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.О.13. Теория и техника 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: кандидаттехнических наукП.А.Жигунов

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

Заведующий кафедрой _____ Зайцев А.В.

Смоленск
2025

1.Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Теория и техника радиолокации и радионавигации» включена в обязательную часть основной образовательной программы по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность (профиль) – Математическое и программное обеспечение цифровых радиотехнических систем и комплексов).

Для освоения дисциплины «Теория и техника радиолокации и радионавигации» обучающийся должен обладать знаниями, умениями и навыками, полученными в результате изучения дисциплин «Физика», «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электромагнитные поля и волны, электродинамика и распространение радиоволн», «Статистическая радиотехника» уровня бакалавриата.

В процессе изучения дисциплины обучающиеся приобретают знания об общих технических требованиях к радиолокационным и радионавигационным системам и комплексам; о конструкции, принципе действия, основных характеристиках радиоэлектронных систем и комплексов; методах технического сопровождения и средствах контроля технического состояния радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов; навыки по планированиюмероприятий по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем и комплексов при непосредственной их эксплуатации, хранении, транспортировании; проведению рекламационной работы для устранения возникших во время эксплуатации неисправностей в радиолокационных и радионавигационных системах, комплексах и их составных частях.

В результате изучения дисциплины «Теория и техника радиолокации и радионавигации»обучающиеся приобретают знания, умения и навыки, необходимые для успешного прохождения практики, выполнения научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1. Способен к проведению научных исследований, включая постановку задачи исследования, моделирование объектов и процессов в целях оптимизации их параметров, проведение экспериментальных исследований и подготовку отчетов и публикаций	**Знает**: принципы подготовки и проведения научных исследований, математические и информационные модели, методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических систем и комплексов, методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач, способы организации и проведения экспериментальных исследований. **Умеет**: планировать порядок проведения научных исследований, формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических систем и комплексов, применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования, самостоятельно проводить экспериментальные исследования. **Владеет**: навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования, математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники, навыками разработки стратегии и методологии исследования радиотехнических систем и

	комплексов, навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.
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

Радиолокационные сигналы и цели. Общие технические требования к радиолокационным и радионавигационным системам и комплексам; сведения о принципе действия, характеристиках радиолокационным и радионавигационных систем и комплексов; методы и средства контроля технического состояния радиоэлектронных систем и комплексов.

О*бщие сведения о радиолокации (РЛ).* Основные понятия, определения и задачи радиолокационных и радионавигационных системах и комплексах.Физические явления, используемые в радиолокации. Основные технические характеристики радиолокационных и радионавигационных систем.

*Математические модели (ММ) зондирующих РЛ сигналов.*Классификация зондирующих РЛ сигналов. Математические модели зондирующих РЛ сигналов. Параметры одиночного радиоимпульса. Радиоимпульсы с линейной частотной модуляцией и кодовой фазовой манипуляцией

Оценка временных и частотных характеристик типовых ЗС. Компьютерные моделирование типовых зондирующих сигналов.Определение временных характеристик периодических последовательностей простых радиоимпульсов для обеспечения заданных показателей по обнаружению типов объектов. Определение дальности действия РЛС по низколетящим целям.

Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) РЛ целей (РЛЦ). Явление вторичного излучения электромагнитных волн (ЭМВ). Эффективная площадь рассеивания

радиолокационных целей. Диаграмма обратного вторичного излучения (ДОВИ). Модели РЛЦ.

Исследование рассеивающих свойств моделей РЛЦ. Исследование эффективной площади рассеивания простейших отражателей. Исследование ЭПР моделей радиолокационных целей.

Обнаружение и разрешение радиолокационных сигналов. Дальность действия радиолокационных систем. Основное уравнение радиолокации.

Радиолокационный обзор. Показатели качества и правило оптимального обнаружения. Обзор по дальности. Обзор по угловым координатам. Показатели качества процедуры обнаружения. Правило оптимального обнаружения.

*Достаточная статистика для сигнала со случайными параметрами.*Достаточная статистика для сигнала со случайной начальной фазой. Достаточная статистика для сигнала со случайной амплитудой и фазой.

Исследование корреляционных обнаружителей.

Структурная схема корреляционного обнаружителя сигнала с детерминированными параметрами Структурная схема корреляционного обнаружителя сигнала со случайными параметрами. Корреляционный обнаружитель с псевдоквадратурной обработкой сигналов.

Основы статистической теории разрешения сигналов. Принцип неопределенности.

Мера разрешающей способности. Разрешающая способность по дальности, угловым координатам и радиальной скорости. Совместное разрешение по дальности и радиальной скорости. Тела и принцип неопределенности.

Расчет разрешающей способности РЛС. Определение величины элемента разрешения при использовании одиночного импульса. Расчет разрешающей способности радиолокационной станции при использовании сложных сигналов.

Оптимальная фильтрация радиолокационных сигналов.

Принципы построения устройств оптимальной и согласованной фильтрации в радиолокационных и радионавигационных системах и комплексах.

Импульсная и частотная характеристика оптимального фильтра одиночного импульса. Импульсная характеристика оптимального фильтра одиночного импульса. Частотная характеристика оптимального фильтра одиночного импульса.Квазиоптимальный фильтр одиночного радиоимпульса.

*Исследование квазиоптимальных фильтров для кодофазоманипулированного и линейно частотно модулированных радиоимпульсов.*Структурная схема квазиоптимальных фильтровКФМ радиоимпульса. Определение базы сигнала при сжатии сложных (широкополосных) сигналов.

Импульсных измерители дальности и радиальной скорости.

Следящие измерителя дальности. Измерение радиальной скорости цели для непрерывных сигналов. Расчет измерителей скорости при импульсном излучении.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	**Радиолокационные сигналы и цели**	**34**	**6**	**8**	**20**
1.1	Общие сведения о радиолокации (РЛ) и радионавигации (РН).	6	2	-	4
1.2	Математические модели (ММ) зондирующих РЛи РН сигналов.	6	2	–	4
1.3	Исследование временных и частотных характеристик типовых ЗС	8	-	4	4

1.4	Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) РЛ целей (РЛЦ)	6	2	–	4
1.5	Исследование рассеивающих свойств моделей РЛЦ	8	-	4	4
2	**Обнаружение и разрешение радиолокационных сигналов**	**20**	**4**	**4**	**12**
2.1	Радиолокационный обзор. Показатели качества и правило оптимального обнаружения	6	2	-	4
2.2	Достаточная статистика для сигнала со случайными параметрами	6	2	–	4
2.3	Исследование корреляционных обнаружителей.	8		4	4
3.	**Оптимальная фильтрация радиолокационных сигналов**	**18**	**4**	**2**	**12**
3.1	Импульсная и частотные характеристики оптимального фильтра одиночного радиоимпульса	6	2	-	4
3.2	Исследование квазиоптимальных фильтров для сложных радиоимпульсов	6	-	2	4
3.3	Импульсные измерители дальности и радиальной скорости.	6	2	-	4
	ИТОГО	**72**	**14**	**14**	**44**

5. Виды учебной деятельности
Занятия лекционного типа

Лекция № 1.*Общие сведения о радиолокации (РЛ) и радионавигации (РН).*Основные понятия, определения и задачи радиолокационных и радионавигационных системах и комплексах. Физические явления, используемые в РЛ и радионавигации. Основные технические характеристики радиолокационных и радионавигационных систем.

Лекция № 2. *Математические модели (ММ) зондирующих РЛ и РН сигналов*.Классификация зондирующих РЛ сигналов. Математические модели зондирующих РЛ сигналов. Параметры одиночного радиоимпульса. Сложные радиолокационные и радионавигационные сигналы. Радиоимпульсы с линейной частотной модуляцией и кодовой фазовой манипуляцией.

Лекция № 3.*Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) РЛ целей (РЛЦ).*Явление вторичного излучения электромагнитных волн (ЭМВ). Эффективная площадь рассеивания радиолокационных целей. Диаграмма обратного вторичного излучения (ДОВИ). Модели РЛЦ.

Лекция № 4. *Радиолокационный обзор. Показатели качества и правило оптимального обнаружения*. Обзор по дальности.Обзор по угловым координатам. Показатели качества процедуры обнаружения. Правило оптимального обнаружения.

Лекция № 5. *Достаточная статистика для сигнала со случайными параметрами*.Достаточная статистика для сигнала со случайной начальной фазой.Достаточная статистика для сигнала со случайной амплитудой и фазой.

Лекция № 6.*Импульсная и частотные характеристики оптимального фильтра одиночного радиоимпульса.* Импульсная характеристика оптимального фильтра одиночного импульса.Частотная характеристика оптимального фильтра одиночного импульса.Квазиоптимальный фильтр одиночного радиоимпульса.

Лекция № 7.*Импульсные измерители дальности и радиальной скорости.* Следящие измерителя дальности. Измерение радиальной скорости цели для непрерывных сигналов. Расчет измерителей скорости при импульсном излучении.

Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

Лабораторная работа № 1.*Исследование временных и частотных характеристик типовых ЗС (4 часа).*

Цели работы:

– изучить типовые воздействия для оценки временных и частотных характеристик типовых зондирующих сигналов в радиолокации и радионавигации;

– изучить правила перехода от временных характеристик сигналов к частотным и обратно;

– научиться выполнять исследование временных и частотных характеристик типовых зондирующих сигналов в радиолокации и радионавигации.

Приборы и принадлежности:Персональные ЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) Выполните моделирование в среде MatchCADтипового воздействия в виде импульса включения;

2) Выполните моделирование в среде MatchCADи определите спектр одиночного прямоугольного импульса;

3) В среде моделирования найдите импульсную характеристику согласованного фильтра с импульсной характеристикой ОРИ.

Контрольные вопросы:

1) Понятие зондирующий сигнал.
2) Типовые воздействия в радиотехнике
3) Спектр одиночного прямоугольного радиоимпульса.
4) Как связаны понятия период следования импульсов и частота следования импульсов.
5) Эффективная ширина спектра сигнала.

Лабораторное занятие №2. *Исследование рассеивающих свойств моделей РЛЦ (4 часа)*

Цели работы:

– изучить типовые модели радиолокационных целей в дальней зоне радиолокации и радионавигации;

– изучить типы рассевающих свойств целей диффузное и зеркальное рассеивание, зеркальное отражение (область рассеивания в пределах первой зоны Френеля);

– научиться выполнять исследование временных отражающих свойств моделей радиолокационных целей первого и второго типов.

Приборы и принадлежности:Персональные ЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) Выполните моделирование в среде MatchCADтиповой модели радиолокационной цели в виде совокупности локальных центров рассеивания;

2) Выполните моделирование в среде MatchCADи определите положение локального центра рассевания для модели сложной РЛЦ;

3) В среде моделирования найдите импульсную характеристику для типовой модели РЛЦ ее импульсную характеристику.

Контрольные вопросы

1. Каким образом зависит ЭПР от дальности до цели?
2. В каких единицах измеряется ЭПР полуволнового диполя?
3. Что представляет из себя простейшая модель сложной радиолокационной цели.
4. Что такое ДОВИ?
5. Что такое коэффициент изрезанности ДОВИ?
6. В каком диапазоне длин волн в радиолокации ДОВИ наименее изрезана?
7. Чем определяется ширина главного лепестка ДОВИ прямоугольной пластины.

Лабораторной занятие №3. *Исследование корреляционных обнаружителей. (4 часа)*

Цели работы:

– изучить основные виды корреляционных обнаружителей типовых радиолокационных и радионавигационных сигналов;

– исследоваткорреляционный обнаружитель одиночного прямоугольного радиоимпульса;

– исследоваткорреляционный обнаружитель сложных радиолокационных и радионавигационных сигналов (ЛЧМ и КФМ сигналов);

Приборы и принадлежности:Персональные ЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) С использованием программы исследования электронных схем и компонентов собрать модель корреляционного обнаружителя одиночного прямоугольного радиоимпульса, с детерминированными параметрами наблюдать огибающую корреляционной функции на выходе коррелятора оценить время корреляции и момент достижения максимума корреляционного интеграла на выходе коррелятора;

2) С использованием программы исследования электронных схем и компонентов собрать модель корреляционного обнаружителя одиночного ЛЧМ радиоимпульса, выполнить схему коррелятора на ДУЛЗ наблюдать огибающую сигнала на выходе коррелятора оценить время корреляции и момент достижения максимума корреляционного интеграла на выходе коррелятора

Контрольные вопросы

1. Чему равно время корреляции для функции Дирака?

2.Определить время корреляции ЛЧМ-импульса длительностью 10 мкс с базой сигнала равной 10.

3. Чему равна максимальная база КФМ-сигнала кодированного по коду Баркера.

4. Критерии Байеса и Неймана–Пирсона.

5. Модели полезного сигнала, соответствующие им достаточные статистики и структуры оптимальных обнаружителей.

Лабораторное занятие №4. *Исследование квазиоптимальных фильтров для сложных радиоимпульсов. (2 часа)*

Цели работы:

– изучить основные виды фильтровых обнаружителей типовых радиолокационных и радионавигационных сигналов;

– изучить основные виды фильтровых обнаружителей сложных радиолокационных сигналов с использование цифровых фильтров;

– научиться выполнять исследование цифровых фильтров с бесконечными и конечными импульсными характеристиками.

Приборы и принадлежности:Персональные ЭВМ по числу обучающихся.

Задания:

1) Выполнить моделирование квазиоптимального фильтра для простого прямоугольного импульса заданной длительности разработать принципиальную схему согласованного фильтра в форме резонансного усилителя на промежуточной частоте равной 30 МГц, выполненного на биполярном транзисторе при использовании питающего напряжения 12 В минус источника соединен с корпусом. Создать модель устройства в среде моделирования электронных схем и компонентов и подтвердить показатели обнаружения сигнала на модели.

2) Выполнить исследование квазиоптимального фильтра для ЛЧМ импульса заданной длительности, с девиацией частоты 2 МГц разработать принципиальную схему корреляционного приемника в виде корреляционного приемника на ДУЛЗ на частоте равной 5 МГц. Создать модель устройства в среде моделирования электронных схем и компонентов и подтвердить показатели обнаружения сигнала на модели

Контрольные вопросы

1. Постановка задачи обнаружения радиолокационной цели.

2.Критерии Байеса и Неймана–Пирсона.

3. Модели полезного сигнала, соответствующие им достаточные статистики и структуры оптимальных обнаружителей.

4. Назначение и структура фильтрового обнаружителя.

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 экспериментальную установку, приборы и оборудование.

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 проведенные измерения обязательно проверяются преподавателем, который отмечает их правильность своею подписью в отчете. Затем студент самостоятельно проводит необходимую математическую 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 эксперимента, 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:

– основные принципы радиотехники положенные в основу построения радиолокационных и радионавигационных систем;

– основные физические законы и математический аппарат используемый при анализе устройств предметной области дисциплины;

– математическая модель применяемые при углубленном изучении описываемого явления и выводы из нее;

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

– практическое применение описываемого явления, процесса.

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

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение

1. Понятие «блестящей» точки.
2. Характеристика низкочастотной области рассеивания.
3. Характеристика высокочастотной (квазиоптической) области рассеивания.
4. Характеристика модели радиолокационной цели второго вида.

5.Диапазон вероятности ложной тревоги при обнаружении воздушных объектов в РЛС.

6.Одиночный прямоугольный радиоимпульс. Спектр одиночного прямоугольного радиоимпульса.

7.Эффективная ширина спектра сигнала.

8. Количественные показатели качества процедуры обнаружения.

9. Правило оптимального обнаружения и обобщенная структура оптимального обнаружителя.

10.Отличие псевдоквадратурной обработки сигналов от квадратурной обработки.

3. Задачи для самостоятельного решения

Методические рекомендации студенту по самостоятельному выполнению заданий. Перед выполнением заданий студенту рекомендуется познакомиться с необходимыми физическими теориями и законами, используя материалы лекций (групповых занятий), а также источники из списка основной и дополнительной литературы, ресурсы сети «Интернет».

Выполнение каждого задания должно содержать следующие пункты:

1) Краткая запись условия размещается в левом верхнем углу листа и отделяется от основного решения вертикальной линией. В краткую запись включаются буквенные обозначения величин, заданных по условию задачи, и их количественные значения в единицах СИ. Также в краткую запись условия включаются величины, значения которых необходимо найти по условию для выполнения задания. Неизвестные величины отделяются от известных горизонтальной чертой.

2) Рисунок размещается справа от краткой записи условия. На рисунке необходимо схематически изобразить физическую ситуацию, описываемую в условии задания. Особое внимание следует уделить рисункам к заданиям требующих помимо измерений дополнительных вычислений. По возможности, на рисунке следует указать основные величины, известные по условию задания, а также искомые величины.

3) Анализ условия размещается под рисунком и включает в себя указание тех физических теории и законов, на применении которых основывается выполнение задания. Анализ условия также может включать объяснение явлений и процессов, описываемых в условии задания.

4) Запись необходимых математических соотношений, отражающих физические процессы и законы, используемые привыполнения задания. При записи математических соотношений необходимо следить, чтобы в них входили только известные и искомые физические величины.

5) Решение составленной системы математических уравнений приводится в полном объеме, без сокращений и записей вида «путем несложных математических преобразований получим…».

6) Анализ полученного ответа проводится по нескольким направлениям. Следует проверить единицу измерения полученной величины, проанализировать численное значение на соответствие условию задания и логическую непротиворечивость. После анализа результата, следует записать и проанализировать ответ заданию.

Задача 1. Построить временную диаграмму для одиночного зондирующего сигнала математическая модель которого описывается уравнением следующего вида:

$$U_{м}(t)=¿\left\{5\cos\left(314t+\frac{\pi}{2}\right),\ \text{если}\ \ 5*10^{-6}\le t\le 6*10^{-6}¿¿¿¿\right. \quad (1)$$

Задача 2. Используя выражения (1) записать математическую модель для периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов с частотой следования импульсов 1000 Гц.

Задача 3. Определить ЭПР полуволнового вибратора длиной 1 метр при резонансном отражении.

Задача 4. Длина полуволнового вибратора равна 1 метр определить частоту первого резонанса.

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

Задача 6. Определить дальность действия РЛС в атмосфере земли на длине волны 0,3 м, по цели с ЭПР 1 $м^2$, импульсной мощности зондирующего сигнала 2 МВт, скважности 2000, длительности импульса 30 мкс, чувствительности приемника по мощности 10^{-12} Вт, коэффициент усиления антенны 10^3

Задача 7. Изобразить графики плотностей вероятности шумов и смеси сигнал-шум и выставить порог принятия решения о наличии цели по критерию идеального наблюдателя.

Задача 8. Изобразить графики плотностей вероятности шумов и смеси сигнал-шум и выставить порог принятия решения о наличии цели по критерию минимума среднего риска.

Задача 9. Определить потенциальную точность измерения дальности в РЛС использующей ЛЧМ импульс длительностью 10 мкс, с девиацией частоты 1 МГц, амплитудой 5 КВ.

Задача 10. Определить потенциальную точность измерения дальности в РЛС использующей ЛЧМ импульс длительностью 100 мкс, с девиацией частоты 1 МГц, амплитудой 5 КВ.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1. Решение задач для самостоятельной работы и во время практических занятий.

Критерии оценивания решения задач

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

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

Критерии оценивания конспектов по 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.

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 лабораторныезанятия по дисциплине «Теория и техника 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.	Письменное решение задач для самостоятельной работы	10 задач	50	100
3.	Выполнение и защита лабораторной работы	4 лабораторные работы	24	40

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. Вадутов О.С. Электроника. Математические основы обработки сигналов: учебник и практикум для вузов. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 307 с. – URL: https://urait.ru/bcode/537281.

2. Воропаева О.Ф. Основы численного анализа динамических систем: учебник для вузов. – М.: Издательство Юрайт, 2025. –164 с. – URL: https://urait.ru/bcode/568925.

3. Белов Л. А. Радиоэлектроника. Формирование стабильных частот и сигналов: учебник для вузов – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 268 с. – URL: https://urait.ru/bcode/563824.

4. Коломейцева М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях: учебник для вузов – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 101 с. – URL: https://urait.ru/bcode/557536.

5. Нефедов В. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 319 с. – URL: https://urait.ru/bcode/561145.

6. Попов В. П. Основы теории цепей: учебник для вузов – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 602 с. – URL: https://urait.ru/bcode/558329.

7.2 Дополнительная литература

1. ДаниловС.Н. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: учебное пособие / С.Н. Данилов, А.В. Иванов.– Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. – 89 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/85976.htm.

2. Радиолокация для всех / В. С. Верба, К. Ю. Гаврилов, А. Р. Ильчук [и др.]; под редакцией В. С. Вербы. – Москва: Техносфера, 2020. – 504 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/99105.html.

3. Белоус А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. В 2-х книгах. Кн. 1: техническая энциклопедия / А. И. Белоус, Мерданов К. М., С. В. Шведов. – М.: Техносфера, 2021. – 782 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/108029.htm.

4. Белоус, А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. В 2-х книгах. Кн. 2: техническая энциклопедия / А. И. Белоус, Мерданов К. М., С. В. Шведов. — 3-е изд. —

М.: Техносфера, 2021. – 702 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/108030.html.

5. Белоус А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. В 2-х книгах. Кн. 2: техническая энциклопедия / А. И. Белоус, Мерданов К. М., С. В. Шведов. – М.: Техносфера, 2021. – 702 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/108030.html.

6. ШпенстВ.А. Радиолокационные системы и комплексы: учебник / В.А. Шпенст. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016. – 399 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/78141.html.

7. Радиолокационные системы: учебное пособие / В. В. Ахияров, С. И. Нефедов, А. И. Николаев [и др.]; под редакцией А. И. Николаева. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. – 352 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/94094.htm.

8. Общая теория радиолокации и радионавигации. Распространение радиоволн: учебник / А. Н. Фомин, В. А. Копылов, А. А. Филонов, А. В. Андронов; под редакцией А. Н. Фомина. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. – 318 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS: [сайт]. –URL: https://www.iprbookshop.ru/84268.html.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Каталог ГОСТ: радиотехнические материалы: https://internet-law.ru/gosts/2814/.
2. Справочник по радиокомпонентам отечественного производства: https://radio-komplekt.ru/handbook.php.
3. Технический справочник радиодеталей: https://radiosvod.ru/.
4. Справочник по микроконтроллерам: https://www.radioman-portal.ru/sprav/microcontrollers/.
5. Информационно-поисковый портал по электронике: http://radionet.com.ru/.
6. Реестр Федерального института промышленной собственности: https://www1.fips.ru/registers-web/.
7. Сервер CHIPINFO: база данных по электронным компонентам: http://www.chipinfo.ru/.
8. QRZ.RU: технический портал – Сайт для радиолюбителей: https://www.qrz.ru/beginners/.
9. Журнал сетевых решений LAN: https://www.osp.ru/lan
10. 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, интерактивной доской.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, оснащенная стандартной учебной мебелью, компьютерами, интерактивной доской, мультимедийным проектором.

Оборудование:

– генераторы сигналов для демонстрации радиолокационных зондирующих сигналов и осциллографы для их наблюдения и измерения параметров;

– прибор комбинированный ампервольтомметр для контроля технических характеристик радиотехнических устройств;

– осциллограф для контроля временных параметров радиолокационных и

радионавигационных устройств;

– узлы и компоненты радиолокационных и радионавигационных систем (устройства электропитания, формирователи зондирующих сигналов, ультразвуковые линии задержки, преобразователи сигналов, усилители сигналов, детекторы);

–набор электронных компонентов (резисторы различных номиналов, переменные резисторы, конденсаторы полярные и неполярные, катушки индуктивности и дроссели, электронные лампы, проходные конденсаторы, полупроводниковые диоды, стабилитроны и тиристоры, светоизлучающие диоды, транзисторы, оптроны, интегральные микросхемы и процессоры).

– измерительные приборы (аналоговые и цифровые, амперметры и вольтметры, ваттметры, мегометры, осциллографы, характериографы, анализаторы спектра).

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

9. Программное обеспечение

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

Система компьютерной математики MathCAD.

Программный комплекс «ElectronicsWorkbench» (свободная лицензия).

EasyEDA - онлайн-инструмент для создания схем и печатных плат (свободная лицензия).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.