Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.11.2026 18:40:57
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bfdf9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра радиотехники

«Утверждаю»
Проректор по учебно-методической
деятельности
_____Ю.А. Устименко
«25» декабря 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.04.01 Сложные сигналы в радиолокации и радионавигации

Направление подготовки **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль) **Математическое и программное обеспечение цифровых радиотехнических систем и комплексов**
Форма обучения: очная
Курс – 2
Семестр – 3
Всего зачетных единиц – 2; часов – 72
Форма отчетности: зачет – 3 семестр.

Программу разработал: кандидат технических наук П.А. Жигунов

Одобрена на заседании кафедры
«02» сентября 2025 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ А.В. Зайцев

Смоленск
2025

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Сложные сигналы в радиолокации и радионавигации» является дисциплиной по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность (профиль) – Математическое и программное обеспечение цифровых радиотехнических систем и комплексов) и является важной составляющей подготовки магистров.

Для освоения дисциплины «Сложные сигналы в радиолокации и радионавигации» студент должен обладать базовыми знаниями, умениями и навыками, полученными в результате изучения школьного курса физики и математики и дисциплин подготовки бакалавра в области радиотехники.

Изучение дисциплины «Сложные сигналы в радиолокации и радионавигации» позволяет создать условия, необходимые для формирования у студентов современного естественнонаучного мировоззрения и целостной научной картины мира, а также заложить фундамент для более глубокого понимания и осмысленного применения специальных знаний в области радиолокации (военные и гражданские РЛС, системы ПВО), радионавигации и связи.

Дисциплина закрепляет и расширяет знания, полученные в базовых курсах радиотехники, и подготавливает студентов к решению практических задач в области радиоэлектронных систем.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-2. Способен проектировать программное и информационное обеспечение, вычислительные модели и модели данных для реализации элементов новых (или известных) программных продуктов в области цифровых радиотехнических систем и комплексов	**Знает:** структуру программного обеспечения, основные требования к его проектированию, методики разработки и анализа блок-схем алгоритмов, современные языки программирования, технологии программирования. **Умеет:** проектировать программное и информационное обеспечение в области цифровых радиотехнических систем и комплексов, формулировать требования к программным продуктам, создавать блок-схемы алгоритмов функционирования разрабатываемых программных продуктов, оценивать их вычислительную сложность. **Владеет:** методами и приемами формализации и алгоритмизации поставленных проектных задач по созданию программного обеспечения.
ПК-3. Способен разрабатывать программное обеспечение цифровых радиотехнических систем и комплексов	**Знает:** архитектуру аппаратной платформы, синтаксис, принципы и особенности программирования (в том числе кроссплатформенного, распределенного и параллельного программирования), стандартные библиотеки выбранного языка программирования, стандарты реализации интерфейсов устройств, технологии разработки и отладки программных продуктов, принципы информационного построения сетевого взаимодействия, методики тестирования программного обеспечения. **Умеет:** использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач, применять выбранный язык программирования для написания программного кода, осуществлять отладку программного обеспечения. **Владеет:** основными методами и приемами разработки и отладки программных продуктов.

3. Содержание дисциплины

Введение

Простые и сложные сигналы. База сигнала. Примеры ЛЧМ, ФКМ. Теория ортогональности.

Методы модуляции

Фазовая (ФМ), частотная (ЛЧМ) модуляция, фазовая манипуляция (ФКМ). Шумоподобные и многочастотные сигналы.

Сложные сигналы в радиолокации

Согласованная фильтрация. Сжатие ЛЧМ и ФКМ сигналов. Разрешающая способность и помехоустойчивость. Корреляционные свойства сигналов.

Сигналы в радионавигации

GPS/ГЛОНАСС сигналы. Структура, псевдослучайные коды (PRN). Использование в спутниковой связи.

Перспективные технологии

MIMO-радиолокация. OFDM-технология. Квантовые методы.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	**Введение**	**6**	**2**	**–**	**-**	**4**
1.1	Простые и сложные сигналы. База сигнала. Примеры ЛЧМ, ФКМ. Теория ортогональности.	**6**	**2**	**–**	**–**	**4**
2.	**Методы модуляции**	**22**	**4**	**–**	**6**	**12**
2.1	Фазовая (ФМ), частотная (ЛЧМ) модуляция, фазовая манипуляция (ФКМ).	**16**	**2**	**–**	**6**	**8**
2.2	Шумоподобные и многочастотные сигналы.	6	2	–	–	4
3.	**Сложные сигналы в радиолокации**	**24**	**4**		**8**	**12**
3.1	Согласованная фильтрация. Сжатие ЛЧМ и ФКМ сигналов.	12	2		4	6
3.2	Разрешающая способность и помехоустойчивость. Корреляционные свойства сигналов.	10	–	–	4	6
4.	**Сигналы в радионавигации**	**12**	**2**	**–**	**-**	**10**
4.1	GPS/ГЛОНАСС сигналы. Структура, псевдослучайные коды (PRN). Использование в спутниковой связи.	12	2	–	–	10
5.	**Перспективные технологии**	**8**	**2**	**–**	**-**	**6**
5.1	MIMO-радиолокация. OFDM-технология. Квантовые методы.	8	2	–	-	6
	ИТОГО	**72**	**14**	**–**	**14**	**44**

5. Виды учебной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция № 1. *Введение*. Простые и сложные сигналы. База сигнала. Примеры ЛЧМ, ФКМ. Теория ортогональности.

Лекция № 2,3. *Методы модуляции*. Фазовая (ФМ), частотная (ЛЧМ) модуляция, фазовая манипуляция (ФКМ).

Лекция № 4,5. *Сложные сигналы в радиолокации.* Согласованная фильтрация. Сжатие ЛЧМ и ФКМ сигналов.

Лекция № 6. *Сигналы в радионавигации.* GPS/ГЛОНАСС сигналы. Структура, псевдослучайные коды (PRN). Использование в спутниковой связи.

Лекция № 7. *Перспективные технологии.* MIMO-радиолокация. OFDM-технология. Квантовые методы.

Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

Лабораторная работа № 1. *Формирование и оценка характеристик сложных сигналов в среде Multisim, Mathcad и MATLAB (6 часов)*

Цели работы:

– овладение средами программирования Multisim, Mathcad и MATLAB и методами использования вычислительных операций для анализа сложных сигналов;

– привитие навыков выполнения вычислений и отображение результатов в графической форме.

Приборы и принадлежности: ПЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) Сформируйте одиночный прямоугольного радиоимпульса с заданными параметрами в средах программирования Multisim, Mathcad и Matlab.

2) В среде Mathcad вычислите спектр импульса, постройте графики амплитудно-частотного и фазочастотного спектра импульса, определите эффективную ширину спектра.

3) В среде Matlab сформируйте ЛЧМ-сигнал с заданными параметрами, вычислите его спектр, постройте графики амплитудно-частотного спектра, измерьте эффективную ширину спектра.

4) В среде Matlab сформируйте КФМ-сигнал с заданными параметрами, вычислите его спектр, измерьте эффективную ширину спектра. Сравните ЭШС прямоугольного радиоимпульса, ЛЧМ-сигнала и КФМ-сигнала одинаковой длительности.

Контрольные вопросы:

1) Параметры одиночного прямоугольного радиоимпульса.
2) Параметры ЛЧМ-сигнала.
3) Параметры КФМ-сигнала.
4) Понятия «Спектр», «Амплитудно-частотный спектр», «Фазочастотный спектр», «Эффективная ширина спектра», «Пик-фактор».

Лабораторная работа № 2. *Согласованная обработка сложных сигналов (4 часа)*

Цели работы:

– совершенствование практических навыков исследования процесса обработки сложных сигналов в согласованных фильтрах при фильтровой и корреляционной обработке.

Приборы и принадлежности: ПЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) Сформируйте ЛЧМ-сигнал с заданными параметрами. Методом свертки получите сигнал на выходе согласованного фильтра. Проведите необходимые измерения и вычислите коэффициент сжатия сигнала в фильтре. Сравните с расчетным.

2) Проведите то же исследование при наличии в составе сигнала аддитивного нормально распределенного белого шума. Сделайте вывод о влиянии мощности шума на выходной сигнал фильтра.

3) Получите ЛЧМ-сигнал на выходе фильтра при корреляционной обработке. Сравните результаты обработки сигнала при фильтровой и корреляционной обработке.

4) Выполните то же исследование для КФМ-сигнала с заданными параметрами. Сравните результаты обработки ЛЧМ-сигнала и КФМ-сигнала.

5) Вычислите автокорреляционные функции прямоугольного радиоимпульса, ЛЧМ-сигнала и КФМ-сигнала одинаковой длительности, сравните с полученными ранее

откликами согласованных фильтров для этих сигналов, сделайте вывод о важности автокорреляционной функции сигнала при проектировании устройств, использующих эти сигналы.

6) Сформулируйте рекомендации по применению ЛЧМ-сигналов и КФМ-сигналов в радиолокации.

Контрольные вопросы:

1) Определение оптимального и согласованного фильтра.
2) Отличие фильтровой и корреляционной обработки.
3) Что такое база сигнала?
4) Что такое коэффициент сжатия сложного сигнала?

Лабораторная работа № 3. *Корреляционные свойства сигналов (4 часа)*

Цели работы:

– совершенствование практических навык исследования корреляционных характеристик сложных сигналов.

Приборы и принадлежности: ПЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) Сформируйте прямоугольный радиоимпульс с заданными параметрами. Вычислите его автокорреляционную функцию, постройте ее график.

2) Сформируйте ЛЧМ-сигнал такой же длительности с заданными параметрами. Вычислите его автокорреляционную функцию, постройте ее график.

3) Проведите то же исследование для КФМ-сигнала.

4) Сравните корреляционные функции сигналов. Сделайте вывод о влиянии внутриимпульсной модуляции на эффективную ширину спектра и форму корреляционной функции сигнала.

5) Сравните графики корреляционных функций сигналов с полученными ранее откликами согласованных фильтров для этих сигналов. Сделайте вывод о важности знания автокорреляционной функции сигнала при проектировании устройств, использующих эти сигналы.

6) Сформулируйте рекомендации по применению простых и сложных сигналов в радиолокации.

Контрольные вопросы:

1) Определение автокорреляционной функции сигнала.
2) В чем разница автокорреляционной и взаимной корреляционной функций?
3) Как выглядит автокорреляционная функция белого шума?
4) Как связаны интервал корреляции и эффективная ширина спектра сигнала?
5) Как изменится интервал корреляции белого шума после его прохождения через узкополосный фильтр?
6) Определение полосы пропускания фильтра.
7) Определение неискажающего фильтра.

Самостоятельная работа

1. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.

Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям включает в себя изучение теоретического материала по теме занятия, подготовку ответов на вопросы к защите лабораторной работы, а также, в случае необходимости, обработку результатов измерений и вычисление погрешностей. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы приведены в планах лабораторных занятий. Выполнение студентами данного вида самостоятельной работы проверяется преподавателем на соответствующем лабораторном занятии.

Выполнение лабораторной работы включает в себя три основных этапа:

1) *Самостоятельная подготовка студента к выполнению лабораторной работы*. На данном этапе студент самостоятельно изучает методические указания по выполнению лабораторной работы, учебную литературу по теме лабораторной работы, выполняет заготовку отчета и изучает необходимые для исследования программы.

2) *Выполнение лабораторной работы (проведение эксперимента) и обработка экспериментальных данных*. На данном этапе студент получает допуск к выполнению лабораторной работы и проводит эксперимент, занося полученные данные в заготовку отчета. Все результаты моделирования и вычислений обязательно контролируются преподавателем, который отмечает их правильность своею подписью в отчете. Затем студент самостоятельно проводит необходимый анализ, а при необходимости обработку результатов эксперимента и на основании полученных данных делает вывод о достижении цели лабораторной работы.

3) *Защита лабораторной работы* включает в себя проверку преподавателем письменного отчета студента о выполненной лабораторной работе, а также беседу преподавателя со студентом по вопросам, касающимся теории изучаемого явления, методики проведения моделирования и вычислений, обработки полученных экспериментальных данных.

2. Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса

Часть теоретических вопросов курса выносится на самостоятельное изучение студентами. При самостоятельном изучении вопроса студент должен познакомиться с содержанием соответствующей темы по одному из учебников, указанных в списке основной литературы, при необходимости могут использоваться источники из списка дополнительной литературы, а также рекомендованные ресурсы сети «Интернет». По каждому вопросу необходимо составить конспект, по возможности включающий следующие пункты:

– краткая история появления сложных сигналов и вклад отечественных ученых;

– основные положения теории сигналов, математический аппарат, применяемый для моделирования и вычислений;

– основы создания математических моделей описываемого технического процесса и выводы из нее;

– экспериментальная проверка справедливости теории, собственно модели и выводов из нее;

– практическое применение сложных сигналов, использование их характеристик в процессе проектирования радиотехнических устройств.

Конспекты, составленные студентами, проверяются преподавателем во время лабораторных занятий и зачета.

Каждый студент получает 10 индивидуальных задач для самостоятельного решения

Примеры задач для самостоятельного решения

Задача 1. Записать математическую модель и построить временную диаграмму одиночного прямоугольного радиоимпульса с параметрами (*n* - номер по журналу): амплитуда - *n* мВ, длительность импульса $\tau_и = n$ мкс, период – 0,1 *n* мкс, начальная фаза - *n*°, начальная задержка – 0,1 $\tau_и$. Вычислить спектр сигнала, по графику АЧС измерить ЭШС, сравнить с расчетной.

Задача 2. Используя данные задачи 1, записать математическую модель для пачки из 10 импульсов периодической последовательности радиоимпульсов со скважностью 5. Изобразить график АЧС, определить ЭШС, сравнить с результатами задачи 1.

Задача 3. Определить дальность действия РЛС в свободном пространстве по цели с ЭПР 10 м^2 при импульсной мощности зондирующего сигнала 3 МВт, скважности 1000, длительности импульса 5 мкс, чувствительности приемника по мощности 10^{-12} Вт, коэффициенте усиления антенны 10^4.

Задача 4. Рассчитать и построить графики плотностей вероятности гаусового шума с нулевым средним и дисперсией $\sigma^2 = n$ мВ^2 и смеси сигнал+шум с параметрами сигнала из

задачи 1. Изобразить временной график смеси сигнал+шум, показать порог обнаружения по критерию Неймана-Пирсона.

Задача 5. Определить потенциальную точность измерения дальности в РЛС, использующей ЛЧМ импульс длительностью 10 мкс с девиацией частоты 1 МГц.

Задача 6. Определить потенциальную точность измерения дальности в РЛС, использующей 13-позиционный КФМ импульс длительностью 100 мкс.

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение

Для самостоятельной работы студент выбирает 10 вопросов из приведенного перечня.

1) Чем OFDM-сигналы отличаются от традиционных радиолокационных (ЛЧМ, КФМ, импульсных)?
2) Принцип ортогональности поднесущих. Примеры ортогональных сигналов.
3) Принцип работы OFDM-радара.
4) Как с помощью OFDM определить дальность до цели?
5) Как с помощью OFDM определить скорости цели?
6) Структура MIMO-радиолокатора.
7) Использование OFDM в автомобильных радарах.
8) Длина циклического префикса и ее влияние на точность измерений.
9) OFDM против ЛЧМ: что лучше для разных типов радиолокации?
10) Когда выгоднее использовать OFDM, а когда - классические методы?
11) Как организовать эксперимент по обнаружению целей с OFDM?
12) Определение, характеристики и примеры сигналов с фазовой модуляцией.
13) Определение, характеристики и примеры сигналов с фазовой манипуляцией.
14) Определение, характеристики и примеры сигналов с частотной модуляцией.
15) Определение, характеристики и примеры сигналов с амплитудной модуляцией.
16) Определения и примеры частотных характеристик радиотехнических цепей.
17) Определения и примеры временных характеристик радиотехнических цепей.
18) Определения и примеры характеристик цифровых фильтров.
19) Вклад отечественных ученых в развитие радиотехники.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1. Решение задач для самостоятельного решения

Критерии оценивания задач для самостоятельного решения (перечень задач приведен в разделе «Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса»).

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задачи	1
2) Все величины, заданные по условию задачи, выражены в СИ	1
3) Приведен рисунок (схема электрической цепи), соответствующий условию задачи	1
4) Проведен анализ условия задачи, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче	1
5) Приведены формулировки и математические уравнения основных законов, положенных в основу решения задачи	1
6) Записана система математических уравнений, используемых при решении задачи	1
7) Приведено решение системы математических в общем виде уравнений	1
8) Проведен анализ итоговой формулы на соответствие единиц измерения	1

9) Получен правильный численный ответ на вопрос задачи	1
10) Проведен анализ полученного результата	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 10

Оценка «зачтено» - 5 баллов и более; оценка «не зачтено» - менее 5 баллов.

2. Подготовка конспекта по вопросам, выносимым на самостоятельное изучение (перечень вопросов приведен в разделе «Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса»).

Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Соответствие представленного материала поставленному вопросу	1
2) Полнота изложения ответа (представлены все необходимые теории, понятия, факты и пр.)	1
3) Логика изложения материала (материал выстроен в логической последовательности, соблюдается схема причина – следствие, предпосылка – вывод)	1
4) Глубина изложения ответа (представлены не только основные положения теорий и законы, но и получены и обоснованы выводы из них)	1
5) Конспект сопровождается рисунками и схемами, необходимыми для пояснения теоретических положений	1
6) Приведены примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
7) При подготовке ответа на вопрос использованы дополнительные источники информации	1
8) Работа оформлена грамотно, не содержит опечаток и ошибок, форматирование текста соответствует общепринятым требованиям	1
9) Представлен краткий устный доклад на практическом занятии по вопросу, выносимому на самостоятельное изучение	1
10) Студент ответил на дополнительные вопросы преподавателя по конспекту	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 10

Оценка «зачтено» - 5 баллов и более; оценка «не зачтено» - менее 5 баллов.

3. Выполнение и защита лабораторной работы (задания к лабораторным занятиям и вопросы для защиты приведены в планах лабораторных занятий)

Критерии оценивания лабораторной работы

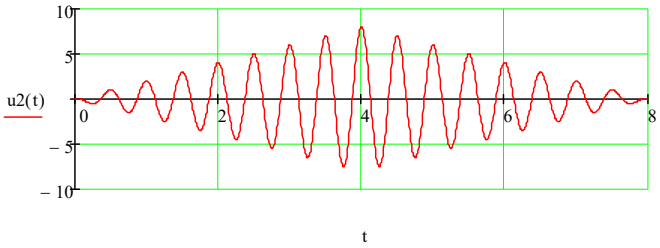
Показатель	Количество баллов
1) Лабораторная работа выполнена вовремя на соответствующем занятии в соответствии расписанием	1
2) По результатам выполнения лабораторной работы получены корректные результаты и данные	1
3) Отчет по лабораторной работе соответствует шаблону и содержит все необходимые пункты	1
4) Отчет по лабораторной работе включает в себя результаты моделирования по всем обязательным пунктам задания	1
5) Отчет по лабораторной работе содержит все необходимые чертежи и графики	1

6) На защите лабораторной работы студент дал правильные и полные ответы на поставленные преподавателем контрольные вопросы (5 вопросов)	1* 5 вопросов
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 10

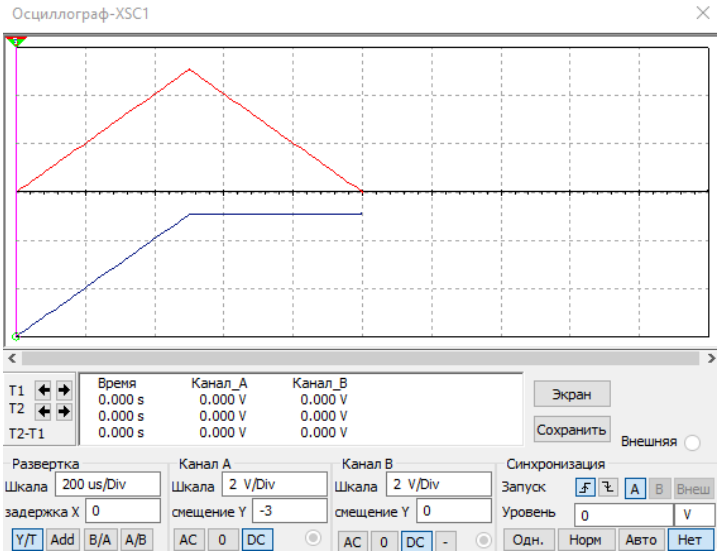
Оценка «зачтено» – 3 балла и более по результатам выполнения лабораторной работы (п.1-5 критериев оценивания) и 3 балла и более по результатам защиты лабораторной работы (п. 6 критериев оценивания), оценка «не зачтено» - менее 3 баллов по результатам выполнения лабораторной работы и/или менее 3 баллов по результатам защиты лабораторной работы.

4. Тест

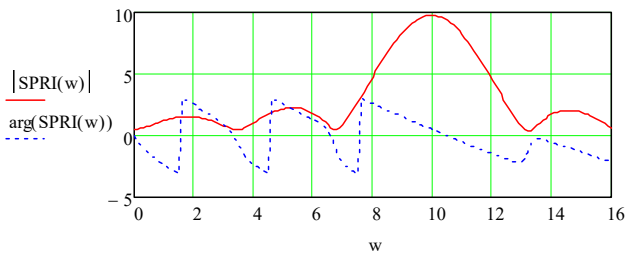
№ 1. На рисунке приведен результат моделирования отклика согласованного фильтра на воздействие отраженного сигнала РЛС. Определить параметры, записать математическую модель и построить временной график входного сигнала фильтра.



№ 2. На экране осциллографа приведен отклик согласованного фильтра. Определить параметры, записать математическую модель и построить временной график входного сигнала.



№3 По графику АЧС определить параметры, записать математическую модель и построить временной график сигнала. Ось частот проградуирована в Мрад/с.



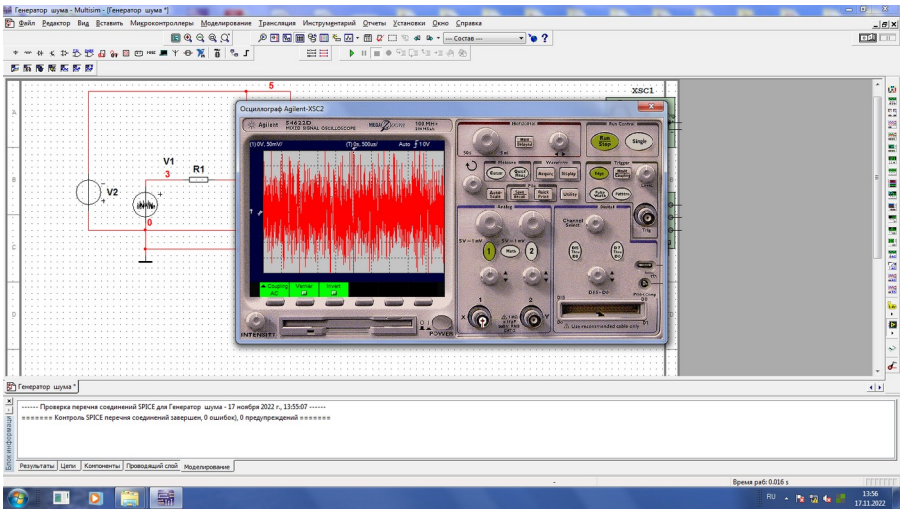
№ 4. Какую функцию выполняет оператор Mathcad «heaviside step»?
1. Вычисляет переходную характеристику цепи.
2. Формирует дельта-функцию Дирака.
4. Формирует единичную ступенчатую функцию Хевисайда.
5. Формирует прямоугольный видеоимпульс с заданными параметрами.

№5 Математическое соотношение для вычисления автокорреляционной функции $R(\tau)$ сигнала $u(t)$ имеет вид:

1. $R(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty} u(t)\cdot u(t-\tau)dt$ 2. $R(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty} u(t)\cdot u(t-\tau)d\tau$

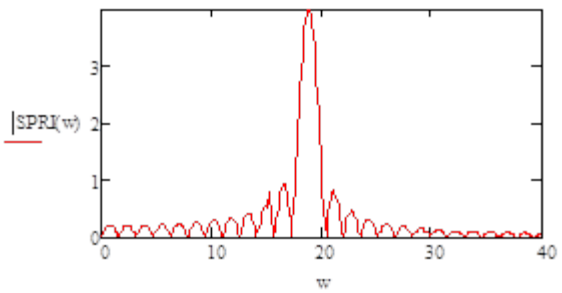
3. $R(t)=\int_{-\infty}^{\infty} u(t)\cdot u(t-\tau)d\tau$ 4. $R(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty} u(\tau)\cdot u(t-\tau)dt$

№ 6. Чему равно математическое ожидание случайного сигнала, вид которого представлен на экране осциллографа?



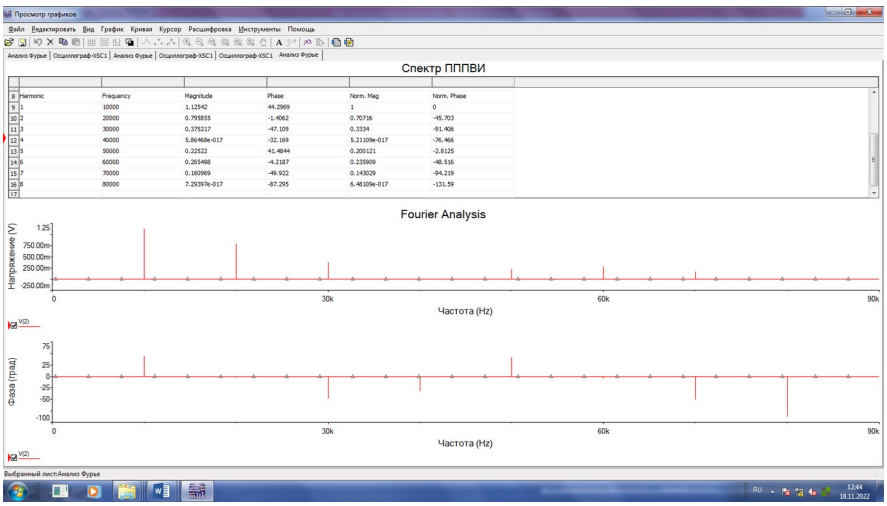
1. 50 мВ; 2. 1 В; 3. 0 В; 4. 1 В.

№7. В результате моделирования получен амплитудно-частотный спектр сигнала. Определить вид сигнала, его частоту и его длительность. Центральная частота спектра ω=18,85 рад/с.



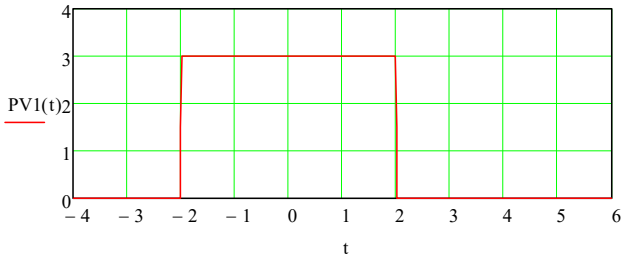
1. ПРИ, $\tau_и \approx 4$ с, $f_0 \approx 3$ Гц; 2. ПВИ, $\tau_и \approx 4$ с, $f_0 \approx 3$ Гц; 3. ПРИ, $\tau_и \approx 3$ с, $f_0 \approx 4$Гц;
4. ПВИ, $\tau_и \approx 3$ с, $f_0 \approx 4$ Гц.

№ 8. По параметрам спектра периодического сигнала определить его скважность



1. $q = 2$. 2. $q = 3$. 3. $q = 4$. 4. $q = 5$.

№ 9. Записать математическую модель сигнала с нулевой начальной задержкой, большей на 2 с длительностью и большей на 1 В амплитудой, чем приведенного на осциллограмме.



Критерии оценивания теста:

10 баллов – 96% и более правильных ответов
9 баллов – 91-95% правильных ответов
8 баллов – 86 – 90% правильных ответов
7 баллов – 81-85% правильных ответов
6 баллов – 76-80% правильных ответов
5 баллов – 71-75% правильных ответов
4 балла – 66-70% правильных ответов
3 балла – 61-65% правильных ответов
2 балла – 56-60% правильных ответов
1 балл – 51-55% правильных ответов
0 баллов – менее 51% правильных ответов

Зачтено – 4 балла и более
Не зачтено – менее 4 баллов

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации – **зачет**

Для определения уровня сформированности компетенций применяется процедура независимой оценки. Независимая оценка уровня сформированности компетенций осуществляется комиссией (с возможностью привлечения внешних экспертов со стороны работодателей). В состав комиссии входят 3 преподавателя: заведующий кафедрой – председатель комиссии и независимый эксперт, преподаватель, ведущий лабораторные занятия по дисциплине «Сложные сигналы в радиолокации и радионавигации»,

преподаватель кафедры – независимый эксперт. Зачет проходит в форме просмотра портфолио.

Требования к структуре и содержанию портфолио

Портфолио студента включает в себя следующие виды деятельности и их оценки:

№ п/п	Вид деятельности	Количество заданий	Пороговая оценка	Максимальная оценка
1.	Конспекты ответов на вопросы, выносимые на самостоятельное обучение	10 вопросов	50	100
2.	Письменные решения задач для самостоятельной работы	10 задач	50	100
3.	Выполнение и защита лабораторной работы	3 лабораторные работы	18	30
4.	Пройденный тест	1 тест	4	10

Критерии и показатели оценивания портфолио по уровням

Уровень	Критерии и показатели оценивания
10 баллов	По результатам оценки портфолио набрано 93-100% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
9 баллов	По результатам оценки портфолио набрано 86-92% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
8 баллов	По результатам оценки портфолио набрано 79-85% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
7 баллов	По результатам оценки портфолио набрано 71-78% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
6 баллов	По результатам оценки портфолио набрано 64-70% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
5 баллов	По результатам оценки портфолио набрано 57-63% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
4 балла	По результатам оценки портфолио набрано 50-56% от максимально возможного количества баллов, при этом по всем видам деятельности достигнуты пороговые значения
3 балла	По результатам оценки портфолио набрано 36-49% от максимально возможного количества баллов и/или хотя бы по одному из видов деятельности не достигнуто пороговое значение
2 балла	По результатам оценки портфолио набрано 21-45% от максимально возможного количества баллов и/или хотя бы по одному из видов деятельности не достигнуто пороговое значение
1 балл	По результатам оценки портфолио набрано менее 21% от максимально возможного количества баллов и/или хотя бы по одному из видов деятельности не достигнуто пороговое значение

Таблица перевода оценок из 10-ти бальной системы в бинарную систему

Оценка по 10-ти бальной системе	Оценка по бинарной системе
10, 9, 8, 7,6,5,4	зачтено
3, 2, 1	не зачтено

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Нефедов В. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов; под редакцией В. И. Нефедова. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19219-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/561145.

2. Попов В. П. Основы теории цепей: учебник для вузов / В. П. Попов. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 602 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20532-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/558329.

3. Белов Л. А. Радиоэлектроника. Формирование стабильных частот и сигналов: учебник для вузов / Л. А. Белов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14694-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563824.

7.2 Дополнительная литература

1. Белов Л. А. Радиоэлектроника. Формирование стабильных частот и сигналов: учебник для вузов / Л.А. Белов. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 268 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/479061.

2. Штыков, В. В. Введение в радиоэлектронику: учебник и практикум для вузов / В. В. Штыков. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 228 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/471059.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. https://dcaclab.com – онлайн симулятор электрической цепи.
2. Информационно-поисковый портал по электронике: http://radionet.com.ru/.
3. Электротехнический портал для студентов вузов и инженеров: http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/.

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, мультимедиапроектором, ноутбуком, колонками и интерактивной доской.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью.

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащенная стандартной учебной мебелью и оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ.

ПЭВМ – 25 шт.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», а также доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.