательности. Ответ представить в герцах с округлением до целого значения



№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Коэффициенты комплексной формы ряда Фурье рассчитываются следующим образом:

$$\text{A. } b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$$

$$\text{Б. } \dot{c}_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-in\omega_0 t} dt$$

$$\text{В. } a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$$

$$\text{Г. } \dot{c}_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \sin(n\omega_0 t) dt$$

$$\text{Д. } \dot{c}_n = \frac{2}{T} \int_0^T s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$$

$$\text{Е. } a_n = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cos(n\omega_0 t) dt$$

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Формула прямого преобразования Фурье для одиночного импульса и формула расчета коэффициентов ряда Фурье для периодической последовательности таких импульсов связаны следующим соотношением:

$$\text{A. } \dot{S}(w) = \frac{1}{T} s(t) e^{-iwt}$$

$$\text{Б. } \dot{S}(w) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{iwt} dt$$

$$\text{В. } \dot{c}_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) dt$$

$$\text{Г. } \dot{c}_n = \frac{1}{T} \dot{S}(2\pi n/T)$$

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для того чтобы существовало разложение в ряд Фурье, фрагмент сигнала длительностью в 1 период должен удовлетворять перечисленным ниже условиям. Выберите одно НЕ верное условие.

А. Число экстремумов должно быть конечным.

Б. Число разрывов 1-го рода должно быть конечным.

В. Производная сигнала должна быть бесконечно дифференцируема на выбранном интервале.

Г. Не должно быть разрывов 2-го рода.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Отметьте утверждение, которое будет НЕ верным для автокорреляционной функции (АКФ) периодического сигнала:

А. АКФ не является четной функцией своего аргумента.

Б. Значение АКФ при  $\tau = 0$  равно средней мощности анализируемого сигнала.

В. Значение АКФ при  $\tau = 0$  является максимально возможным.

Г. Размерность АКФ периодического сигнала равна квадрату размерности сигнала (В2, если размерность сигнала - напряжение).

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Взаимная корреляционная функция

2. Автокорреляционная функция периодического сигнала

3. Автокорреляционная функция импульсного сигнала

А. Не является четной (симметричной)

Б. Является периодической

В. Затухает с ростом временного сдвига

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Периодический сигнал

2. Импульсный сигнал

3. Гармоническое колебание

А. Непрерывный спектр

Б. Одна спектральная составляющая

В. Дискретный спектр

№ 13 Прочитайте текст и установите последовательность

Анализ амплитудного спектра периодического сигнала - установите правильную последовательность действий:

1. Построение графика спектра.

2. Определение периода сигнала.

3. Определение коэффициентов разложения.

4. Определение частот спектральных составляющих.

№ 14 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для того чтобы существовало разложение в ряд Фурье, фрагмент сигнала длительностью в 1 период должен удовлетворять следующим условиям (один или несколько верных ответов):

А. Производная сигнала должна быть бесконечно дифференцируема на выбранном интервале.

Б. Число экстремумов должно быть конечным.

В. Число разрывов 1-го рода должно быть конечным.

Г. Число разрывов 2-го рода должно быть конечным.

Д. Не должно быть разрывов 2-го рода.

Е. Не должно быть разрывов 1-го рода.

№ 15 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отметьте утверждения, верные для Дельта-функции (функции Дирака):

А. Интеграл от функции (ее площадь) равен 0.

Б. Интеграл от функции (ее площадь) стремится к бесконечности.

В. Интеграл от функции (ее площадь) равен 1.



Г. Энергия функции стремится к бесконечности (равна бесконечности).

Д. Размерность функции Дирака равна квадрату размерности ее аргумента.

Е. Энергия функции равна 1.

**ПК-2.2 - Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте сигналы и соответствующие им виды спектральных плотностей:

1. Периодический сигнал.

2. Дискретный сигнал.

3. Импульсный (финитный) сигнал.

А. Фазовый спектр всегда равен 0.

Б. Амплитудный спектр всегда равен 0.

В. В общем случае бесконечный спектр.

Г. Периодический спектр.

Д. Дискретный спектр.

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Спектральная плотность произведения 2-х сигналов равна:

А. Сумме спектральных плотностей этих сигналов.

Б. Произведению спектральных плотностей этих сигналов.

В. Свертке спектральных плотностей этих сигналов.

Г. Свертке одного сигнала со спектральной функцией другого сигнала.

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отметьте утверждения, которые будут верными для цифровых фильтров (один или несколько верных ответов):

А. В нерекурсивных цифровых фильтрах при вычислениях не используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра отсутствуют обратные связи.

Б. В цифровых фильтрах с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтрах) при вычислениях используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра отсутствуют обратные связи.

В. В цифровых фильтрах с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтрах) при вычислениях используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра отсутствуют обратные связи.

Г. В рекурсивных цифровых фильтрах при вычислениях используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра присутствуют обратные связи.

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отметьте утверждения, которые будут НЕ верными для цифровых фильтров (один или несколько верных ответов):

А. В нерекурсивных цифровых фильтрах при вычислениях не используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра отсутствуют обратные связи.

Б. В цифровых фильтрах с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтрах) при вычислениях используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра отсутствуют обратные связи.

В. В цифровых фильтрах с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтрах) при вычислениях используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра отсутствуют обратные связи.

Г. В рекурсивных цифровых фильтрах при вычислениях используются предыдущие отсчеты выходного сигнала, при этом в схеме фильтра присутствуют обратные связи.

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтров) верно следующее (несколько верных ответов):

1. Имеют обратную связь
2. Не имеют обратных связей
3. Учитывают в расчетах текущее значение выходного сигнала
4. Являются устойчивыми
5. Всегда имеют бесконечный переходный процесс

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Частотное детектирование - определите правильную последовательность из трех (!) действий:

1. Детектирование - применение диодного детектора
2. Низкочастотная фильтрация
3. Высокочастотная фильтрация
4. Преобразование частотной модуляции в амплитудную

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте терминам подходящие определения:

1.  $\delta$  - функция (Дельта - функция).
2. Функция Хевисайда.
3. Финитный сигнал.

А. Бесконечно короткий скачок в нулевой момент времени с единичной амплитудой.

Б. Бесконечно короткий по времени и бесконечно большой по значению скачок в нулевой момент времени.

В. Единичный скачок в нулевой момент времени.

Г. Сигнал конечной длительности.

Д. Бесконечный по длительности сигнал.

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте термины и определения:

1. Детерминированный сигнал.
2. Случайный сигнал.
3. Цифровой сигнал.
4. Финитный сигнал.

А. Сигнал конечной длительности.

Б. Сигнал, мгновенное значение которого заранее не известно и может быть предсказано лишь с некоторой вероятностью, меньше единицы.

В. Сигнал, мгновенное значение которого в любой момент времени известно точно.

Г. Сигнал, квантованный по величине и дискретный по времени.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Вычисление БПФ с прореживанием по времени - определите правильную последовательность действий:

1. Вычисление ДПФ

2. Деление массива на четные и нечетные подмассивы

3. Вычисление пар спектральных коэффициентов

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечислите виды модуляции, изученные в курсе «Радиотехнические цепи и сигналы»

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сформулируйте теорему Котельникова (в части выбора частоты дискретизации сигнала).

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сформулируйте особенности применения алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ). (в части точностных характеристик, быстродействия и ограничений на сигналы)

№ 13 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что из себя представляет спектр дискретного сигнала (по сравнению со спектром исходного сигнала)?

№ 14 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прямым дискретным преобразованием Фурье называют следующее выражение:

А.  $\dot{S}_a(\omega) = \frac{\dot{S}_0(\omega)}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \dot{S}\left(\omega - \frac{2\pi n}{T}\right)$

Б.  $s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)\delta(t - kT)$

В.  $x(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \dot{X}(n) \exp\left(j \frac{2\pi nk}{N}\right)$

Г.  $\dot{X}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \exp\left(-j \frac{2\pi nk}{N}\right)$

№ 15 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Обратным дискретным преобразованием Фурье называют следующее выражение:

$$\text{А. } x(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \dot{X}(n) \exp\left(j \frac{2\pi nk}{N}\right)$$

$$\text{Б. } s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \delta(t - kT)$$

$$\text{В. } \dot{S}_s(\omega) = \frac{\dot{S}_0(\omega)}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \dot{S}\left(\omega - \frac{2\pi n}{T}\right)$$

$$\text{Г. } \dot{X}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \exp\left(-j \frac{2\pi nk}{N}\right)$$

№ 16 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Спектральная плотность суммы 2-х сигналов равна:

- А. Свертке спектральных плотностей этих сигналов.
- Б. Произведению спектральных плотностей этих сигналов.
- В. Свертке одного сигнала со спектральной функцией другого сигнала.
- Г. Сумме спектральных плотностей этих сигналов.

№ 17 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При задержке сигнала во временной области на время  $\tau$  его спектральная плотность меняется следующим образом:

- А. Фазовый спектр не меняется, амплитудный спектр умножается на  $\tau$ .
- Б. Спектральная плотность сигнала умножается на  $e^{-i\omega\tau}$ .
- В. Амплитудный спектр не меняется, фазовый спектр умножается на  $e^{-i\omega\tau}$ .
- Г. Спектральная плотность сигнала делится на  $e^{-i\omega\tau}$ .