

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**  
в г. Смоленске

**Утверждаю**

Директор филиала МЭИ  
в г. Смоленске

\_\_\_\_\_ А.С. Федулов

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
для ПОСТУПАЮЩИХ в МАГИСТРАТУРУ**

Направление подготовки  
**13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА и ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Магистерская программа:  
Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

**заочная форма обучения**

Зав. кафедрой  
«Электроэнергетические системы»

доцент \_\_\_\_\_ Р.В. Солопов  
\_\_\_\_\_ 2015 г.

Зав. кафедрой  
«Электромеханические системы»

доцент \_\_\_\_\_ В.В. Рожков  
\_\_\_\_\_ 2015 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ

## 1.1. Вопросы теории основ электротехники

Электрическая цепь и её элементы, сосредоточенные и распределенные параметры, активные и пассивные элементы. Линейные электрические цепи постоянного тока. Приемники электрической энергии: вольтамперные характеристики. Закон Ома, закон Джоуля-Ленца.

Элементы линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами; R,L,C. Источники электрической энергии. Законы Кирхгофа и Ома.

Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов, Линейные соотношения в электрических цепях.

Представление линейных независимых источников эквивалентными схемами замещения с источниками ЭДС и источниками тока. Метод наложения.

Линейные электрические цепи синусоидального тока. Представление гармонических функций времени вращающимися векторами на комплексной плоскости. Комплексные переменные (комплексные действующие значения, комплексные амплитуды). Законы Ома в комплексной форме для RLC-элементов цепи. Комплексные сопротивления и проводимости. Активные и реактивные сопротивления и проводимости. Энергетические показатели в цепях синусоидального тока. Мощности: мгновенная, средняя за период (активная) реактивная, полная комплексная. Коэффициент мощности. Компенсация реактивной мощности.

Резонансные режимы в цепях синусоидального тока в последовательном и параллельном резонансных контурах (резонансы напряжений и токов). Цепи переменного тока со взаимно-индуктивными связями катушек. Воздушный (линейный) трансформатор.

Цепи трехфазного тока. Методы расчета симметричных и несимметричных режимов. Понятие о трехфазном источнике питания. Векторная диаграмма напряжений трехфазного генератора. Схемы соединения обмоток генератора и нагрузки.

Определение линейных токов и напряжений. Фазные токи и напряжения генератора и нагрузки. Симметричные и несимметричные трехфазные цепи. Преимущества трехфазных цепей.

Включение цепей R-L и R-C на постоянное и синусоидальное напряжения.

Переходные (динамические) процессы в линейных цепях с сосредоточенными параметрами. Коммутации, законы коммутации. Математическая формулировка задачи анализа переходного процесса в линейной цепи с сосредоточенными параметрами. Основные методы анализа переходных процессов (классический, операторный, метод переменных состояний).

Выпрямители одно- и трехфазного тока.

Теория электромагнитного поля. Задачи электростатики.

Задачи анализа стационарного магнитного поля постоянного тока.

Электрический и магнитный поверхностный эффекты.

## **Электроснабжение**

Электрические нагрузки и графики потребления электроэнергии.

Основные характеристики электроприемников (ЭП) и потребителей электроэнергии. Режимы электропотребления.

Электрические нагрузки. Номинальная, средняя, среднеквадратичная, расчетная нагрузки. Расчетная нагрузка по пику температуры и тепловому износу изоляции. Тридцатиминутный максимум нагрузки.

Графики электрических нагрузок (ГН).

Классификация ГН. Расчетные коэффициенты ГН: коэффициенты использования, спроса, загрузки, заполнения, формы, максимума.

Основные элементы систем электроснабжения (СЭС). Линии электропередач и трансформаторные подстанции. Общая характеристика основных элементов СЭС. Особенности конструктивного исполнения воздушных и кабельных линий.

Выбор сечений проводов и кабелей напряжением до и выше 1000 В.

Общая характеристика потребительских подстанций 10/0,4 кВ. Особенности конструктивного исполнения подстанций на высоком и низком напряжениях.

## **Системы электроснабжения**

Общая характеристика систем электроснабжения (СЭС) и условия её функционирования. Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения и её место в электроэнергетике. Требования, предъявляемые к системам электроснабжения.

Схемы питания потребителей (предприятий, городов, сельскохозяйственных районов и др.) Характеристика источников питания, приемных пунктов электроэнергии и схем питающих сетей. Структура подстанций и распределительных пунктов и их исполнение.

Допустимые температуры нагрева проводников и электрооборудования (ЭО), нагрузочная способность трансформаторов, проводов и кабелей. Износ изоляции и иные условия, определяющие нагрузочную и перегрузочную способности проводов, изоляции и ЭО.

Расчетные нагрузки. Характеристика расчетных нагрузок для различных уровней СЭС. Методы определения расчетных нагрузок.

Режимы реактивной мощности СЭС. Явления, связанные с передачей реактивной мощности. Потребители реактивной мощности и источники реактивной мощности, и их характеристики. Компенсация реактивных нагрузок в СЭС. Размещение компенсирующих устройств (КУ) в электрических сетях, выбор режимов их работы.

Качество электрической энергии. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ). Нормирование ПКЭ.

Режимы работы и качество напряжения в системах электроснабжения. Оценка режимов работы СЭС, обеспечивающих надежное снабжение потребителей качественной электроэнергией с минимальными затратами.

Расчет отклонения напряжения, высших гармоник и несимметрии напряжений в трехфазной сети и их нормирование.

## **Внутризаводское электроснабжение**

Схемы распределения электроэнергии напряжением до 1000 В и выше 1000 В. Их структура и исполнение. Распределительные трансформаторные подстанции 10(6)/0,4 кВ, способ размещения и конструктивные исполнения.

Структура силовых сетей напряжением 0,4 кВ и осветительных сетей, их схемные и конструктивные решения и характеристики распределительных пунктов низковольтных распределительных сетей.

Схемы цеховых электрических сетей и их конструктивное исполнение.

Расчет и выбор параметров электрических сетей. Выбор типов цеховых трансформаторных подстанций и мощности трансформаторов. Выбор параметров питающих и распределительных цеховых сетей 0,4 кВ.

Повреждения и ненормальные режимы работы электрических сетей. Защита низковольтных электрических сетей. Виды повреждений и ненормальные режимы работы сетей и электроустановок, требования к их защите. Характеристика и конструктивные особенности коммутационных и защитных аппаратов. Выбор местоположения защитных аппаратов. Выбор параметров защитных аппаратов, селективность защиты. Современные системы защиты и управления электрооборудованием в сетях 0,4 кВ.

## **Электрическая часть ТЭЦ и подстанций систем электроснабжения**

Особенности технологического процесса производства электроэнергии на ТЭЦ. Роль ТЭЦ в электроэнергетике России.

Основное электрооборудование на ТЭЦ.

Силовые трансформаторы главной схемы и схемы электроснабжения собственных нужд ТЭЦ. Современные конструкции масляных и безмасляных силовых трансформаторов.

Нагрузочная способность силовых трансформаторов. Допустимые систематические и аварийные перегрузки масляных силовых трансформаторов

Принципиальные (структурные) электрические схемы ТЭЦ с генераторным распределительным устройством (ГРУ). Эксплуатационные режимы работы электрооборудования ТЭЦ. Выбор главных трансформаторов ТЭЦ.

Система собственных нужд (СН) промышленных ТЭЦ. Классификация электроприемников СН ТЭЦ. Схемы питания СН первой ступени (6 кВ). Выбор параметров рабочих и резервных источников питания первой ступени СН.

Схемы питания СН второй ступени (0,4 кВ). Выбор параметров трансформаторов СН второй ступени при явном и не явном резервировании.

Принципиальные электрические схемы главных понизительных подстанций промышленных предприятий и подстанций глубокого ввода высокого напряжения (ГПП, ПГВ). Эксплуатационные режимы работы основного оборудования на подстанциях (ПС). Выбор главных трансформаторов ПС.

Электроприемники системы питания собственных нужд ГПП и ПГВ. Схемы питания трансформаторов собственных нужд.

Типовые схемы распределительных устройств (РУ) 6-110 кВ. Классификация схем РУ. Блочные и мостиковые схемы РУ 35-110 кВ. Кольцевые схемы РУ (многоугольники). Схемы РУ 6-20 кВ с одной, двумя и четырьмя системами сборных

шин. Схемы подключения к РУ 6(10) кВ источников реактивной мощности. Схемы РУ 35-110 кВ со сборными шинами и одним выключателем на присоединение. Схемы РУ с обходной системой шин.

### **Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

Назначение устройств релейной защиты и автоматики и основные требования, предъявляемые к этим устройствам.

Токовые защиты линий. Принцип действия токовых защит. Токовые защиты со ступенчатой характеристикой выдержки времени, токовая отсечка, максимальная токовая защита.

Токовые направленные защиты линий. Принцип действия. Максимальная токовая направленная защита.

Дистанционные защиты линий. Принцип действия и выбор параметров срабатывания. Схемы выполнения.

Дифференциальные токовые защиты линий. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Определение параметров срабатывания. Поперечная дифференциальная токовая защита.

Защиты линий от замыканий на землю. Назначения и виды защит. Токовая и токовая направленная защита нулевой последовательности в сетях с глухозаземленной нейтралью.

Высокочастотные (ВЧ) защиты линий. Принципы выполнения. Дифференциальная функция ВЧ защиты. Направленная защита с ВЧ блокировкой.

Релейная защита трансформаторов. Защита трансформаторов от внутренних повреждений. Защита трансформаторов от сверхтоков, обусловленных внешними неисправностями.

Релейная защита генераторов. Защиты генераторов от внутренних повреждений. Защиты от сверхтоков, обусловленных внешними причинами.

Автоматическое повторное включение линий (АПВ).

Автоматический ввод резерва (АВР).

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).

Понятия об устройствах системной автоматики. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости параллельной работы. Автоматика ликвидации асинхронного режима. Автоматика ограничения повышения напряжения. Автоматика ограничения снижения напряжения. Автоматика ограничения повышения частоты. Автоматика ограничения снижения частоты. Автоматика ограничения перегрузки оборудования.

### **Литература**

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. - М.: Интерметинжинеринг, 2007.
2. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Учеб.пособ. М.: ФОРУМ. Инфра, 2006.
3. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. Уч.пособ. для вузов, М.: МЭИ, 2007.

4. Гужов Н.П. Системы электроснабжения. Уч. пособие для вузов, Ростов Н/Д, Феникс, 2011-382 с.
5. Артемов А.И. Анализ режима напряжения в системе электроснабжения. Методические указания к выполнению расчетного задания по дисциплине «Системы электроснабжения», СФМЭИ, Смоленск, 2014, -52с.
6. Киреева Э.А., Шерстнев С.М. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов) М.: КНОРУС, 2012–864с.
7. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кв. типовые решения. М.: Стандартинформ. 2007. 144 с.
8. Электрическая часть объектов электроэнергетических систем. Конспект лекций по курсу «Электрическая часть объектов электроэнергетических систем (электростанций и подстанций)». Марков В.С.- Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2006. - 80 с.
9. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Учебник для вузов/ В.А. Андреев/- – М. Высшая школа, 2006.
10. Релейная защита воздушных линий электропередачи/Сост.: В. С. Ковженкин, Л. С. Певцова – Смоленск: РИО филиала ГОУ ВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2009. – 28 с.

## **1.2. ВОПРОСЫ**

### **к вступительным испытаниям для поступающих в магистратуру по направлению подготовки**

1. Линейные электрические цепи постоянного тока. Приемники электрической энергии: вольтамперные характеристики. Закон Ома, закон Джоуля-Ленца.
2. Метод наложения и представление схем эквивалентными источниками ЭДС и тока.
3. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов, Линейные соотношения в электрических цепях.
4. Изображение синусоидально изменяющихся величин векторами на комплексной плоскости. Комплексная амплитуда. Комплекс действующего значения. Сложение и вычитание синусоидальных функций.
5. Закон Ома в комплексной форме для RLC-элементов. Законы Кирхгофа в комплексной форме.
6. Резонанс токов и напряжений. Условия резонанса.
7. Цепь с двумя индуктивно-связанными катушками. Основные понятия: поток, ЭДС взаимной индукции; взаимная индуктивность; коэффициент индуктивной связи.
8. Понятие о трехфазном источнике питания. Векторная диаграмма напряжений трехфазного генератора. Схемы соединения обмоток генератора и нагрузки.
9. Линейные и фазные напряжения. Активная, реактивная и полная мощность в трехфазных цепях. Преимущество трехфазных цепей.
10. Методы расчетов симметричных режимов.
11. Методы расчетов несимметричных режимов. Основы метода симметричных

составляющих.

12. Законы коммутации.
13. Основные методы анализа переходных процессов (классический, операторный, метод переменных состояний).
14. Включение цепей R-L и R-C на постоянное напряжение.
15. Включение цепей R-L и R-C на синусоидальное напряжение.
16. Лапласово изображение простейших функций: постоянной величины, производной, интеграла, показательной функции.
17. Одно- и двухполупериодные выпрямители.
18. Электростатическое поле. Напряженность, индукция, потенциал. Теорема Гаусса.
19. Магнитное поле постоянного тока. Магнитная индукция, магнитный поток, напряженность магнитного поля.
20. Магнитное поле постоянного тока. Закон полного тока.
21. Магнитный и электрический поверхностный эффект. Сопротивление проводников на переменном токе.
22. Классификация электрических сетей, виды конфигураций электрических сетей.
23. Характеристика основных конструктивных элементов воздушных линий.
24. Структурные схемы подстанций, классификация подстанций по их способу присоединения к сети.
25. Схемы замещения воздушных линий и определение их параметров.
26. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов и определение их параметров.
27. Баланс активной мощности в ЭЭС и его связь с частотой. Регулирование частоты в ЭЭС.
28. Баланс реактивной мощности в ЭЭС и его связь с напряжением. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях.
29. Потери электроэнергии в электрических сетях. Классификация потерь электроэнергии, расчет потерь электроэнергии в линиях и трансформаторах по графикам их нагрузки. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях.
30. Векторная диаграмма токов и напряжений воздушных линий 110 кВ, 35 кВ.
31. Задачи расчета режимов электрических сетей. Расчет режима электрической сети методом «два этапа».
32. Расчет режима простейшей замкнутой сети.
33. Необходимость и способы регулирования напряжения в электрических сетях.
34. Выбор напряжений воздушных линий районной электрической сети.
35. Выбор сечений проводов воздушных линий районной электрической сети.
36. Выбор мощности трансформаторов на подстанциях районной электрической сети. Проверка трансформаторов по перегрузочной способности.
37. Техничко-экономическое сравнение вариантов схем сети.

38. Принципиальные (структурные) электрические схемы КЭС с одним или двумя распределительными устройствами (РУ) 110 кВ и выше. Режимы работы основного оборудования на КЭС.
39. Принципиальные (структурные) электрические схемы подстанций (ПС) распределительных и магистральных электрических сетей. Режимы их работы. Выбор основного электрооборудования.
40. Блочные схемы распределительных устройств (РУ). Схема РУ «Заход-выход». Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ.
41. Мостиковые схемы РУ. Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ.
42. Кольцевые схемы РУ треугольников, четырехугольников и шестиугольников. Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ. Особенности схемы РУ на напряжение 500 и 750 кВ.
43. Схема РУ: «Одна рабочая секционированная выключателем система шин». Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ.
44. Схема РУ: «Одна рабочая секционированная система шин с обходной системой шин». Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ.
45. Схема РУ: «Две рабочие и обходная система шин». Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ.
46. Схема РУ: «Трансформаторы-шины с присоединением линий через полтора и два выключателя». «Полуторная». Области применения. Основные характеристики. Работа оборудования РУ в штатных и аварийных режимах. Оперативные переключения в РУ.
47. Области применения и возможные схемы выполнения линий электропередачи сверхвысокого напряжения (СВН) в электроэнергетических системах.
48. Корона на проводах и её влияние на параметры воздушной линии сверхвысокого напряжения.
49. Схемы замещения и их параметры с учетом поправочных коэффициентов по длине для линий электропередач СВН.
50. Уравнения длинных линий. Удельные первичные и волновые параметры линий СВН переменного тока.
51. Основные уравнения и способы задания исходной информации для расчета режима линий СВН.
52. Расчет режима наибольших нагрузок линии электропередачи СВН.
53. Расчет режима наименьших нагрузок линии электропередачи СВН.
54. Режим одностороннего включения протяженной линии сверхвысокого напряжения.
55. Ступенчатые защиты линий от междуфазных к.з.



56. Токовые направленные защиты линий.
57. Защиты от замыканий на землю линий 6-10-35 кВ.
58. Направленная поперечная дифференциальная защита параллельных линий.
59. Продольная дифференциальная защита линий.
60. Дистанционная защита линий.
61. Дифференциально-фазная ВЧ защита линий.
62. Защита линий с высокочастотной блокировкой.
63. Защита трансформаторов от сверхтоков.
64. Дифференциальная защита трансформаторов.
65. Продольная дифференциальная защита генераторов.
66. Поперечная дифференциальная защита генераторов.
67. Защита от замыканий на землю обмоток статора.
68. Защита, установленная в цепях ротора генератора.
69. Основные виды устройств автоматики в энергосистемах.

**Программы вступительных испытаний в магистратуру подготовили:**

канд. техн. наук, доцент

В.Ф. Киселев

канд. техн. наук, доцент

Л.И. Долецкая

канд. техн. наук, доцент

Р.В. Солопов