

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование и численные методы расчета
электрических сетей

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы
Электрорадиотехника

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 Математическое моделирование и численные методы расчета электрических сетей относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-6: Способен участвовать в конструкторских работах при создании объектов профессиональной деятельности	ПКР-6.1: Использует знания и показывает способности участвовать в проектных работах ПКР-6.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации ПКР-6.3: Владеет современными технологиями компьютерного моделирования и оптимизации объектов профессиональной деятельности	ПКР-6.1: Знает электрические схемы специальных радиотехнических систем и устройств, с использованием компьютерных средств проектирования, проводить расчёты и технико-экономическое обоснование принимаемых решений. Умеет проектировать радиотехнические системы (устройства), выбирать рациональные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Владеет способностью участвовать в проектных работах. ПКР-6.2: Знает электрические схемы специальных радиотехнических систем и устройств, с использованием компьютерных средств проектирования, проводить расчёты и технико-экономическое обоснование принимаемых решений. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и	Практическое задание Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.</p> <p>ПКР-6.3: Знает компьютерные средства проектирования. Умеет использовать современные технологии компьютерного моделирования и оптимизации объектов профессиональной деятельности. Владеет современными технологиями компьютерного моделирования и оптимизации объектов профессиональной деятельности..</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	6	6
Часов по учебному плану	216	216
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	48	28
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	28
- КСР	3	3
самостоятельная работа	97	121
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

					(практические занятия/лабораторные работы), часы					
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
1 семестр	0	0					0	0		
1. Алгебраические методы анализа электроэнергетических цепей	22	28	12	4	6	4	18	8	4	20
2. Преобразования координат	14	27	4	2	4	2	8	4	6	23
3. Численные методы расчёта	36	40	16	6	6	6	22	12	14	28
2 семестр	0	0					0	0		
4. Переходные процессы	20	17	2	2	2	2	4	4	16	13
5. Модели элементов электроэнергетических систем	30	21	6	4	4	4	10	8	20	13
6. Моделирование нелинейных элементов электрических сетей	27	20	4	4	4	4	8	8	19	12
7. Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования электрических сетей	28	24	4	6	6	6	10	12	18	12
Аттестация	36	36								
КСР	3	3						3	3	
Итого	216	216	48	28	32	28	83	59	97	121

Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр

- 1) Нелинейные алгебраические уравнения для расчёта установившихся режимов и методы их решения: методы Ньютона-метод касательных; метод Гаусса; метод простой итерации; метод итерации Зейделя. Критерии сходимости к решению нелинейных алгебраических уравнений, вычисление нормы и числа обусловленности матриц. Решения нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса мощности и решения нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов.
- 2) Связь координатных систем, покоящейся – жёстко связанной со статором и вращающейся – жёстко связанной с ротором. Связь трёхфазной системы координат с ортогональной двух фазной системой координат. Преобразования Парка-Горева. Метод Фортеского. Прямая, обратная и нулевая последовательности для симметричной и несимметричной цепей. Схемы замещения прямойобратной и нулевой последовательностей.
- 3) Численные методы.

2 семестр

- 4) Метод пространства состояний, моделирование переходных процессов электроэнергетических систем с использованием математических программно- интегрированных сред. Примеры моделирования коротких замыканий в цепях. Переходные процессы в возбуждающем и демпферных контурах. Расчёты ударных токов и их зависимость от фазы воздействующего напряжения. Оптимизация как эффективная методология проектирования.
- 5) Модели электроэнергетических систем описание синхронного и асинхронного двигателей, синхронного генератора. Описание синхронного генератора, использование преобразования Парка-Горева. Примеры упрощения представления дифференциальных уравнений синхронного генератора. Примеры построения статических характеристик асинхронного двигателя.
- 6) Модели нелинейных элементов, проведение моделирования нелинейных индуктивностей, нелинейных сопротивлений и упрощённые модели трансформаторов с насыщением. Решения

дифференциальных уравнений цепей с нелинейными элементами. Решения задач переходных процессов в цепях с нелинейными элементами и их описание в среде MathCAD и MATLAB Simulink.

7) Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

-, -.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

-, -.

Иные учебно-методические материалы:

-

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-6:

1 семестр

1) Алгебраические методы электроэнергетических цепей

2) Преобразования координат

3) Численные методы расчёта

2 семестр

4) Переходные процессы

5) Модели элементов электроэнергетических систем

6) Моделирование нелинейных элементов

7) Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования

1 семестр

- 1) Алгебраические методы электроэнергетических цепей
- 2) Преобразования координат
- 3) Численные методы расчёта

2 семестр

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

- 22) Структурно-функциональное описание объекта
- 23) Функциональные показатели и внутренняя структура
- 24) Основные задачи проектирования электрических сетей
- 25) Классификация задач синтеза электрических сетей Методы структурного синтеза электрических сетей
- 26) Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза
- 27) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм
- 28) Алгоритмы локальной минимизации
- 29) Алгоритмы глобальной минимизации
- 30) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов)
- 31) Основные задачи оптимального проектирования.
- 32) Выбор целесообразного и оптимального решения.
- 33) Статистическая модель.
- 34) Формулировка задачи синтеза оптимального проекта.

1.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
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	-
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

Оценка	Критерии оценивания
	этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПКР-6:

1. 1) Что такое балансирующий узел?
- 2) Что такое задающие токи?
- 3) Что значит записать уравнения в форме баланса токов?
- 4) Что такое итерация?
- 5) Почему метод Ньютона называется методом касательных
- 6) Чем отличаются метод простой итерации и метод Зейделя?
- 7) Чем отличаются запись нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов и в форме баланса токов
- 8) Что такое число обусловленности матриц и что оно характеризует.
- 9) Какие бывают нормы матриц и как они определяются.
- 10) Что такое изображающий вектор, как он определяется?
- 11) Приведите матричную связь между трёхфазной системой координат и ортогональной покоящейся системой координат.
- 12) Приведите матричную связь между трёхфазной системой координат и ортогональной вращающейся системой координат.
- 13) Приведите матричную связь между покоящейся ортогональной системой координат и вращающейся ортогональной системой координат.
- 14) Как определяется прямая последовательность векторов трёхфазной системы?
- 15) Что такое преобразование Парка-Горева?
- 16) Как определяется обратная последовательность векторов трёхфазной системы?
- 17) Как определяется нулевая последовательность векторов трёхфазной системы?
- 18) Почему метод Ньютона называется методом касательных?
- 19) Чем отличаются метод простой итерации и метод Зейделя?
- 20) Чем отличаются запись нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов и в форме баланса токов
- 21) Что такое число обусловленности матриц и что оно характеризует?

- 22) Что матрица состояния?
- 23) Что такое вектор правых частей уравнения состояния?
- 24) Что такое расширенная матрица уравнения состояния?
- 25) Как найти собственные числа матрицы состояния?
- 26) Как проверить вектор правых частей?
- 27) Как найти решения дифференциального уравнения цепи при синусоидальном воздействии?
- 28) Как зависит величина ударного тока от фазы воздействующего напряжения?
- 29) Как записать характеристическое уравнение цепи через матрицу состояния?
- 30) Для чего нужны преобразования Парка-Горева при описании дифференциальных уравнений синхронного генератора?
- 31) Как записать дифференциальное уравнение синхронного генератора в комплексной форме?
- 32) Что значит опрокидывание двигателя?
- 33) Что значит критическое скольжение и критическое напряжение в характеристики асинхронного двигателя? Как она выглядит?
- 33) Для чего нужны преобразования Парка-Горева при описании дифференциальных уравнений синхронного генератора?
- 34) Как записать дифференциальное уравнение синхронного генератора в комплексной форме?
- 35) Что значит опрокидывание двигателя?
- 36) Что значит критическое скольжение и критическое напряжение в характеристики асинхронного двигателя? Как она выглядит?
- 0) Что такое изображающий вектор, как он определяется?
- 11) Приведите матричную связь между трёхфазной системой координат и ортогональной покоящейся системой координат.
- 12) Приведите матричную связь между трёхфазной системой координат и ортогональной вращающейся системой координат.
- 13) Приведите матричную связь между покоящейся ортогональной системой координат и вращающейся ортогональной системой координат.
- 14) Как определяется прямая последовательность векторов трёхфазной системы?
- 15) Что такое преобразование Парка-Горева?
- 16) Как определяется обратная последовательность векторов трёхфазной системы?
- 17) Как определяется нулевая последовательность векторов трёхфазной системы?
- 18) Почему метод Ньютона называется методом касательных?
- 19) Чем отличаются метод простой итерации и метод Зейделя?
- 20) Чем отличаются запись нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов и в форме баланса токов
- 21) Что такое число обусловленности матриц и что оно характеризует?

- 22) Что матрица состояния?
- 23) Что такое вектор правых частей уравнения состояния?
- 24) Что такое расширенная матрица уравнения состояния?
- 25) Как найти собственные числа матрицы состояния?
- 26) Как проверить вектор правых частей?
- 27) Как найти решения дифференциального уравнения цепи при синусоидальном воздействии?
- 28) Как зависит величина ударного тока от фазы воздействующего напряжения?
- 29) Как записать характеристическое уравнение цепи через матрицу состояния?
- 30) Для чего нужны преобразования Парка-Горева при описании дифференциальных уравнений синхронного генератора?
- 31) Как записать дифференциальное уравнение синхронного генератора в комплексной форме?
- 32) Что значит опрокидывание двигателя?
- 33) Что значит критическое скольжение и критическое напряжение в характеристики асинхронного двигателя? Как она выглядит?
- 33) Для чего нужны преобразования Парка-Горева при описании дифференциальных уравнений синхронного генератора?
- 34) Как записать дифференциальное уравнение синхронного генератора в комплексной форме?
- 35) Что значит опрокидывание двигателя?
- 36) Что значит критическое скольжение и критическое напряжение в характеристики асинхронного двигателя? Как она выглядит?

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
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	-
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
ПЛОХО	-

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося 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 объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-6

1. Алгебраические уравнения, для расчёта установившихся режимов и методы их решения.
2. Нелинейные уравнения. Метод Ньютона (метод касательных).
3. Метод Гаусса.
4. Нормы и число обусловленности матриц.
5. Метод простой итерации.
6. Метод Зейделя.
7. Расщепление комплексных матриц на действительную и мнимую части.
8. Решение нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса токов.
9. Решение нелинейных уравнений узловых напряжений в форме баланса мощности.
Метод Ньютона.
10. Понятие об изображающем векторе.
11. Преобразование Парка-Горева.
12. Графическое изображение вектора в Mathcad.
13. Изображение вращающегося вектора и волновой диаграммы.
14. Анализ трехфазных цепей методом симметричных составляющих.

15. Переходный процесс при гармоническом воздействии. Зависимость величина ударного тока от фазы переменного внешнего источника питания.
16. Расчёт переходных процессов в пространстве состояния.
17. Сведение матричного дифференциального уравнения к скалярным уравнениям.
18. Модель асинхронного двигателя.
19. Индуктивные обмотки и потокосцепления электрических машин переменного тока.
20. Уравнения синхронной машины без демпферных контуров
21. Нелинейный резистивный элемент.
22. Нелинейная индуктивность

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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	-
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-6

1) Основные этапы проектирования радиотехнических систем
2) Современные методы принятия решений и их применение в проектировании
3) Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура.
4) Прямая и обратная задачи проектирования (анализ, синтез)

5) Основные приближения при моделировании аналоговых и цифровых устройств .
6) Классификация задач проектирования РЭУ и современные требования (тенденции) к синтезу
7) Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства морфологического метода.
8) Аналитические методы синтеза технических решений. Их недостатки.
9) Оптимизация как эффективная инвариантная методология проектирования систем. Общая задача векторной оптимизации.
10) Понятие эффективного (паретовского) решения векторной экстремальной задачи.
11) Относительные функциональные показатели системы. Их формирование.
12) Скаляризация векторной экстремальной задачи. Задача математического программирования в общей трактовке.

13) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм. Алгоритмы локальной минимизации.
14) Алгоритмы глобальной минимизации в проектировании систем. Основные критерии их оценки.
15) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов). Метод главного критерия.
16) Основные способы формирования функции качества (цели) в задачах с групповой иерархией критериев. Метод комбинированного критерия
17) Метод минимаксного критерия. Его особенности.
18) Метод обобщённого критерия. Его особенности.
19) Структура современных пакетов поискового проектирования
20) Основные сценарии, используемые при поисковом проектировании объектов и систем
21) Коммерческие пакеты проектирования радиотехнических систем

22) Основные задачи оптимального приёма.
23) Выбор целесообразного и оптимального решения.
24) Статистическая модель системы связи.
25) Формулировка задачи синтеза оптимального приёмного устройства.
26) Критерии качества оценки сообщения.
27) Классификация задач, решаемых системами связи.
28) Оптимальное обнаружение и различение сигналов.
29) Общие соотношения для бинарной задачи различения.
30) Статистика пространства принимаемых колебаний.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Липай Б.Р. Электромеханические системы : учебное пособие / Липай Б.Р.; Соломин А.Н.; Тыричев П.А. - Москва : МЭИ, 2021. - . - ISBN 978-5-383-01445-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=774297&idb=0>.
2. Бурьков Дмитрий Владимирович. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : Учебное пособие / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2020. - 159 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9275-3625-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=769366&idb=0>.
3. Гурова Е. Г. Моделирование электротехнических систем : учеб. пособие / Гурова Е. Г. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 52 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия к компьютерному варианту расчетно-графических работ по курсу «Моделирование электротехнических систем». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7782-2569-

5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=720596&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Сажин Р. А. Моделирование электротехнических систем и систем автоматики : учебное пособие / Сажин Р. А. - Пермь : ПНИПУ, 2016. - 162 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ПНИПУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-398-01549-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=748250&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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

Интернет-ресурсы

<http://электротехнический-портал.пф/kniga.html>

Радиотехнический сайт, https://radiotract.ru/link_sprav.html

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

профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информатика и информационные технологии http://window.edu.ru/catalog/resources?р_rubr=2.2.75.6

Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com>

Научная электронная библиотека www.elibrary.ru

База данных ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru>

База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>

Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную

информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.