

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о документе  
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.11.2023 14:40:41  
Уникальный программный ключ:  
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков



19 2020г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Оптимизация в электроэнергетической системе»**

Направление подготовки

**13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Направленность (профиль)

**«Возобновляемые источники энергии и установки на их основе»**

Квалификация

**Магистр**

Грозный-2020г

## **1. Цели и задачи дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Оптимизация в электроэнергетической системе» магистрант приобретает знания, задач выявления оптимального процесса из числа прочих, сопоставляемых по критерию оптимальности. Определение оптимальной стратегии развития энергосистем - сооружение или реконструкция систем электроэнергетики и отдельных объектов и др.

Умения и навыки, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- научно-исследовательской, производственно-технологической и проектно-конструкторской работе в области построения электрической части электростанций и подстанций, примеры электротехнических расчетов по выбору электрооборудования и основных элементов электрической части электростанций с учетом их технико-экономических характеристик, требований энергосистем; вопросов экологии и стандартизации параметров оборудования.
- модернизации существующих и разработке новых методов экспериментальных исследований исходя из конкретных технологических задач электрической части электростанций и подстанций;
- решению научно-исследовательских и прикладных задач, возникающих при проектировании электрической части электростанций и подстанций;
- поиску и анализу профильной научно-технической информации, необходимой для решения конкретных инженерных задач, в том числе при выполнении междисциплинарных проектов.

## **2. Место дисциплины в структуре магистерской программы**

Дисциплина «Оптимизация в электроэнергетической системе» относится к специальным дисциплинам вариативной части профессионального цикла, и опирается на дисциплины «Автоматическое

управление в электроэнергетических сетях» «Современные проблемы электроэнергетики» «Элементы автоматических устройств».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

При изучении дисциплины ««Автоматическое управление электроэнергетических сетях»» формируются следующие компетенции:

#### **общекультурные:**

#### **общепрофессиональные:**

- способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства (ОПК-1);

#### **профессиональные:**

- способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности (ПК-4);

Выпускник, освоивший ОП направления подготовки магистров 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры, должен решать следующие профессиональные задачи:

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований; создание математических моделей объектов профессиональной деятельности;
- разработка планов и программ проведения исследований;
- анализ и синтез объектов профессиональной деятельности;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований; (ОПК-1); (ПК-4).

#### **проектно-конструкторская деятельность:**

- разработка и анализ обобщенных вариантов решения проблемы;
- прогнозирование последствий принимаемых решений;
- нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и

неопределенности;

- планирование реализации проекта;
  - оценка технико-экономической эффективности принимаемых решений;
- организационно-управленческая деятельность:

(ОПК-1); (ПК-4). **педагогическая деятельность:**

- выполнение функций преподавателя при реализации образовательных программ в образовательных организациях; производственно-технологическая деятельность: (ОПК-1); (ПК-4).

**монтажно-наладочная деятельность:**

- организация и участие в проведении монтажа и наладки электроэнергетического и электротехнического оборудования; (ОПК-1); (ПК-4).

**сервисно-эксплуатационная деятельность:**

- организация эксплуатации и ремонта электроэнергетического и электротехнического оборудования. (ОПК-1); (ПК-4).

**Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенция:**

№ п/п	Код, наименование профессиональной компетенции	Код, наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
1.	ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования. ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач. ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.

**В результате освоения дисциплины магистрант должен обладать следующими профессиональными компетенциями:**

№ п/п	Код, наименование профессиональной компетенции	Код, наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
2.	ПК-4 Способность применять методы создания и анализа моделей,	ПК-4.1. Применяет методы технические средства испытаний и диагностики электрооборудования систем

позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	электропривода; ПК-4.2. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования
--	--

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач. ед.	Семестр
		4
	<b>ЗФО</b>	<b>ЗФО</b>
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>20/0,55</b>	<b>20/0,55</b>
В том числе:		
Лекции	<b>12/0,33</b>	<b>12/0,33</b>
Практические занятия	<b>8/0,22</b>	<b>8/0,22</b>
Лабораторная работа	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>88/2,44</b>	<b>88/2,44</b>
В том числе:		
Рефераты	<b>44/1,22</b>	<b>44/1,22</b>
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>		
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Темы для самостоятельного изучения	<b>44/1,22</b>	<b>44/1,22</b>
<b>Вид отчетности</b>	<b>зачёт</b>	<b>зачёт</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зачетных единицах</b>	<b>4</b>
		<b>108</b>
		<b>4</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лек.зан.	Часы лаб.зан.	Часы пр.зан.
1.	Введение. Цели и задачи курса	<b>6</b>		<b>4</b>
2.	Основы оптимального регулирования режимов			
3.	Регулирование частоты и активной мощности			
4.	Оптимизация распределения нагрузки энергосистем			
5.	Характеристики электростанций	<b>6</b>		<b>4</b>
6.	Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы			

7.	Оптимизация режимов распределительных сетей			
8.	Итоги курса. Заключение			
	<b>Всего</b>	<b>12</b>		<b>8</b>

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение. Цели и задачи курса	Введение. Цели и задачи курса. Оптимизация режима системы при наличии ГЭС, математическая формулировка задачи оптимального распределения нагрузок между станциями в такой системе.
2.	Основы оптимального регулирования режимов	Характеристики устройств для регулирования режима в сети по уровням напряжения, оптимизация режима сети по уровням напряжения и реактивной мощности, математическая формулировка задачи, методы ее решения. Задачи оптимизации, перспективное проектирование электроэнергетических систем.
3.	Регулирование частоты и активной мощности	Баланс активной мощности в энергосистеме и его связь с частотой. Характеристики регуляторов скорости вращения турбин. Регулирование частоты в энергосистеме. Реализация распределения нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем.
4.	Оптимизация распределения нагрузки энергосистем	Исходная информация для решения задачи оптимизации режимов. Метод неопределенных множителей Лагранжа, алгоритм расчета. Постановка задачи распределения активной нагрузки между ТЭС, система допущений, формула потерь в сетях, допущения. Распределение нагрузки при переменном напоре ГЭС. Распределение реактивных нагрузок. Возможность отдельного решения задачи оптимизации режима по активной и реактивной мощности. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режима энергосистемы. Распределение нагрузки между агрегатами электростанций.

5.	Характеристики электростанций	Построение эквивалентных характеристик станции при заданном составе агрегатов. Особенности использования расходных характеристик ТЭЦ. Исправление характеристик относительных приростов.
6.	Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы	Характеристика задачи выбора состава агрегатов, декомпозиция задачи. Внутростанционная оптимизация режимов. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме. Внутростанционная оптимизация режима ГЭС. Упрощенные методы управления агрегатами ГЭС.
7.	Оптимизация режимов распределительных сетей	Оптимизация выбора мощности устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ). Оптимизация очередности ввода УКРМ в сложных сетях. Оптимизация законов регулирования напряжения в центрах питания.
8.	Итоги курса. Заключение	Оптимизация месчт размыкания в замкнутых сетях. Оптимизация трасс кабельных ЛЭП, Симметрирование нагрузок в сетях 0,4 кВ. Итоги курса. Заключение

### 5.3. Лабораторные занятия-не предусмотрены

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
±		Лабораторная работа №1

### 5.4. Практические занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение. Цели и задачи курса	Введение. Цели и задачи курса. Краткие основные понятия и определения в электротехнике. Основы решения РГР
2.	Основы оптимального регулирования режимов	Расчетно-графическая работа №1.

3.	Регулирование частоты и активной мощности	Расчетно-графическая работа №1.
4.	Оптимизация распределения нагрузки энергосистем	Расчетно-графическая работа №2.
5.	Характеристики электростанций	Расчетно-графическая работа № 2.
6.	Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы	Расчетно-графическая работа № 3.
7.	Оптимизация режимов распределительных сетей	Расчетно-графическая работа №3.
8.	Итоги курса. Заключение	Защита РГР №1-3

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

### **6.1. Вопросы для самостоятельного изучения и темы рефератов:**

1. Выбор оптимального напряжения ЛЭП
2. Определение потерь мощности в замкнутой сети
3. Определение оптимального режима работы ЛЭП 110 кВ
4. Определение оптимальной точки размыкания замкнутой сети
5. Выбор оптимального режима работы секционного выключателя
6. Оптимизация точек размыкания замкнутых сетей
7. Оптимизация точек размыкания замкнутых сетей
8. Оптимизация плановых ремонтов
9. Выбор оптимальной очередности установки УКРМ
10. Определение оптимального числа работающих трансформаторов на подстанции
11. Снижение потерь в ЛЭП 0,4 кВ за счет симметрирования нагрузок
12. Расчет оптимального коэффициента трансформации
13. Анализ влияния разрыва в кольцевых сетях на режим
14. Расчет режимов электрической сети с учетом и без учета генерации

реактивной мощности линиями

15. Выбор устройств для управления потоками мощности в замкнутых электрических сетях

16. Противоаварийное управление. Аварии в электроэнергетических системах зарубежных стран. Системные аварии в США, Канаде и Европе.

17. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности.

18. Маневренные характеристики ТЭС. Эквивалентные характеристики ТЭС

19. Библиотека эквивалентных характеристик ТЭС.

**20.** Оптимизация режимов водохранилищ гидроэлектростанций. Планирование и учет ремонтных работ в АСУ.

21. Цели и задачи автоматического управления

22. электроэнергетическим режимом

Параметры электроэнергетического режима

23. Особенности влияния частоты электрического тока на процессы, протекающие в энергосистеме

24. Допустимые значения частоты в энергосистеме

25. Повышения качества первичного и вторичного

26. регулирования частоты электрического тока

27. НТД по регулированию частоты и перетоков активной мощности

НТД по согласованной работе систем АРЧМ и

28. автоматики управления мощностью ГЭС.

29. Характеристика важнейших электростанций объединения

30. Электрическая часть электростанций

31. Номинальные напряжения

32. Общие сведения об электрических схемах электростанций и энергетических системах

33. Виды схем и их назначение энергетических систем

34. Особенности схем электрических соединений теплоэлектростанций и конденсационных электрических станций

35. Технологические схемы ТЭЦ и КЭС (ГРЭС)

36. Основное электрооборудование тепловых электростанций
37. Синхронные генераторы
38. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы
39. Электрические аппараты и токоведущие части распределительных устройств высокого напряжения
40. Коммутационные аппараты
41. Защитные аппараты
42. Токоограничивающие аппараты
43. Измерительные аппараты
44. Токоведущие части первичных цепей
45. Схемы электрических соединений электростанций и подстанций
46. Общие сведения о схемах
47. Анализ принципиальной схемы мощной ТЭЦ

## **6.2. Рекомендуемая литература**

1. Борисов, Б. Д. Снижение рисков каскадных аварий в электроэнергетических системах / Б. Д. Борисов, Н. И. Воропай, А. З. Гамм ; под редакцией Н. И. Воропай. — Новосибирск : Сибирское отделение РАН, 2011. — 303 с
2. Абрамова, Е. Я. Графические изображения элементов электрической части станций и подстанций : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Е. Я. Абрамова, С. К. Алешина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 26 с.
3. Инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем / . — Москва : ЭНАС, 2017. — 68 с

## **7. Оценочные средства**

Текущий контроль знаний студентов.

Контроль за результатами выполнения практических работ осуществляется путем представления оформленных отчетов (РГР) по

исследованиям, проведенным на предыдущих занятиях. После сдачи отчетов по всем РГР студент получает допуск к зачёту.

Итоговый контроль: зачёт.

### **3 семестр**

#### **7.1. Вопросы к зачёту по дисциплине**

1. Выбор оптимального напряжения ЛЭП
2. Определение потерь мощности в замкнутой сети
3. Определение оптимального режима работы ЛЭП 110 кВ
4. Определение оптимальной точки размыкания замкнутой сети
5. Выбор оптимального режима работы секционного выключателя
6. Оптимизация точек размыкания замкнутых сетей
7. Оптимизация точек размыкания замкнутых сетей
8. Оптимизация плановых ремонтов
9. Выбор оптимальной очередности установки УКРМ
10. Определение оптимального числа работающих трансформаторов на подстанции
11. Снижение потерь в ЛЭП 0,4 кВ за счет симметрирования нагрузок
12. Расчет оптимального коэффициента трансформации
13. Анализ влияния разрыва в кольцевых сетях на режим
14. Расчет режимов электрической сети с учетом и без учета генерации реактивной мощности линиями
15. Выбор устройств для управления потоками мощности в замкнутых электрических сетях
16. Противоаварийное управление. Аварии в электроэнергетических системах зарубежных стран. Системные аварии в США, Канаде и Европе.
17. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности.
18. Маневренные характеристики ТЭС. Эквивалентные характеристики ТЭС

19. Библиотека эквивалентных характеристик ТЭС.
20. Оптимизация режимов водохранилищ гидростанций. Планирование и учет ремонтных работ в АСУ.
21. Допустимые значения частоты в энергосистеме
22. Повышения качества первичного и вторичного
23. регулирования частоты электрического тока
24. НТД по регулированию частоты и перетоков активной мощности  
НТД по согласованной работе систем АРЧМ и
25. автоматики управления мощностью ГЭС.
26. Характеристика важнейших электростанций объединения
27. Особенности схем электрических соединений теплоэлектроцентралей  
и конденсационных электрических станций
28. Технологические схемы ТЭЦ и КЭС (ГРЭС)
29. Основное электрооборудование тепловых электростанций
30. Синхронные генераторы
31. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы
32. Электрические аппараты и токоведущие части распределительных  
устройств высокого напряжения
33. Коммутационные аппараты
34. Защитные аппараты
35. Энергетические ресурсы энергообъединения
36. Цели и задачи автоматического управления
37. электроэнергетическим режимом  
Параметры электроэнергетического режима
38. Особенности влияния частоты электрического тока на процессы,  
протекающие в энергосистеме
39. Допустимые значения частоты в энергосистеме
40. Повышения качества первичного и вторичного
41. Электрическая часть электростанций
42. Номинальные напряжения

43. Общие сведения об электрических схемах электростанций и энергетических системах
44. Виды схем и их назначение энергетические системы
45. Особенности схем электрических соединений теплоэлектростанций и конденсационных электрических станций
46. Технологические схемы ТЭЦ и КЭС (ГРЭС)
47. Основное электрооборудование тепловых электростанций
48. Синхронные генераторы
49. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы
50. Токи короткого замыкания
51. Общие сведения о токах короткого замыкания
52. Трехфазное короткое замыкание в симметричной цепи
53. Действие токов короткого замыкания и их ограничение
54. Электрические аппараты и токоведущие части распределительных устройств высокого напряжения
55. Коммутационные аппараты
56. Общие сведения о схемах
57. Анализ принципиальной схемы мощной ТЭЦ

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература**

1. Борисов, Б. Д. Снижение рисков каскадных аварий в электроэнергетических системах / Б. Д. Борисов, Н. И. Воропай, А. З. Гамм ; под редакцией Н. И. Воропай. — Новосибирск : Сибирское отделение РАН, 2011. — 303 с
2. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие для практических расчетов / А. М. Ершов. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 608 с.

3. Левин, В. М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей. Часть 1 : учебное пособие / В. М. Левин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 116 с.
4. Овечкин, М. В. Электроника систем автоматического управления на основе микроконтроллеров семейства AVR : учебное пособие / М. В. Овечкин. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 113 с
5. Абрамова, Е. Я. Графические изображения элементов электрической части станций и подстанций : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Е. Я. Абрамова, С. К. Алешина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 26 с.
6. Инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем / . — Москва : ЭНАС, 2017. — 68 с

#### **Дополнительная литература**

1. Левин, В. М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей. Часть 1 : учебное пособие / В. М. Левин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 116 с
2. Режимы работы электрооборудования электрических станций : учебное пособие для СПО / составители А. Н. Козлов, В. А. Козлов. — Саратов : Профобразование, 2021. — 118 с.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При выполнении студентами лабораторных работ используются технические средства обучения (проектор, экран, доска, компьютеры, специализированное программное обеспечение).

Технические средства обучения – сосредоточены в компьютерной лаборатории кафедры ЭЭП и используются при выполнении студентами практических работ.

**Персональные компьютеры и компьютерные классы.**

Использование ЭВМ предусматривается:

1. Для обучения и контроля занятий студентов по всем разделам курса.

При наличии обучающих и контролирующих программ ЭВМ может использоваться при самостоятельной проработке студентами различных разделов курса, при защите студентами лабораторных, и практических работ.

2. Для обработки и анализа опытных данных, полученных в процессе выполнения лабораторных работ.

3. Для выполнения практических работ в имитационном исполнении.

4. Для выполнения расчетов в процессе проведения практических занятий.

5. Для выполнения расчетно-графических и курсовых работ

В лаборатории содержатся электронные версии методических указаний к лабораторным работам, практическим занятиям, вопросы к экзамену

Технические средства обучения сосредоточены в лабораториях кафедры (ауд. 1-29; 0-25; 0-29; 0-37).

**Составитель:**

Ст. преподаватель кафедры  
«Электротехника и электропривод»



/Абдулхакимов У.И./

**Согласовано:**

Зав. кафедрой  
«Электротехника и электропривод»



/Магомадов Р.А-М./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./