

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева**  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИСЭМ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор

\_\_\_\_\_ Н.И. Воропай  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 05.14.02

Отрасль науки: 05.00.00 – Технические науки  
Группа специальностей: 05.14.00 – Энергетика  
Специальность 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Наименование степени / квалификации-Кандидат наук

Иркутск 2012

## Введение

Данная программа составлена на основе дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника», связанных с особенностями проектирования и эксплуатации электростанций и сетей, анализом режимных параметров и устойчивости электроэнергетических систем, приемами релейной защиты и автоматического управления в электрических системах.

Цель экзамена - установить глубину профессиональных знаний поступающего на обучение, уровень подготовленности для дальнейшего обучения по профессиональной образовательной программе послевузовского профессионального образования по направлению подготовки 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

### 1. Содержание вступительного экзамена по специальности

На вступительном экзамене абитуриент должен продемонстрировать уровень знаний и умений, приобретенный в ходе освоения основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки 140200.65 – Электроэнергетика или основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки 140400.68 – Электроэнергетика и электротехника, достаточный для обучения по профессиональной образовательной программе послевузовского профессионального образования по направлению подготовки 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

#### 1.1. Электрическая часть электростанций

Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа. Вопросы экологии при эксплуатации электростанций.

Графики нагрузки электрических станций и их регулирование. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций и требования к электрическим аппаратам и проводникам.

Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа. Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания. Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора.

Заземляющие устройства электроустановок.

Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях. Установки оперативного тока. Принципы выполнения и

основные характеристики автоматизированных систем управления (АСУ). Принципы создания автоматизированных диагностических систем.

#### 1.2. Режимы работы основного электрооборудования электростанций

Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин.

Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.

#### 1.3. Проектирование электрической части станций

Основы проектирования электростанций. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок.

Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления.

Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических станций и подстанций.

Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.

#### 1.4. Электроэнергетические системы и сети

Основные сведения об истории развития энергетики. Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики. Энергетика как большая система.

Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход. Общий критерий оптимального развития. Виды представления информации. Иерархическое построение энергосистем. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития.

Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии (структура и размещение электростанций, структура электрических сетей).

Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование, транспортный и симплексный алгоритмы, динамическое программирование, метод границ и ветвей, градиентный метод, метод штрафных функций, критериальный анализ технико-экономических задач энергетики.

Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии как элементы энергосистем. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.

Сведения об условиях работы и конструктивном исполнении линий электрических сетей. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий.

Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения.

Характеристики и параметры элементов электрической сети.

Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети. Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей.

Основы технико-экономических расчетов электрических сетей. Качество электрической энергии. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.

Проектирования электрических сетей, выбор их основных параметров при проектировании.

Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Электрические параметры протяженных линий электропередачи. Расчет режимов дальней электропередачи. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач. Особые режимы электропередачи переменного и постоянного тока.

## 1.5. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС). Физическая природа переходных процессов в ЭЭС. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.

Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе короткие замыкания (КЗ), сложные виды повреждений. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В.

Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат.

Переходные процессы при КЗ в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.

Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова. Практические критерии статической устойчивости. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях.

Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.

Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.

Характеристики многомашинной ЭЭС. Устойчивость нормальных режимов сложных систем. Изменение частоты и мощности в ЭЭС.

Динамическая устойчивость ЭЭС. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.

Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

## 1.6. Эксплуатация электрооборудования ЭЭС

Эксплуатация собственных нужд (СН) тепловых электростанций и подстанций. Характеристики потребителей. Схемы собственных нужд на напряжении 6 и 0,4 кВ. Обеспечение надежности. Конструкция и режимы эксплуатации трансформаторов СН на станциях и подстанциях.

Системы охлаждения трансформаторов, эксплуатация и ремонты. Особенности эксплуатации автотрансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками.

Регулирование напряжений с применением РПН; ПБВ. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов и фазировка трансформаторов.

Параллельная работа трансформаторов и автотрансформаторов. Допустимые нагрузочные и перегрузочные режимы. Текущие и капитальные ремонты трансформаторов и автотрансформаторов. Профилактические испытания трансформаторов и автотрансформаторов при текущих и капитальных ремонтах.

Сушка трансформаторов. Трансформаторное масло. Контроль технических характеристик трансформаторного масла, в эксплуатации, хроматографические показатели трансформаторного масла, хранение и испытание.

Эксплуатация и производство переключений в электрических схемах высокого напряжения на электростанциях и подстанциях. Эксплуатация генераторов на тепловых и гидравлических станциях. Эксплуатация синхронных компенсаторов на подстанциях. Системы охлаждения гидро- и турбогенераторов, синхронных компенсаторов и систем охлаждения.

Организация эксплуатационного контроля параметров режима работы гидро- и турбогенераторов. Организация ремонтного обслуживания турбо- и гидрогенераторов. Виды эксплуатационного контроля и профилактических испытаний.

Ликвидация аварий в электроустановках станций и подстанций. Коммутационные аппараты и оборудование РУ электростанций и подстанций. Эксплуатация и ремонт.

## 1.7. Релейная защита и автоматизация ЭЭС

Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем.

Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления. Иерархические структуры систем управления. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики. Ближнее и дальнее резервирование. Работа при разных видах повреждений. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики.

Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов. Каналы межобъектовой связи. Способы обеспечения помехоустойчивости, корректирующие коды. Протоколы передачи информации.

Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости средств управления на электроэнергетических объектах. Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики. Системы оперативного тока.

Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты.

Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.

Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения).

Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Регуляторы возбуждения и коэффициент трансформации.

Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения.

Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи.

Системы сигнализации, регистрации и цифрового осциллографирования.

Моделирование функционирования и испытания устройств и систем управления.

## 2. Рекомендуемое информационное обеспечение

1. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. А.А. Васильева. М.: Энергоатомиздат, 1990.

2. Околович Н.М. Проектирование электрических станций. М.: Энергоатомиздат, 1982.
  3. Электрические системы. Электрические сети /Под ред. В.А. Веникова и В.А. Строева. М.: Высш. шк., 1998.
  4. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1984.
  5. Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. М.: Энергоатомиздат, 1985.
  6. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: Энергия, 1970.
  7. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высш. шк., 1978.
  8. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1984.
  9. Овчаренко Н.И. Элементы автоматических устройств энергосистем. М.: Энергоатомиздат, 1995.
  10. Алексеев О.П., Казанский В.Е., Козис В.Л. / Автоматика электроэнергетических систем. М.: Энергоиздат, 1981.
  11. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем /Под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
  12. Веников А.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высш. шк., 1976.
  13. Электрические сети и системы. Математические задачи электроэнергетики. /Под ред. В.А. Веникова. М.: Высш. шк., 1981.
  14. Фокин Ю.А. Вероятностно-статистические методы в расчетах надежности систем электроснабжения. М.: Энергоатомиздат, 1985.
  15. Методы оптимизации режимов энергосистем / Под ред. В.М. Горнштейна. М.: Энергоиздат, 1981.
  16. Арзамасцев Д.А., Бартоломей П.И., Холян А.М. АСУ и оптимизация режимов энергосистем. М.: Высш. шк., 1983.
- Дополнительная литература
1. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986.
  2. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. Л.Г. Мамиконянца. М.: Энергоатомиздат, 1984.
  3. Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. Под ред. Л.С. Линдорфа, Л.Г. Мамиконянца. М.: Энергия, 1972.
  4. Лосев С.Б., Чернин А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. М.: Энергоатомиздат, 1983.
  5. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях. /Под ред. В.А.Веникова. М.: Энергоатомиздат, 1983.
  6. Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. М.: Энергоатомиздат, 1985.
  7. Дальние электропередачи в примерах / Г.К. Зарудский, Е.В. Путятин и др. М.: Изд-во МЭИ, 1994.

8. Баринов В.А., Совалов С.А. Режимы энергосистем: методы анализа и управления. М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
10. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М.: Энергия, 1979.
11. Экспериментальные исследования режимов энергосистем / Под ред. С.А. Совалова. М.: Энергоатомиздат, 1985.
12. Портной М.Г., Рабинович Р.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. М.: Энергия, 1975.
13. Дьяков А.Ф., Платонов В.В. Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
14. Алексеев О.П., Козис В.Л., Кривенков В.В. Автоматизация электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1994.
15. Казанский В.Е. Измерительные преобразователи тока в релейной защите. М.: Энергоатомиздат, 1988.
16. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1998.
17. Щербачев О.В., Зейлигер А.Н., Кадомская К.П. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике / Под ред. О.В. Щербачева. Л.: Энергия, 1980.