

**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 методической комиссии
Балахнинского филиала ННГУ
протокол от
«10» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА, ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения

ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2021

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.10), ориентирована на подготовку выпускников к решению проектного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПКР-3, определяемое индикаторами ПКР-3.1, 3.2. и компетенции ПКР-4, определяемое индикаторами ПКР-4.1, 4.2, 4.3

Формирование компетенции ПКР-3 начато в ходе освоения дисциплин: Основы экономики, Сети и системы передачи информации, Электродинамика и распространение радиоволн, будет продолжено при освоении данной дисциплины и завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

Формирование компетенции ПКР-4 начато в ходе освоения дисциплин: Основы теории цепей, Электрорадиотехнические цепи и устройства приема и передачи сигналов, Электродинамика и распространение радиоволн, Электроника, Электромагнитная совместимость, Линии передачи электроэнергии и сигналов, Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод, Переходные процессы в электрических цепях, Воздействие радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы, Основы релейной защиты и автоматики, будет продолжено при освоении данной дисциплины и дисциплин: Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем, Теория электрической связи, и завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.02.01, Методы анализа, проектирования и моделирования электрорадиотехнических систем</i> относится к части ООП направления подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, формируемой участниками образовательных отношений.

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	
ПКР-3. Способен собирать и анализировать информацию при проектировании объектов профессиональной деятельности.	ПКР-3.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, участвует в составлении конкурентоспособных вариантов технических решений.	Знает инструментальные средства компьютерного моделирования для решения исследовательских задач Умеет пользоваться инструментальными средствами компьютерного моделирования для решения исследовательских и	Вопросы к зачёту, вопросы к экзамену, вопросы практических занятий, Задачи и задания практических

	ПКР-3.2. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.	профессиональных задач; моделировать процессы и объекты в целях оптимизации их параметров Владеет языками и системами программирования; навыками использования современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.	занятий и к экзамену
ПКР-4. Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности.	ПКР-4.1. Показывает способности участвовать в проектных работах. ПКР-4.2. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. ПКР-4.3. Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования.	Знать: методы анализа, проектирования и моделирования электрорадиотехнических систем. Уметь: применять полученные знания при проведении проектных работ при разработке объектов профессиональной деятельности. Владеть: опытом участия в проектировании объектов профессиональной деятельности.	Вопросы к зачёту, вопросы к экзамену, вопросы практических занятий, Задачи и задания практических занятий и к экзамену

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоёмкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	50
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	32
- КСР	2
самостоятельная работа	94
Промежуточная аттестация – экзамен	36

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	59
- занятия лекционного типа	28
- занятия семинарского типа	28
- КСР	3
самостоятельная работа	85
Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очной 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	5	1			1	4
2. Структурно-функциональное описание проектируемой системы.	7	1	2		3	4
3. Оптимизация как эффективная методология проектирования РЭУ	11	1	2		3	8
4. Численные методы поисковой оптимизации	18	1	4		5	13
5. Решение прикладных задач методами оптимизации.	18	1	4		5	13
6. Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования РЭУ	21	1	2		3	18
7. Основные задачи оптимального приёма	8	1			1	7
8. Оптимальное обнаружение и различение сигналов	18	4	10		14	4
9. Оптимальная оценка параметров сигнала	18	3	4		7	11
10. Оптимальная оценка (фильтрация) процессов	18	2	4		6	12
КСР	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	16	32		50	94

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	5	1			1	4
2. Структурно-функциональное описание проектируемой системы.	7	1	2		3	4
3. Оптимизация как эффективная методология проектирования РЭУ	11	2	2		4	7
4. Численные методы поисковой оптимизации	18	2	4		6	12
5. Решение прикладных задач методами оптимизации.	18	2	4		6	12
6. Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования РЭУ	20	2	2		4	16
7. Основные задачи оптимального приёма	8	2			2	6
8. Оптимальное обнаружение и различение сигналов	18	6	6		12	6
9. Оптимальная оценка параметров сигнала	18	6	4		10	8
10. Оптимальная оценка (фильтрация) процессов	18	4	4		8	10
КСР	3				3	
Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен	36					
Итого	180	28	28		59	85

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 прохождению 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				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	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.

	обучающего от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения, решены задачи с отдельными несущественными недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продemonстрирован 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. Типовые вопросы к зачёту

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

5.2.2. Типовые вопросы к экзамену

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Статистическая модель системы связи.	ПКР-3
2) Задача синтеза оптимального приёмного устройства.	ПКР-3
3) Критерии качества оценки сообщения.	ПКР-3
4) Классификация задач, решаемых системами связи.	ПКР-3
5) Общие соотношения для бинарной задачи различения.	ПКР-3
6) Статистика пространства принимаемых колебаний.	ПКР-3
7) Алгоритм оптимального различения двух детерминированных сигналов на фоне аддитивной нормальной помехи.	ПКР-4
8) Использование оптимальных линейных фильтров при построении оптимальных приёмников.	ПКР-4
9) Частотная характеристика оптимального фильтра (ОФ).	ПКР-4
10) Отношение сигнал/шум на выходе ОФ.	ПКР-4
11) Примеры синтеза ОФ для простых и сложных сигналов.	ПКР-4
12) Корреляционно-фильтровые варианты построения оптимальных приемников.	ПКР-4
13) Алгоритм оптимального различения двух радиосигналов со случайными начальными фазами.	ПКР-4
14) Алгоритм оптимального некогерентного обнаружения радиосигналов.	ПКР-4
15) Алгоритм оптимального обнаружения случайного процесса.	ПКР-4
16) Постановка задачи оптимальной оценки параметров сигнала.	ПКР-4
17) Практические критерии качества оценки параметров.	ПКР-4
18) Алгоритм оптимальной оценки параметра детерминированного сигнала на фоне аддитивной нормальной помехи.	ПКР-4
19) Алгоритмы оптимального измерения амплитуды, смещения частоты, запаздывания радиосигнала.	ПКР-4
20) Основные соотношения гауссовой теории оптимальной фильтрации.	ПКР-4
21) Характеристики линейных фильтров, минимизирующих среднеквадратичную ошибку фильтрации.	ПКР-4
22) Основные соотношения марковской теории оптимальной фильтрации.	ПКР-4
23) Оптимальные демодуляторы АМ и ФМ сигналов.	ПКР-4
24) Алгоритмы оптимального измерения амплитуды, смещения частоты, запаздывания радиосигнала.	ПКР-4
25) Сбор и анализ данных для проектирования. Выбор целесообразного и оптимального решения.	ПКР-3

5.2.3 Вопросы практических занятий для оценки компетенции ПКР-3

- 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) Подбор данных. Выбор целесообразного и оптимального решения.

5.2.4 Вопросы практических занятий для оценки компетенции ПКР-4

- 1) Как применять методы оптимизации для решения базов радиофизических задач ?
- 2) Назовите основные отличия методики поисковой оптимизации от оптимизации аналитической
- 3) Прямая и обратная задачи проектирования (анализ, синтез)
- 4) Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура
- 5) Основные приближения при моделировании аналоговых и цифровых устройств
- 6) Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства морфологического метода
- 7) Классификация задач проектирования РЭУ и современные требования (тенденции) к синтезу
- 8) Как применять методы оптимизации для решения базов радиофизических задач ?
- 9) Аналитические методы синтеза технических решений. Их недостатки
- 10) Структурно-функциональное описание объекта
- 11) Функциональные показатели и внутренняя структура
- 12) Основные задачи проектирования
- 13) Классификация задач синтеза РЭУ
- 14) Методы структурного синтеза РЭУ
- 15) Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза
- 16) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм
- 17) Алгоритмы локальной минимизации
- 18) Алгоритмы глобальной минимизации
- 19) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов)
- 20) 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.

5.2.5. Типовые задачи практических занятий и к экзамену

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Тырыкин С.В. Применение MATLAB для моделирования радиотехнических сигналов и устройств: учебно-методическое пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 52 с. – ISBN 978-5-7782-3210-5. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232105.html> (дата обращения: 30.05.2022).

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

з) 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 ВИНТИ 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, оснащённой 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 ОС ННГУ
по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Авторы:

к.т.н., доцент И.В. Белянин

Заведующий кафедрой _____

УТВЕРЖДЕНО

решением методической комиссии Балахнинского филиала ННГУ протокол от
«10» декабря 2021 г. № 4