

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ  
Заместителю председателя  
Приемной комиссии  
М.В. Румянцев

27 сентября 2017 г.

**ПРОГРАММА**  
вступительного испытания в магистратуру  
в форме письменного экзамена  
Направление 13.04.02  
«Электроэнергетика и электротехника»

Магистерская программа  
13.04.02.06 «Гидроэлектростанции»  
(Саяно-Шушенский филиал)

Красноярск 2017

# Содержание программы

(по дисциплине «Электроэнергетика»)

## Введение

Данная программа составлена на основе дисциплин подготовки бакалавров в области электроэнергетики, связанных с гидроэнергетикой.

## 1. Информационно-измерительная техника и электроника

- 1.1. Основы теории полупроводников, диоды, биполярные и полевые транзисторы
- 1.2. Вторичные источники питания РЭА: выпрямители; фильтры; стабилизаторы напряжения.
- 1.3. Электронные аналоговые приборы: вольтметры, омметры, осциллографы.
- 1.4. Электронные логические схемы: «и»; «или»; «не»; триггеры; счетчики; шифраторы; дешифраторы.
- 1.5. Цифровые измерительные приборы: основные виды ЦАП и АЦП.
- 1.6. Измерение активной мощности в трехфазных цепях. Схемы включения. Особенности.
- 1.7. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: устройство, погрешности, особенности работы, достоинства.

## 2. Общая энергетика

- 2.1. Электроэнергетическая система (ЭЭС).
- 2.2. Особенности режимов работы ГЭС и ГАЭС.
- 2.3. Электрические схемы и электрооборудование электростанций.
- 2.4. Распределительные устройства электростанций.
- 2.5. Заземление электрических сетей и режимы нейтралей.
- 2.6. Режимы выдачи мощности электростанций.
- 2.7. Взаимосвязь балансов активной и реактивной мощностей, частоты и напряжения в ЭЭС. Качество электрической энергии.
- 2.8. Классификация электрических сетей. Конструктивное исполнение воздушных, кабельных линий, шинопроводов.

## 2. Электроэнергетика

- 3.1. Взаимосвязь номинальных напряжений элементов электроэнергетических систем. Предельно-допустимые напряжения в узлах ЭЭС и факторы их определяющие.
- 3.2. Записи закона Ома для участка электрической сети. Падение и потери напряжения. Векторная диаграмма токов и напряжений.

- 3.3. Расчёт и анализ рабочих электрических режимов электропередач элементарных электрических сетей.
- 3.4. Пропускная способность электропередач и факторы её определяющие.
- 3.5. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения и электрических сетях. Необходимость. Техничко-экономические результаты компенсации. Компенсирующие устройства и их технико-экономические характеристики.
- 3.6. Зависимость передачи активной и реактивной мощности от напряжения
- 3.7. Назначение релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите. Классификация реле. Классификация защит.
- 3.8. Измерительные трансформаторы тока и напряжения (назначение, устройство). Требования, предъявляемые к трансформаторам тока и напряжения для релейной защиты.
- 3.9. Типовые схемы включения трансформаторов тока и напряжения (область применения, анализ схем).
- 3.10. Защиты синхронных генераторов. Принцип действия дифференциальной защиты генератора.
- 3.11. Защиты трансформаторов. Контроль изоляции высоковольтных вводов.
- 3.12. Защиты линий электропередачи. Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты.
- 3.13. Изоляция генераторов.
- 3.14. Изоляция трансформаторов.
- 3.15. Изоляция кабельных линий.

#### **4. Электромагнитная совместимость**

- 4.1. Классификация электромагнитных помех (ЭМП).
- 4.2. Источники помех на электрических станциях и подстанциях.
- 4.3. Влияние электромагнитных полей, создаваемых устройствами электроэнергетики на биологические объекты.
- 4.4. Нормы по допустимым напряженностям электромагнитных полей промышленной частоты для персонала и населения.

#### **5. Переходные процессы в электроэнергетических системах**

- 5.1. Трёхфазное КЗ в не разветвляющейся цепи.
- 5.2. Сопротивления элементов сети отдельных последовательностей. Параметры синхронной машины для токов обратной и нулевой последовательности. Схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей
- 5.3. Правило эквивалентности прямой последовательности при несимметрии. Сравнение видов короткого замыкания при поперечной несимметрии. Применение практических методов к

расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.

- 5.4. Устойчивость в электрических системах и методы ее исследования.
- 5.5. Простейшая оценка статической устойчивости. Практические критерии устойчивости.
- 5.6. Простейшая оценка динамической устойчивости. Определение размаха колебаний и проверка устойчивости при внезапном изменении электрической нагрузки генератора.
- 5.7. Системы АРВ сильного действия. Системы регулирования с зоной неустойчивости
- 5.8. Выпадение из синхронизма синхронной машины. Установившийся асинхронный режим СМ. Ресинхронизация генераторов

## **6. Электрическая часть гидроэлектростанций**

- 6.1. Гидрогенераторы (тип, конструкция). Пуск гидроагрегата, включение в сеть. Условия параллельной работы генераторов. Режимы работы гидрогенераторов.
- 6.2. Трансформаторы (типы, конструкция). Условия параллельной работы трансформаторов. Режимы работы трансформаторов.
- 6.3. Механизмы и оборудование собственных нужд ГЭС (состав, назначение, режимы работы).
- 6.4. Установки постоянного тока с аккумуляторными батареями. Режим работы установок постоянного тока. Схемы постоянного оперативного тока. Потребители постоянного тока.
- 6.5. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений ГЭС. Критерии выбора главной схемы. Варианты схем РУ-500 кВ. Анализ надежности, гибкости, ремонтпригодности схем.
- 6.6. Управляемые шунтирующие реакторы.

## **7. Основы эксплуатации оборудования и сооружений гидроэлектростанций**

- 7.1. Что относится к гидромеханическому оборудованию. Основные требования к ГМО.
- 7.2. Назначение масляного хозяйства ГЭС. Масла, применяемые на энергетических предприятиях.
- 7.3. Назначение систем технического водоснабжения ГЭС, основные потребители.
- 7.4. Назначение пневматического хозяйства ГЭС, основные потребители систем высокого и низкого давления. Требования к сжатому воздуху (способы очистки и осушки).
- 7.5. Порядок вывода оборудования в ремонт. Диспетчерские заявки, порядок их подачи и рассмотрения.

## Основная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник/ В.Г.Гусев, Ю.М. Гусев. - 4-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 2006.- 799с.
2. Миловзоров О.В. Электроника : Учебник для вузов/ О.В.Миловзоров, И.Г. Панков.- 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2006. - 288 с.
3. Быстрицкий Г. Ф. Общая энергетика: Учебное пособие / Г. Ф. Быстрицкий. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 208 с.
4. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетике: Учебник / Г.Ф. Быстрицкий. - М. : Инфра-М, 2005. - 278 с.
5. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии. Учебное пособие/ А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - 3 изд., перераб. - М.: КНОРУС, 2012.– 648 с.
6. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций. Учебник /Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова.- 6 изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 448 с.
7. Герасименко, А.А. Производство, передача и распределение электрической энергии. Расчёт и анализ электрических режимов электропередач: Учебно- методическое пособие. / А. А. Герасименко.- Саяногорск; Черемушки: Сиб. федер.ун-т; Саяно-Шушенский филиал, 2012.- 200 с.
8. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : Учебник / В.А. Андреев. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2006. - 639 с.
9. Релейная защита и автоматика: методические указания по выполнению лабораторных работ / Сост. А.А. Катайцев. - Саяногорск : СШФ КГТУ, 2012. - 88 с.
10. Вагин Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 224 с.
11. Дьяков А.Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике/ А.Ф. Дьяков, Б.К. Максимов, Р.К. Борисов и др.- М.: Энергоатомиздат, 2003. – 768с.
12. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: Учебник / С.А. Ульянов. - 2-е изд., стер. - М.: АРИС, 2010. - 520 с.
13. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие / И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев, В.А. Старшинов; Ред. И.П. Крючков и В.А. Старшинов. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 416 с.
14. Толстихина Л.В. Параметры электрооборудования и режимы электроэнергетических систем в примерах и иллюстрациях: Учебное пособие для практических занятий. – Саяногорск. Черемушки: Сиб. федер. ун-т; Саяно-Шушенский филиал, 2010 – 180с.
15. Брызгалов В. И. Гидроэлектростанции: Учебное пособие/ В. И. Брызгалов, Л. А. Гордон. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. - 541 с.: ил.
16. Куценов Д. А. Электрическая часть гидроэлектростанций:

- проектирование: учебное пособие / Д. А. Куценов, И. Ю. Погоняйченко; Сибирский федеральный ун-т, Саяно-Шушенский филиал. - Красноярск : СФУ, 2007. - 232 с
17. Куценов Д. А. Электрическая часть гидроэлектростанций: проектирование: учебное пособие / Д. А. Куценов, И. Ю. Погоняйченко; Сибирский федеральный ун-т, Саяно-Шушенский филиал. - Красноярск : СФУ, 2009. - 232 с
  18. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. - 6-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2009. - 448 с. : ил
  19. Толстихина Л.В. Параметры электрооборудования и режимы электроэнергетических систем в примерах и иллюстрациях. Учебное пособие для практических занятий – Саяногорск: СФУ; СШФ, 2010 – 180 с.
  20. Брызгалов В.И., Гордон Л.А. Гидроэлектростанции. Учебное пособие.- Красноярск: ИПИ. КГТУ, 2002. – 541с.
  21. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при обслуживании электроустановок: ПОТ Р М – (016-2001 РД 153-34.0-03.150-00). - Новосибирск: Норматика, 2012. - 112 с.
  22. Толстихина Л.В. Параметры электрооборудования и режимы электроэнергетических систем в примерах и иллюстрациях : учебное пособие для практических занятий / Л. В. Толстихина. - Саяногорск : СШФ СФУ, 2010. - 180 с.
  23. Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций: РД 153-34.0-03.205-2001. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. -160с.
  24. Гидроэнергетика: учебник / Т. А. Филиппова [и др.]. - 2-е изд., перераб. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 620 с. : ил. - (Учебники НГТУ).

### **Дополнительная литература**

1. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: учебник / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. - М.: АCADEMIA, 2008. - 336 с
2. Электротехника и электроника: учебное пособие / В.В. Кононенко и др. - 2-е изд. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 752с.
3. Дубровский В. А. Общая энергетика: Учебное пособие/В. А. Дубровский. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 226 с.
4. Испытания реле направления мощности: методические указания по выполнению лабораторных работ/Сост. А.А. Катайцев. - Саяногорск: СШФ КГТУ, 2012. – 18с.
5. Изоляция и перенапряжения в электрических системах: методические указания по выполнению лабораторных работ/Сост. М.И. Воронов.- Саяногорск. Черемушки: Сиб. федер.ун-т; Саяно-Шушенский филиал, 2008.- 56с.
6. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учеб.пособие.- М.:Университетская книга; Логос, 2006.- 254с.

7. Пантелеев В.И. ЭМС для технологических систем, электрических сетей, систем электроснабжения рельсового транспорта, подземных коммуникаций: Учеб. пособие в 3-х ч. Ч.1 Электромагнитное поле/ В.И. Пантелеев, В.Н. Яковлев.- Красноярск: ИПЦ КГТУ, 206.- 302с.
8. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебное пособие.- Изд. 2-е испр. и доп.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 284с.
9. Возовик В. П. Проектирование главной схемы электрических соединений электростанций: учебное пособие / В.П. Возовик, В.А. Тремясов. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. - 131 с
10. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. - 264 с.: табл.
11. ПОЛОЖЕНИЕ о порядке оформления, подачи, рассмотрения и согласования диспетчерских заявок на изменение технологического режима работы или эксплуатационного состояния объектов диспетчеризации Филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири, (967.3.21.011-100.21/08.2012), Кемерово, 2012.
12. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ к генерирующему оборудованию участников оптового рынка – М.: ОАО «СО ЕЭС», 2012.
13. ПОРЯДОК установления соответствия генерирующего оборудования участников оптового рынка техническим требованиям – М.: ОАО «СО ЕЭС», 2012.

#### **Перечень вопросов:**

1. Основы теории полупроводников, диоды, биполярные и полевые транзисторы
2. Вторичные источники питания РЭА: выпрямители; фильтры; стабилизаторы напряжения.
3. Электронные аналоговые приборы: вольтметры, омметры, осциллографы.
4. Электронные логические схемы: «и»; «или»; «не»; триггеры; счетчики; шифраторы; дешифраторы.
5. Цифровые измерительные приборы: основные виды ЦАП и АЦП.
6. Измерение активной мощности в трехфазных цепях. Схемы включения. Особенности.
7. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: устройство, погрешности, особенности работы, достоинства.
8. Электроэнергетическая система (ЭЭС).
9. Особенности режимов работы ГЭС и ГАЭС.
10. Электрические схемы и электрооборудование электростанций.
11. Распределительные устройства электростанций.
12. Заземление электрических сетей и режимы нейтралей.
13. Режимы выдачи мощности электростанций.

14. Взаимосвязь балансов активной и реактивной мощностей, частоты и напряжения в ЭЭС. Качество электрической энергии.
15. Классификация электрических сетей. Конструктивное исполнение воздушных, кабельных линий, винопроводов.
16. Взаимосвязь номинальных напряжений элементов электроэнергетических систем. Предельно-допустимые напряжения в узлах ЭЭС и факторы их определяющие.
17. Записи закона Ома для участка электрической сети. Падение и потери напряжения. Векторная диаграмма токов и напряжений.
18. Расчёт и анализ рабочих электрических режимов электропередач элементарных электрических сетей.
19. Пропускная способность электропередач и факторы её определяющие.
20. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения и электрических сетях. Необходимость. Техничко-экономические результаты компенсации. Компенсирующие устройства и их технико-экономические характеристики.
21. Зависимость передачи активной и реактивной мощности от напряжения
22. Назначение релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите. Классификация реле. Классификация защит.
23. Измерительные трансформаторы тока и напряжения (назначение, устройство). Требования, предъявляемые к трансформаторам тока и напряжения для релейной защиты.
24. Типовые схемы включения трансформаторов тока и напряжения (область применения, анализ схем).
25. Защиты синхронных генераторов. Принцип действия дифференциальной защиты генератора.
26. Защиты трансформаторов. Контроль изоляции высоковольтных вводов.
27. Защиты линий электропередачи. Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты.
28. Изоляция генераторов.
29. Изоляция трансформаторов.
30. Изоляция кабельных линий.
31. Классификация электромагнитных помех (ЭМП).
32. Источники помех на электрических станциях и подстанциях.
33. Влияние электромагнитных полей, создаваемых устройствами электроэнергетики на биологические объекты.
34. Нормы по допустимым напряженностям электромагнитных полей промышленной частоты для персонала и населения.
35. Трёхфазное КЗ в не разветвляющейся цепи.
36. Сопротивления элементов сети отдельных последовательностей. Параметры синхронной машины для токов обратной и нулевой последовательности. Схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей.
37. Правило эквивалентности прямой последовательности при несимметрии. Сравнение видов короткого замыкания при поперечной



- несимметрии. Применение практических методов к расчету переходного процесса при однократной поперечной несимметрии.
38. Устойчивость в электрических системах и методы ее исследования.
  39. Простейшая оценка статической устойчивости. Практические критерии устойчивости.
  40. Простейшая оценка динамической устойчивости. Определение размаха колебаний и проверка устойчивости при внезапном изменении электрической нагрузки генератора.
  41. Системы АРВ сильного действия. Системы регулирования с зоной неустойчивости.
  42. Выпадение из синхронизма синхронной машины. Установившийся асинхронный режим СМ. Ресинхронизация генераторов.
  43. Гидрогенераторы (тип, конструкция). Пуск гидроагрегата, включение в сеть. Условия параллельной работы генераторов. Режимы работы гидрогенераторов.
  44. Трансформаторы (типы, конструкция). Условия параллельной работы трансформаторов. Режимы работы трансформаторов.
  45. Механизмы и оборудование собственных нужд ГЭС (состав, назначение, режимы работы).
  46. Установки постоянного тока с аккумуляторными батареями. Режим работы установок постоянного тока. Схемы постоянного оперативного тока. Потребители постоянного тока.
  47. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений ГЭС. Критерии выбора главной схемы. Варианты схем РУ-500 кВ. Анализ надежности, гибкости, ремонтпригодности схем.
  48. Управляемые шунтирующие реакторы.
  49. Что относится к гидромеханическому оборудованию (ГМО). Основные требования к ГМО.
  50. Назначение масляного хозяйства ГЭС. Масла, применяемые на энергетических предприятиях.
  51. Назначение систем технического водоснабжения ГЭС, основные потребители.
  52. Назначение пневматического хозяйства ГЭС, основные потребители систем высокого и низкого давления. Требования к сжатому воздуху (способы очистки и осушки).
  53. Порядок вывода оборудования в ремонт. Диспетчерские заявки, порядок их подачи и рассмотрения.

Руководитель магистерской программы

М.В. Первухин,  
профессор, д-р техн. наук