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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

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.ДВ.05.02), 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 дисциплин Общая энергетика (ПК-1.3), Теория колебаний (ПК-1.1, 1.2), Электродинамика и распространение радиоволн (ПК-1.1, 1.2, 1.3), Электромагнитная совместимость (ПК-1.5), Методы анализа, проектирования и моделирования ЭРТ систем (ПК-1.1, 1.2, 1.4) будет продолжено при изучении дисциплин Теория автоматического управления (ПК-1.2, 1.3), Устройства сверхвысоких частот и антенны (ПК-1.4), Устройства сверхвысоких частот и антенны (ПК-1.4), Переходные процессы (ПК-1.5), Теория автоматического управления (ПК-1.3, 1.4) 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. ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного и оптимального решения. ПК-1.3. Демонстрирует способности в анализе, проектировании и оптимизации электротехники и электрорадиотехнических систем, исходя из принципов общей энергетики, электроэнергетики, электроснабжения, экономии энергоресурсов.	Знает инструментальные средства компьютерного моделирования для решения исследовательских задач. Умеет работать с научно-технической информацией; проводить анализ параметров, обосновывать, оценивать и рассчитывать основные технические характеристики электротехнических систем и комплексов. Владеет навыком сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации о современных электротехнических системах; навыком расчёта основных технических характеристик, анализа и оптимизации параметров таких систем; языками и системами программирования; навыками использования современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Вопросы к экзамену, Вопросы к зачёту, Вопросы практических занятий

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	59 28 28 3
самостоятельная работа	121
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. Алгебраические методы анализа электроэнергетических цепей	20	4	2		6	14
2. Преобразования координат	13	2	2		4	9
3. Численные методы расчёта	36	6	6		12	24
4. Переходные процессы	20	2	4		6	14
5. Модели элементов электроэнергетических систем	36	6	6		12	24
6. Моделирование нелинейных элементов электрических сетей	26	4	4		8	18
7. Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования электрических сетей	26	4	4		8	18
КСР	3				3	
Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен	36					
Итого	216	28	28		59	121

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 ортого-

нальной двух фазной системой координат. Преобразования Парка-Горорева. Метод Фортескью. Прямая, обратная и нулевая последовательности для симметричной и несимметричной цепей. Схемы замещения прямой обратной и нулевой последовательностей.

3) Численные методы.

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.

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 обу-	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.

	чающегося от ответа						
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. Типовые вопросы к экзамену

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 трёхфазных 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.

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

5.2.3 Вопросы для самоконтроля

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 постой 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 постой 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?

5.2.4 Тематика и вопросы практических занятий для оценки компетенции ПК-1

1)	Алгебраические методы электроэнергетических цепей
2)	Преобразования координат
3)	Численные методы расчёта
4)	Переходные процессы
5)	Модели элементов электроэнергетических систем
6)	Моделирование нелинейных элементов
7)	Пакеты моделирования и автоматизированного проектирования

1) Основные этапы проектирования электрических сетей

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 электрических сетей и современные требования (тенденции) к синтезу

13) Как применять методы оптимизации

14) Аналитические методы синтеза технических решений. Их недостатки

15) Структурно-функциональное описание объекта

16) Функциональные показатели и внутренняя структура

17) Основные задачи проектирования электрических сетей

18) Классификация задач синтеза электрических сетей Методы структурного синтеза электрических сетей

19) Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза

20) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм

21) Алгоритмы локальной минимизации

22) Алгоритмы глобальной минимизации

23) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов)

24) Основные задачи оптимального проектирования.

26) Выбор целесообразного и оптимального решения.

27) Статистическая модель.

28) Формулировка задачи синтеза оптимального проекта.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. 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]

2. Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учеб. пособие. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 227 с. – ISBN 978-5-7782-2262-5

- Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. –
URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778222625.html (12.10.2020).

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. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры, - 2-е изд., испр. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN592210120.html (дата обращения: 12.10.2020).

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]

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
– http://электротехнический-портал.рф/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

д) профессиональные базы данных и информационные справочные системы
– 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: к.т.н., И.В. Белянин

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.