**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**
**образовательное учреждение высшего образования**
**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет**
**им. Н.И. Лобачевского»**

**Балахнинский филиал ННГУ**

---

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

# Рабочая программа дисциплины

## МЕТОДЫ АНАЛИЗА, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Уровень высшего образования
**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки
**13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Направленность (профиль) образовательной программы
**ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА**

Квалификация

**БАКАЛАВР**

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

## Лист актуализации

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.13), ориентирована на подготовку выпускников к решению проектного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-1, определяемое индикаторами ПК-1.1, 1.2, 1.4.

Формирование компетенции ПК-1 начато в ходе освоения дисциплины Общая энергетика (ПК-1.3), Теория колебаний (ПК-1.1, 1.2), Электромагнитная совместимость (ПК-1.5), Электродинамика и распространение радиоволн (ПК-1.1, 1.2, 1.3), будет продолжено при освоении дисциплин Переходные процессы в электроэнергетических системах (ПК-1.5), Теория автоматического управления (ПК-1.4), Устройства сверхвысоких частот и антенны (ПК-1.4), Основы компьютерного проектирования и моделирования электрорадиотехнических систем (ПК-1.1, 1.2, 1.3) и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции** | | **Наименование оценочного средства** |
|---|---|---|---|
| | **Индикатор достижения компетенции** (код, содержание индикатора) | **Результаты обучения по дисциплине** | |
| ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов электротехники и электрорадиотехнических систем | ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования.<br>ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного и оптимального решения.<br>ПК-1.4. Демонстрирует способности в проектировании и реконструкции электрорадиотехнических систем, в компьютерном проектировании и моделировании. | Знает инструментальные средства компьютерного моделирования для решения исследовательских задач, методы синтеза алгоритмов работы оптимальных по критерию минимума среднего риска приёмных устройств радиосигналов.<br>Умеет работать с научно-технической информацией; проводить анализ параметров, обосновывать, оценивать и рассчитывать основные технические характеристики радиотехнических систем и комплексов.<br>Владеет навыком сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации о современных радиотехнических системах; навыком расчёта основных технических характеристик, анализа и оптимизации параметров радиотехнических систем и комплексов; языками и системами программирования; навыками использования современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта. | Вопросы к экзамену,<br>Вопросы к зачёту,<br>Вопросы практических занятий,<br>Задачи практических занятий, |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоёмкость дисциплины

| | очно-заочная форма обучения |
|---|---|
| Общая трудоёмкость | 7 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 252 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа):<br>- занятия лекционного типа<br>- занятия семинарского типа<br>- КСР | 63<br>30<br>30<br>3 |
| самостоятельная работа | 153 |
| Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен | 36 |

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе в очно-заочной форме | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего | |
| 1. Введение. Основные методологии проектирования РЭУ | 3 | 1 | | | 1 | 2 |
| 2. Структурно-функциональное описание проектируемой системы. | 5 | 1 | | | 1 | 4 |
| 3. Оптимизация как эффективная методология проектирования РЭУ | 11 | 2 | 2 | | 4 | 7 |
| 4. Численные методы поисковой оптимизации | 30 | 2 | 4 | | 6 | 24 |
| 5. Решение прикладных задач методами оптимизации. | 30 | 2 | 4 | | 6 | 24 |
| 6. Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования РЭУ | 28 | 2 | | | 2 | 26 |
| 7. Основные задачи оптимального приёма | 6 | 2 | | | 2 | 4 |
| 8. Оптимальное обнаружение и различение сигналов | 40 | 8 | 10 | | 18 | 22 |
| 9. Оптимальная оценка параметров сигнала | 34 | 6 | 6 | | 12 | 22 |
| 10. Оптимальная оценка (фильтрация) процессов | 26 | 4 | 4 | | 8 | 18 |
| КСР | 3 | | | | 3 | |
| Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен | 36 | | | | | |
| Итого | 252 | 30 | 30 | | 63 | 153 |

1) Введение. Основные методологии проектирования радиоэлектронных устройств (РЭУ). Компьютерное проектирование и моделирование.

2) Структурно-функциональное описание проектируемой системы. Прямая и обратная задача исследования.

3) Оптимизация как эффективная методология проектирования РЭУ.

4) Численные методы поисковой оптимизации. Компьютерное проектирование и моделирование.

5) Решение прикладных задач методами оптимизации. Компьютерное проектирование и моделирование.

6) Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования РЭУ.

7) Основные задачи оптимального приёма. Выбор целесообразного и оптимального решения. Статистическая модель системы связи. Формулировка задачи синтеза оптимального приёмного устройства. Критерии качества оценки сообщения. Классификация задач, решаемых системами связи.

8) Оптимальное обнаружение и различение сигналов. Общие соотношения для бинарной задачи различения. Статистика пространства принимаемых колебаний. Оптимальное различение двух детерминированных сигналов на фоне аддитивной нормальной помехи. Использование оптимальных линейных фильтров при построении оптимальных приёмников. Частотная характеристика оптимального фильтра (ОФ). Отношение сигнал/шум на выходе ОФ. Примеры синтеза ОФ для простых и сложных сигналов. Корреляционно-фильтровые варианты построения оптимальных приёмников. Оптимальное различение двух радиосигналов со случайными начальными фазами. Оптимальное некогерентное обнаружение радиосигналов. Оптимальное обнаружение случайного процесса. Выбор целесообразного и оптимального решения.

9) Оптимальная оценка параметров сигнала. Постановка задачи и практические критерии качества. Оценка параметра детерминированного сигнала на фоне аддитивной нормальной помехи. Оценка параметра радиосигнала со случайной начальной фазой на фоне аддитивной нормальной помехи. Оптимальное измерение амплитуды, смещения частоты, запаздывания радиосигнала. Выбор целесообразного и оптимального решения.

10) Оптимальная оценка (фильтрация) процессов. Основные соотношения гауссовой теории оптимальной фильтрации. Линейные фильтры, минимизирующие среднеквадратичную ошибку фильтрации. Основные соотношения марковской теории оптимальной фильтрации. Оптимальные демодуляторы АМ и ФМ сигналов. Подбор данных. Выбор целесообразного и оптимального решения.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форма (зачёт, экзамен)

## 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лабораторным и лекционным занятиям. Подготовка к выполнению и защите результатов лабораторных работ. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт, экзамен).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**, включающий:

## 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **плохо** | **Неудовлетворительно** | **Удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| | **Не зачтено** | | **Зачтено** | | | | |
| Знания | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки. |
| Умения | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов |
| Навыки | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочётами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

| **Оценка** | | **Уровень подготовки** |
|---|---|---|
| Зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на |

| | | |
|---|---|---|
| | | уровне «очень хорошо» |
| | Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| | Удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| Не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

**5.2.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**.

**5.2.1. Вопросы к экзамену**

| Вопросы | Код формируемой компетенции |
|---|---|
| 1) Статистическая модель системы связи. | ПК-1 |
| 2) Задача синтеза оптимального приёмного устройства. | ПК-1 |
| 3) Критерии качества оценки сообщения. | ПК-1 |
| 4) Классификация задач, решаемых системами связи. | ПК-1 |
| 5) Общие соотношения для бинарной задачи различения. | ПК-1 |
| 6) Статистика пространства принимаемых колебаний. | ПК-1 |
| 7) Алгоритм оптимального различения двух детерминированных сигналов на фоне аддитивной нормальной помехи. | ПК-1 |
| 8) Использование оптимальных линейных фильтров при построении оптимальных приёмников. | ПК-1 |
| 9) Частотная характеристика оптимального фильтра (ОФ). | ПК-1 |
| 10) Отношение сигнал/шум на выходе ОФ. | ПК-1 |
| 11) Примеры синтеза ОФ для простых и сложных сигналов. | ПК-1 |
| 12) Корреляционно-фильтровые варианты построения оптимальных приемников. | ПК-1 |
| 13) Алгоритм оптимального различения двух радиосигналов со случайными начальными фазами. | ПК-1 |
| 14) Алгоритм оптимального некогерентного обнаружения радиосигналов. | ПК-1 |
| 15) Алгоритм оптимального обнаружения случайного процесса. | ПК-1 |
| 16) Постановка задачи оптимальной оценки параметров сигнала. | ПК-1 |
| 17) Практические критерии качества оценки параметров. | ПК-1 |
| 18) Алгоритм оптимальной оценки параметра детерминированного сигнала на фоне аддитивной нормальной помехи. | ПК-1 |
| 19) Алгоритмы оптимального измерения амплитуды, смещения частоты, | ПК-1 |

| | |
|---|---|
| запаздывания радиосигнала. | |
| 20) Основные соотношения гауссовой теории оптимальной фильтрации. | ПК-1 |
| 21) Характеристики линейных фильтров, минимизирующих среднеквадратичную ошибку фильтрации. | ПК-1 |
| 22) Основные соотношения марковской теории оптимальной фильтрации. | ПК-1 |
| 23) Оптимальные демодуляторы АМ и ФМ сигналов. | ПК-1 |
| 24) Алгоритмы оптимального измерения амплитуды, смещения частоты, запаздывания радиосигнала. | ПК-1 |
| 25) Сбор и анализ данных для проектирования. Выбор целесообразного и оптимального решения. | ПК-1 |

### 5.2.2. Вопросы к зачёту

| Вопросы | Код формируемой компетенции |
|---|---|
| 1) Основные этапы проектирования радиотехнических систем | ПК-1 |
| 2) Современные методы принятия решений и их применение в проектировании | ПК-1 |
| 3) Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура. | ПК-1 |
| 4) Прямая и обратная задачи проектирования (анализ, синтез) | ПК-1 |
| 5) Основные приближения при моделировании аналоговых и цифровых устройств . | ПК-1 |
| 6) Классификация задач проектирования РЭУ и современные требования (тенденции) к синтезу | ПК-1 |
| 7) Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства морфологического метода. | ПК-1 |
| 8) Аналитические методы синтеза технических решений. Их недостатки. | ПК-1 |
| 9) Оптимизация как эффективная инвариантная методология проектирования систем. Общая задача векторной оптимизации. | ПК-1 |
| 10) Понятие эффективного (паретовского) решения векторной экстремальной задачи. | ПК-1 |
| 11) Относительные функциональные показатели системы. Их формирование. | ПК-1 |
| 12) Скаляризация векторной экстремальной задачи. Задача математического программирования в общей трактовке. | ПК-1 |
| 13) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм. Алгоритмы локальной минимизации. | ПК-1 |
| 14) Алгоритмы глобальной минимизации в проектировании систем. Основные критерии их оценки. | ПК-1 |
| 15) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов). Метод главного критерия. | ПК-1 |
| 16) Основные способы формирования функции качества (цели) в задачах с групповой иерархией критериев. Метод комбинированного критерия | ПК-1 |
| 17) Метод минимаксного критерия. Его особенности. | ПК-1 |
| 18) Метод обобщенного критерия. Его особенности. | ПК-1 |
| 19) Структура современных пакетов поискового проектирования | ПК-1 |
| 20) Основные сценарии, используемые при поисковом проектировании объектов и систем | ПК-1 |

| | |
|---|---|
| 21) Коммерческие пакеты проектирования радиотехнических систем | ПК-1 |
| 22) Основные задачи оптимального приёма. | ПК-1 |
| 23) Выбор целесообразного и оптимального решения. | ПК-1 |
| 24) Статистическая модель системы связи. | ПК-1 |
| 25) Формулировка задачи синтеза оптимального приёмного устройства. | ПК-1 |
| 26) Критерии качества оценки сообщения. | ПК-1 |
| 27) Классификация задач, решаемых системами связи. | ПК-1 |
| 28) Оптимальное обнаружение и различение сигналов. | ПК-1 |
| 29) Общие соотношения для бинарной задачи различения. | ПК-1 |
| 30) Статистика пространства принимаемых колебаний. | ПК-1 |
| 31) Оптимальное различение двух детерминированных сигналов на фоне аддитивной нормальной помехи. | ПК-1 |
| 32) Использование оптимальных линейных фильтров при построении оптимальных приёмников. | ПК-1 |
| 33) Частотная характеристика оптимального фильтра (ОФ). | ПК-1 |
| 34) Отношение сигнал/шум на выходе ОФ. | ПК-1 |
| 35) Примеры синтеза ОФ для простых и сложных сигналов. | ПК-1 |
| 36) Корреляционно-фильтровые варианты построения оптимальных приёмников. | ПК-1 |
| 37) Оптимальное различение двух радиосигналов со случайными начальными фазами. | ПК-1 |
| 38) Оптимальное некогерентное обнаружение радиосигналов. | ПК-1 |
| 39) Оптимальное обнаружение случайного процесса. | ПК-1 |
| 40) Выбор целесообразного и оптимального решения. | ПК-1 |

**5.2.3 Вопросы практических занятий для оценки компетенции ПК-1**

1) Основные этапы проектирования радиотехнических систем
2) Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура
3) Какие инфологические модели для описания заданной предметной области вы знаете?
4) Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства морфологического метода
5) Какие приближения используются для моделирования современных радиоэлектронных систем и технологий?
6) Как применять методы оптимизации для решения базов радиофизических задач ?
7) Назовите основные отличия методики поисковой оптимизации от оптимизации аналитической
8) Прямая и обратная задачи проектирования (анализ, синтез)
9) Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура
10) Основные приближения при моделировании аналоговых и цифровых устройств
11) Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства морфологического метода
12) Классификация задач проектирования РЭУ и современные требования (тенденции) к синтезу
13) Как применять методы оптимизации для решения базов радиофизических задач ?
14) Аналитические методы синтеза технических решений. Их недостатки
15) Структурно-функциональное описание объекта
16) Функциональные показатели и внутренняя структура
17) Основные задачи проектирования
18) Классификация задач синтеза РЭУ

19) Методы структурного синтеза РЭУ
20) Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза
21) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм
22) Алгоритмы локальной минимизации
23) Алгоритмы глобальной минимизации
24) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов)
25) Основные задачи оптимального приёма.
26) Выбор целесообразного и оптимального решения.
27) Статистическая модель системы связи.
28) Формулировка задачи синтеза оптимального приёмного устройства.
29) Критерии качества оценки сообщения.
30) Классификация задач, решаемых системами связи.
31) Оптимальное обнаружение и различение сигналов.
32) Общие соотношения для бинарной задачи различения.
33) Статистика пространства принимаемых колебаний.
34) Оптимальное различение двух детерминированных сигналов на фоне аддитивной нормальной помехи.
35) Использование оптимальных линейных фильтров при построении оптимальных приёмников.
36) Частотная характеристика оптимального фильтра (ОФ).
37) Отношение сигнал/шум на выходе ОФ.
38) Примеры синтеза ОФ для простых и сложных сигналов.
39) Корреляционно-фильтровые варианты построения оптимальных приёмников.
40) Оптимальное различение двух радиосигналов со случайными начальными фазами.
41) Оптимальное некогерентное обнаружение радиосигналов.
42) Оптимальное обнаружение случайного процесса.
43) Выбор целесообразного и оптимального решения.
44) Оптимальная оценка параметров сигнала.
45) Постановка задачи и практические критерии качества.
46) Оценка параметра детерминированного сигнала на фоне аддитивной нормальной помехи.
47) Оценка параметра радиосигнала со случайной начальной фазой на фоне аддитивной нормальной помехи.
48) Оптимальное измерение амплитуды, смещения частоты, запаздывания радиосигнала.
49) Выбор целесообразного и оптимального решения.
50) Оптимальная оценка (фильтрация) процессов.
51) Основные соотношения гауссовой теории оптимальной фильтрации.
52) Линейные фильтры, минимизирующие среднеквадратичную ошибку фильтрации.
53) Основные соотношения марковской теории оптимальной фильтрации.
54) Оптимальные демодуляторы АМ и ФМ сигналов.
55) Подбор данных. Выбор целесообразного и оптимального решения.

### 5.2.4. Задачи практических занятий для оценки компетенции ПК-1

| Задачи | Код формируемой компетенции |
|---|---|
| 1) Объяснить формулу для средней ошибки различения пары детерминированных ортогональных сигналов на фоне белого шума. Привести примеры таких сигналов. | ПК-1 |
| 2) Объяснить формулу для средней ошибки различения пары детерминированных противоположных сигналов на фоне белого шума. Привести примеры | ПК-1 |

| | |
|---|---|
| таких сигналов. | |
| 3) Получить в параметрической форме рабочую характеристику оптимального обнаружителя детерминированного сигнала. Построить графики. | ПК-1 |
| 4) Объяснить формулу для импульсной характеристики оптимального (согласованного) фильтра. | ПК-1 |
| 5) Сравнить блок-схемы оптимальных обнаружителей с коррелятором и согласованным фильтром | ПК-1 |
| 6) Объяснить формулу для средней ошибки различения пары ортогональных сигналов со случайной начальной фазой на фоне белого шума. Привести примеры таких сигналов. | ПК-1 |
| 7) Объяснить формулу для средней ошибки различения пары противоположных сигналов со случайной начальной фазой на фоне белого шума. Привести примеры таких сигналов. | ПК-1 |
| 8) Объяснить выражения для оптимальной оценки амплитуды и СКО этой оценки детерминированного сигнала на фоне белого шума. | ПК-1 |
| 9) Объяснить выражения для оптимальной оценки частоты и СКО этой оценки детерминированного сигнала на фоне белого шума. | ПК-1 |
| 10) Объяснить выражения для оптимальной оценки амплитуды и СКО этой оценки сигнала со случайной начальной фазой на фоне белого шума. | ПК-1 |
| 11) Объяснить выражения для оптимальной оценки частоты и СКО этой оценки сигнала со случайной начальной фазой на фоне белого шума. | ПК-1 |
| 12) Объяснить формулу для средней ошибки различения пары детерминированных ортогональных сигналов на фоне белого шума. Привести примеры таких сигналов. | ПК-1 |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

*а) основная литература*

1. Тырыкин С.В. Применение MATLAB для моделирования радиотехнических сигналов и устройств [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 52 с. - ISBN 978-5-7782-3210-5 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232105.html [29.09.2019]

2. Трухин М.П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2016. – 386 с. - ISBN 978-5-9912-0449-1 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204491.html [29.09.2019]

3. Липай Б.Р. Компьютерные модели электромеханических систем. Модели основных компонентов электромеханических систем [Электронный ресурс]. – М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01351-9 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html [29.09.2019]

4. Спектор А.А. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 82 с. - ISBN 978-5-7782-2180-2 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221802.html [29.09.2019]

5. Гудков А.Г. Технологическая оптимизация микроэлектронных устройств СВЧ [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / А. Г. Гудков, С. А. Мешков, М. А. Синельщикова, Е. А. Скороходов. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 44 с. - ISBN 978-5-7038-3928-7 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839287.html [29.09.2019]

*б) дополнительная литература:*

1. Гурова Е.Г. Моделирование электротехнических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 52 с. - ISBN 978-5-7782-2569-5 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778225695.html [29.09.2019]

2. Шеин А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] : Научное пособие / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 456 с. - ISBN 978-5-9729-0041-1 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900411.html [29.09.2019]

3. Гаврилов Л.П. Расчёт и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК [Электронный ресурс]: учебник. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2018. – 634 с. - ISBN 978-5-91359-272-9 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913592729.html [29.09.2019]

4. Буренок В.М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем [Электронный ресурс] / В.М. Буренок, В.Г. Найденов, В.И. Поляков; редкол. серии: В.В. Панов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 2011. – 36 с. (Справ. б-ка разработчика-исследователя.) - ISBN 978-5-94275-608-6 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756086.html [29.09.2019]

5. Скобелев С.П. Фазированные антенные решетки с секторными парциальными диаграммами направленности [Электронный ресурс]. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 320 с. - ISBN 978-5-9221-1229-1 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112291.html [29.09.2019]

*в) программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое*

- Операционная система Microsoft Windows
- Пакет прикладных программ Microsoft Office
- Правовая система «Консультант плюс»

– Micro-Cap – SPICE программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором
– KTechLab программа для проектирования и симуляции электрических схем
– Браузер Google Chrome

*г) Интернет-ресурсы*
– Известия вузов «Радиоэлектроника», https://re.eltech.ru/jour#
– http://электротехнический-портал.рф/kniga.html
– Радиотехнический сайт, https://radiotract.ru/link_sprav.html
– Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. – М.: Радио и связь, 1991. – http://mexalib.com/view/16756
– ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru
– ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
– ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
– ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

*д) профессиональные базы данных и информационные справочные системы*
– Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника [26.10.19]
– Список сайтов по радиоэлектронике http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.html [26.10.19]
– Информатика и информационные технологии http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.6 [26.10.19]
– Банк изобретений, технологий и научных открытий: http://www.ntpo.com [26.10.19]
– Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
– База данных ВИНИТИ РАН http://www.viniti.ru/ [26.10.19]
– База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com [26.10.19]
– База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]
– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/
– Правовая система «Консультант плюс»

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием (мультимедиа-проектор, экран, компьютеры).

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Авторы: д.т.н., профессор И.Я. Орлов
к.ф.-м.н., доцент С.И. Муякшин

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.