

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

**Кара-Кульский технологический институт**

**Кафедра "Строительства, транспорта и электроэнергетики"**

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**Направление 640200 "Электроэнергетика и электротехника"  
Форма подготовки: очная, заочная (с применением ДОТ)**

**Бишкек 2015**

Рассмотрено  
На заседании кафедры  
"Электроэнергетика"  
ККТИ КГТУ им. И. Раззакова  
Прот. № 12 от " 29 " мая 2015г.

Одобрено  
Учебно-методическим  
Советом КГТУ  
им. И. Раззакова  
Прот. № \_\_\_ от " \_\_\_ " \_\_\_ 2015г.

Составители: Кыдырмаева З. С., Жумашева Г.Э.

Программа государственного экзамена для студентов направлению 640200 "Электроэнергетика и электротехника" / ККТИ КГТУ им. И.Раззакова.  
Сост.: Кыдырмаева З. С., Жумашева Г.Э.. – Б.: ИЦ «Техник», 2015. – 28 с.

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника» как руководящее пособие для подготовки сдачи государственного экзамена по специальным дисциплинам

Рецензент: к.т.н., доцент Ниязов Н.Т.

---

Тех. редактор *Эркинбек кызы Ж.*

Подписано к печати 15.10.2015 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,75 п.л. Тираж 20 экз.

Бишкек, ул. Сухомятинова, 20. ИЦ "Техник" КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43

e-mail: [beknur@mail.ru](mailto:beknur@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель государственного экзамена .....	4
2. Общие требования к выпускнику, предусмотренные ГОС.....	4
3. Перечень дисциплин, включенных в государственный экзамен.....	11
4. Содержание программы государственного экзамена.....	11
5. Формулировка вопроса.....	12
6. Вопросы государственного экзамена.....	19
7. Рекомендуемая литература.....	23
8. Критерии оценки знаний студентов .....	24

## **1. ЦЕЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ 640200 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

Государственный экзамен по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника» имеет цель:

- оценить теоретические знания, практические навыки и умения;
- проверить подготовленность выпускника к профессиональной деятельности.

Основной функцией государственного экзамена является: определение соответствия подготовки выпускника требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и уровня его подготовки.

Государственный экзамен по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника» проводится в форме итогового государственного междисциплинарного экзамена.

## **2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНИКУ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ ГОС ВПО**

Выпускник должен уметь решать задачи, соответствующие его квалификации в соответствии с ГОС ВПО направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника».

Бакалавр по направлению подготовки 640200 «Электроэнергетика и электротехника» должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

*1. Область профессиональной деятельности бакалавров* включает в себя совокупность технических средств, способов и методов человеческой деятельности для производства, передачи, распределения, преобразования, применения электрической энергии, управления потоками энергии, разработки и изготовления элементов, устройств и систем, реализующих эти процессы.

*2. Объектами профессиональной деятельности бакалавров* являются:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения объектов техники и отраслей хозяйства;
- электроэнергетические, электротехнические, электрофизические и технологические установки высокого напряжения;
- устройства автоматического управления и релейной защиты в электроэнергетике;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование;
- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы управления потоками энергии;

- электрическая изоляция электроэнергетических и электротехнических устройств, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы и системы электрической изоляции кабелей, электрических конденсаторов;
  - электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов в различных отраслях хозяйства;
  - электротехнологические установки и процессы, установки и приборы электронагрева;
  - различные виды электрического транспорта и средства обеспечения эффективного функционирования транспортных систем;
  - элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов;
  - электроэнергетические системы, преобразовательные устройства и электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их системы автоматизации, контроля и диагностики на летательных аппаратах;
  - электрическое хозяйство промышленных предприятий, заводское электрооборудование низкого и высокого напряжения, электротехнические установки, сети предприятий, организаций и учреждений;
  - нормативно-техническая документация и системы стандартизации;
  - методы и средства контроля качества электроэнергии, изделий электротехнической промышленности, систем электрооборудования и электроснабжения, электротехнологических установок и систем.
3. *Бакалавр по направлению подготовки 640200 «Электроэнергетика и электротехника»* готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- научно-исследовательская;
- монтажно-наладочная;
- сервисно-эксплуатационная.

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится бакалавр, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей.

По окончании обучения выпускнику, успешно прошедшему итоговую государственную аттестацию присваивается квалификация (степень) "бакалавр"

Формируемые компетенции:

**проектно-конструкторская деятельность:**

- сбор и анализ данных для проектирования;
- расчет и проектирование технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

- разработка проектной и рабочей технической документации, оформление проектно-конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов;

***производственно-технологическая деятельность:***

- организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- обслуживание технологического оборудования;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов, использование типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;
- участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки и производства новой продукции; оценка инновационного потенциала новой продукции; контроль за соблюдением экологической безопасности; подготовка документации по менеджменту качества технологических процессов, составление и оформление оперативной документации;

***организационно-управленческая деятельность:***

- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам;
- выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; организация работы малых коллективов исполнителей; планирование работы персонала и фондов оплаты труда; подготовка данных для выбора и обоснования технических и организационных решений на основе экономического анализа;
- проведение организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков;
- разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений;

***научно-исследовательская деятельность:***

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ автоматизированного проектирования и исследований;

- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований;
- составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок

**монтажно-наладочная деятельность:**

- монтаж, наладка и испытания электроэнергетического и электротехнического оборудования;

**сервисно-эксплуатационная деятельность:**

- проверка технического состояния и остаточного ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
- приемка и освоение вводимого электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

Бакалавр в соответствии целью основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности, указанными в ГОС ВПО по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника», должен обладать следующими компетенциям:

**Общекультурными компетенциями (ОК):**

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способностью к письменной и устной коммуникации на государственном языке: умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; готовностью к использованию одного из иностранных языков (ОК-2);
- готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных условиях и в условиях различных мнений и готовностью нести за них ответственность (ОК-4);
- способностью и готовностью понимать движущие силы и закономерности исторического процесса и определять место человека в историческом процессе, политической организации общества, анализировать политические события и тенденции, ответственно участвовать в политической жизни (ОК-5)
- способностью в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей,

готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения (ОК-6);

– готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);

– способностью и готовностью осуществлять свою деятельность в различных сферах общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм (ОК-8);

– способностью и готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина; к свободному и ответственному поведению (ОК-9);

– способностью научно анализировать социально значимые проблемы и процессы, готовностью использовать на практике методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности (ОК-10);

– способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией (ОК-11);

– способностью и готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики (ОК-12);

– способностью и готовностью понимать роль искусства, стремиться к эстетическому развитию и самосовершенствованию, уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия, понимать многообразие культур и цивилизаций в их взаимодействии (ОК-13);

– способностью и готовностью понимать и анализировать экономические проблемы и общественные процессы, быть активным субъектом экономической деятельности (ОК-14);

– способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-15);

– способностью самостоятельно, методически правильно использовать методы физического воспитания и укрепления здоровья, готовностью к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-16).

**Профессиональными компетенциями (ПК):**

**для проектно-конструкторской деятельности:**

– готовностью участвовать в работе над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и отдельных их компонентов (ПК-1);

– способностью разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-2);

– готовностью использовать информационные технологии в своей предметной области (ПК-3);



- способностью использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока (ПК-4);
- способностью применять способы графического отображения изделий и объектов электрооборудования, схем и систем (ПК - 5);
- способностью оценивать механическую прочность разрабатываемых конструкций (ПК-6);
- готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-7);
- способностью рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов (ПК-8);
- способностью рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов (ПК-9);
- готовностью разрабатывать технологические узлы электроэнергетического оборудования (ПК-10);

**для производственно-технологической деятельности:**

- способностью использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-11);
- способностью использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области (ПК-12);
- способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-13);
- готовностью обосновывать технические решения при разработке технологических процессов и выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-14);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-15);
- готовностью определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса по заданной методике (ПК-16);
- способностью контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики (ПК-17);
- готовностью осуществлять оперативные изменения схем, режимов работы энергообъектов (ПК-18);
- способностью составлять и оформлять оперативную документацию, предусмотренную правилами эксплуатации оборудования и организации работы (ПК-19);

– готовностью участвовать в монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических работах на объектах электроэнергетики (ПК-20);

**для организационно-управленческой деятельности**

– способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-21);

– способностью определять стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-22);

– способностью к решению конкретных задач в области организации и нормирования труда (ПК-23);

– готовностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов предприятия (ПК-24);

– готовностью к кооперации с коллегами и работе в коллективе и к организации работы малых коллективов исполнителей (ПК-25);

– способностью к обучению на втором уровне высшего профессионального образования, получению знаний в области научных исследований и педагогической деятельности (ПК-26);

– способностью координировать деятельность членов трудового коллектива (ПК-27);

– готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины (ПК-28);

– готовностью контролировать соблюдение требований безопасности жизнедеятельности (ПК-29);

– готовностью обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качество вырабатываемой продукции (ПК-30);

**для научно-исследовательской деятельности**

– готовностью участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники (ПК-31);

– готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-32);

– готовностью планировать экспериментальные исследования (ПК-33);

– готовностью понимать существо задач анализа и синтеза объектов в технической среде (ПК-34);

– готовностью участвовать в составлении научно-технических отчетов (ПК-35);

– способностью применять методы испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-36);

– способностью выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов (ПК-37);

– готовностью использовать технические средства испытаний технологических процессов и изделий (ПК-38);

**для монтажно-наладочной деятельности:**

– способностью к монтажу, регулировке, испытаниям и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-39);

- готовностью к наладке, и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-40);
- для сервисно-эксплуатационной деятельности:*
- готовностью к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта (ПК-41);
- готовностью к приемке и освоению вводимого оборудования (ПК-42);
- готовностью к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт (ПК-43);
- готовностью к составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний (ПК-44).

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ДИСЦИПЛИН, ВКЛЮЧЕННЫХ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

Программа итогового государственного междисциплинарного экзамена включает ключевые и практически значимые вопросы по следующим дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки:

**Б3.П.4 Релейная защита и автоматика**

**Б3. П.10 Изоляция и перенапряжения в электрических сетях**

**Б3.П.11 Передача и распределение электроэнергии**

**Б3.П.11 Электрическая часть станций и подстанций**

Экзаменационные билеты итогового государственного междисциплинарного экзамена разработаны в соответствии с программой государственного экзамена по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника». Билеты составлены в соответствии с требованиями к содержанию дисциплин профессионального цикла направления подготовки 640200 «Электроэнергетика и электротехника» и с учетом требований к уровню подготовки выпускника.

Билет содержит четыре теоретических вопроса. Билет формируется из перечня дисциплин, входящих в базовую (обязательную) часть профессионального цикла, а так же входящих в перечень обязательных дисциплин вариативной части.

Первый вопрос всех билетов формируется из дисциплины базовой части профессионального цикла «Релейная защита и автоматика». Второй вопрос билетов формируется из дисциплины базовой части профессионального цикла «Изоляция перенапряжения в электрических системах». Третий вопрос билетов формируется из дисциплины вариативной части профессионального цикла «Передача и распределение электроэнергии». Четвертый вопрос билетов формируется из дисциплины вариативной части профессионального цикла «Электрическая часть станций и подстанций».

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

##### **Дисциплина: Релейная защита и автоматика**

Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприёмников; применение основных типов релейных защит; расчёты и выбор параметров аппаратов; области автоматизированного управления состояниями схем питания потребителей и электроприёмников; общие сведения по автоматике, элементы устройств автоматики, автоматическое повторное включение, автоматическое включение резерва, автоматическое включение генераторов на параллельную работу в сеть, автоматическая частотная нагрузка; основные сведения о телемеханизации и диспетчерском управлении.

##### **Дисциплина: Изоляция и перенапряжение в электрических сетях**

Роль высоких напряжений в электроэнергетике. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции электроустановок. Основные виды и электрические характеристики внутренней изоляции электроустановок.

Грозовые и внутренние перенапряжения в электроустановках и защита от них.

##### **Дисциплина: Передача и распределение электроэнергии**

Основные сведения о конструкциях линий электропередач. Характеристики оборудования линий электропередач. Основные сведения о конструкциях линий электропередач. Потери мощности и энергии в электрических сетях. Электрические нагрузки узлов электрических сетей. Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах. Расчет местных сетей по потере напряжения. Расчет режимов простых замкнутых и сложзамкнутых сетей. Методы преобразования сети. Техно-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем. Качество электрической энергии. Расчеты несимметричных и

##### **Дисциплина: Электрическая часть станций и подстанций**

Типы электростанций и подстанций. Электрическое оборудование распределительных устройств. Проводники, изоляторы и кабели. Коммутационные электрические аппараты. Нагрев проводников и электрических аппаратов. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Измерительные трансформаторы и устройства. Синхронные генераторы и компенсаторы. Электрические схемы электростанций и подстанций. Электродинамические силы в токопроводах и аппаратах. Собственные нужды электростанций и подстанций. Схемы распределительных устройств электроустановок.

## 5. ФОРМУЛИРОВКА ВОПРОСА (ТЕМЫ)

**Дисциплина: Релейная защита и автоматика**

**Тема 1. Измерительные органы релейная защита и автоматизация систем электроснабжения**

Оперативный ток. Виды и источники оперативного тока. Постоянный и переменный оперативный ток. Схемы подключения к источникам оперативного тока. Схема с дещунтированием катушки отключения, схема с предварительно заряженным конденсатором через выпрямительный блок, схема с выпрямлением и суммированием мощности.

Измерительные органы релейной защиты. Назначение трансформаторов тока. Схемы включения трансформаторов тока: полная звезда, неполная звезда, полный треугольник, неполный треугольник, фильтр токов нулевой последовательности.

Влияние схемы соединения трансформаторов тока и нагрузки на ток в реле. Понятие коэффициента схемы и расчетной нагрузки. Определение коэффициента схемы и нагрузки трансформаторов тока для различных режимов короткого замыкания и схем соединения обмоток.

**Тема 2. Токовые защиты линий электропередачи**

Третья ступень токовой защиты от междуфазных коротких замыканий – максимальная токовая защита. Принцип действия МТЗ. Зона действия МТЗ. Выбор тока и времени срабатывания. Карта селективности. Схемы максимальных токовых защит.

Направленная максимальная токовая защита линий. Назначение реле направленной мощности. Понятие направления мощности. Принцип действия НМТЗ.

Токовые отсечки линий электропередачи. Первая ступень- токовая отсечка, выбор тока срабатывания, зона действия, селективность защиты, выбор времени срабатывания ТО. Вторая ступень – токовая отсечка с выдержкой времени, выбор тока срабатывания, зона действия, селективность защиты, выбор времени срабатывания ТОВ. Схемы токовых отсечек.

Продольная дифференциальная защита линий. Принцип действия. Оценка и область применения. Ток небаланса и его составляющие. Понятие мертвой зоны дифференциальной защиты. Выбор параметров срабатывания дифференциальной защиты.

Принцип действия и схемы продольной дифференциальной защиты линий: простой и направленной. Выбор тока срабатывания продольной дифференциальной защиты. Способы повышения чувствительности.

Особенности продольной дифференциальной защиты линий. Оценка продольной дифференциальной защиты.

Трехступенчатая токовая защита линий электропередачи. Выбор тока срабатывания, схемы ТТЗ.

Дистанционная защита линий электропередачи. Принцип действия. Понятие реле сопротивления. Характеристика срабатывания реле сопротивления. Выбор параметров срабатывания дистанционной защиты.

### **Тема 3. Релейная защита блока генератор- трансформатор**

Принцип действия и схемы продольной дифференциальной защиты трансформатора. Выбор тока срабатывания продольной дифференциальной защиты. Понятие тока небаланса и его составляющие. Оценка и область применения продольной дифференциальной защиты трансформатора.

Ток небаланса и его составляющие для продольной дифференциальной защиты генератора и трансформатора. Способы выравнивания вторичных токов в плечах защиты.

Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты трансформатора. Насыщающие трансформаторы тока, принцип действия, недостатки. Реле РНТ-565. Реле с торможением ДЗТ-11.

### **Тема 4. Автоматическое повторное включение**

Автоматическое повторное включение (АПВ), назначение, основные требования, выбор параметров срабатывания, способы пуска АПВ, схема с реле РПВ-358.

Особенности выполнения АПВ на линиях с двухсторонним питанием. Виды АПВ на линиях с двухсторонним питанием. Несинхронное АПВ. Быстродействующие АПВ. АПВ с ожиданием и улавливанием синхронизма.

Схема АПВ с реле РПВ-358. Особенности применения. Быстродействующие АПВ (БАПВ). АПВ с ожиданием синхронизма (АПВОС). Особенности применения.

### **Тема 5. Автоматическая частотная разгрузка**

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР), назначение, основные требования, структура, очереди АЧР, выбор параметров срабатывания.

Измерительные органы АЧР. Реле частоты, принцип действия типового реле. Схема АЧР с частотным АПВ (ЧАПВ).

#### **Тема 6. Резервирование в электроэнергетических системах**

Автоматическое включение резерва. Назначение АВР, основные требования и выбор параметров срабатывания. Способы пуска и пусковые органы АВР. Схемы реализации АВР.

#### **Тема 7. Регулирование возбуждения генератора**

Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ). Назначение и общие сведения. Компаундирование полным током. Схема реализации. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ). Компаундирование полным током с коррекцией по напряжению. Схема реализации. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ). Фазовое компаундирование.

#### **Тема 8. Структура автоматического управления**

Структура автоматического противоаварийного управления (АПАУ СЭС). Назначение релейной защиты и устройства резервирования отказа выключателей (РЗ и УРОВ), автоматического ввода резерва (АВР), автоматического повторного включения (АПВ), противоаварийной автоматики (ПА), автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР), автоматики ограничения повышения / снижения напряжения (АОПН/АОСН), автоматики ограничения повышения / снижения частоты (АОПЧ/АОСЧ), дополнительной автоматики (ДА).

#### **Дисциплина: Изоляция и перенапряжения в электрических сетях**

##### **Тема 1. Роль высоких напряжений в электроэнергетике**

Роль высоких напряжений в электроэнергетике. Влияние характеристик изоляции на технико-экономические показатели электрооборудования.

##### **Тема 2. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции электроустановок**

Общая характеристика внешней изоляции электроустановок. Изоляторы. Ионизация и де ионизация газов. Воздушные промежутки. Лавины электронов. Условия самостоятельности разряда. Закон Пашена. Разряды промежутков с неоднородным полем. Коронный разряд на ЛЭП (Линия электро передач). Коронный разряд и его характеристики. Потери энергии на корону и радио помехи. Применение расщепленных проводов на ВЛ для ограничения коронного разряда. Конструкция изоляторов. Разряд вдоль сухой поверхности изолятора. Развитие разряда по поверхности изолятора под дождем и при

увлажнении загрязненного изолятора. Способы повышения электрической прочности изолятора. Эксплуатационный контроль изоляторов.

### **Тема 3. Основные виды и электрические характеристики внутренней изоляции электроустановок**

Общая характеристика внутренней изоляции. Основные виды внутренней изоляции. Старение внутренней изоляции при длительном воздействии напряжения. Способы регулирования электрических полей внутренней изоляции. Электропроводность твердых и жидких диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери. Пробой жидких и твердых диэлектриков. Твердая изоляция; основные виды, свойства и особенности применения. Тепловой пробой диэлектриков. Масло-барьерная изоляция (МБИ). Роль барьеров, покрытий и изолирования, в повышении электрической прочности МБИ.

Частичные разряды в МБИ. Бумажно-масляная изоляция (БМИ). Основные свойства и характеристики БМИ. Частичные разряды в БМИ. Старение внутренней изоляции электрооборудования при воздействии механических нагрузок, частичных разрядов, термоокислительных процессов и увлажнения. Газовая защита. Электрическая прочность газовой изоляции. Применение газов под давлением. Применение вакуумной изоляции. Изоляция кабелей высокого напряжения. Изоляция трансформаторов и вращающихся машин. Методы контроля внутренней изоляции. Использование абсорбционных явлений. Контроль по тангенсу угла диэлектрических потерь. Контроль путем хроматографического анализа газов, растворенных в масле. Контроль изоляции повышенным напряжением. Эксплуатационный контроль электрооборудования с применением тепловизора.

### **Тема 4. Грозовые и внутренние перенапряжения в электроустановках и защита от них**

Молния и ее электрические характеристики. Перенапряжение от прямого удара молнии. Защита подстанции от прямых ударов молнии. Молниеотводы и принцип их действия. Зоны защиты молниеотводов. Заземление. Молниезащита зданий и сооружений. Общие принципы молниезащиты. Применение молниезащитных тросов. Принцип защиты электрооборудования подстанций от набегающих с линии импульсов грозовых перенапряжений. Защитные аппараты и устройства; защитные промежутки, трубчатые и вентильные разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Общая характеристика внутренних перенапряжений. Резонансные перенапряжения в длинных линиях, их ограничение с помощью шунтирующих реакторов. Перенапряжения при плановых и аварийных коммутациях; при включении линии и АПВ, при отключении линии и ненагруженных трансформаторах, при дуговых замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью.



Применение дугогасящих реакторов. Испытательные установки. Испытание изоляции трансформаторов, кабелей, электрических машин и вводов высокого напряжения.

**Дисциплина: Передача и распределение электроэнергии**

**Тема 1. Основные сведения о конструкциях линий электропередач.  
Характеристики оборудования линий электропередач**

Воздушные линии электропередач: провода, изоляторы, опоры, линейная арматура. Условия работы воздушных линий и требования к материалам их конструкции. Кабельные линии электропередач: конструкция, маркировка, прокладка кабельных линий. Кабельная арматура. Преимущества и недостатки кабельных линий. Токопроводы: конструкции и область применения.

**Тема 2. Схемы замещения элементов электрической сети**

Схема замещения линий электропередач. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Сопротивления и проводимости линий и трансформаторов.

**Тема 3. Потери мощности и энергии в электрических сетях.  
Электрические нагрузки узлов электрических сетей**

Потери мощности в элементах электрических сетей. Потери энергии в электрических сетях. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Характеристики основных электроприемников. Графики электрических нагрузок электроприемников.

**Тема 4. Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах**

Задача расчета режимов. Расчет режима при заданном напряжении в конце ЛЭП и в начале ЛЭП. Расчет сетей разных номинальных напряжений. Падения и потеря напряжения в линиях

**Тема 5. Расчет режимов простых замкнутых и сложнзамкнутых сетей. электрических сетей**

Расчет линий с двухсторонним питанием. Частные случаи расчета простых замкнутых сетей. Суть метода преобразования. Замена площади сечения проводов участка сети эквивалентной. Замена параллельных линий при отсутствии на них нагрузок эквивалентной линией. Замена источников напряжения, присоединенных к одной точке сети, одним эквивалентным. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду.

### **Тема 6. Расчет местных сетей по потере напряжения**

Допустимые потери напряжения в линиях местных сетей. Определение наибольшей потери напряжения. Частные случаи расчета местных сетей. Потеря напряжения в ЛЭП с равномерно распределенной нагрузкой.

### **Тема 7. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем**

Задачи и методы проектирования энергосистем и электрических систем. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор вариантов сети с учетом надежности. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева.

### **Тема 8. Качество электрической энергии и его обеспечение**

Регулирование напряжения в центрах питания. Метод встречного регулирования. Регулирование напряжения на электростанциях и подстанциях. Регулирование напряжения при помощи линейных регуляторов. Регулирование напряжения при помощи устройств продольной компенсации и поперечной компенсации

### **Тема 9. Расчеты несимметричных и несинусоидальных режимов работы электрических сетей**

Несимметричные режимы работы электрических сетей.  
Несинусоидальные режимы работы электрических сетей.

### **Тема 10. Баланс мощностей и регулирование частоты в энергосистеме**

Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме.  
Регулирование частоты в электроэнергетической системе. Потребители реактивной мощности. Компенсирующие устройства.

### **Тема 11. Расчет воздушных линий на механическую прочность**

Характеристика задач и исходных условий расчета конструктивной части линий. Удельные механические нагрузки на провода и тросы. Напряжение провода при разных климатических условиях. Критическая длина пролета. Критическая температура.

**Дисциплина : Электрическая часть станций и подстанций**  
**Тема 1. Типы электростанций и подстанций. Электрическое оборудование распределительных устройств**

Типы электростанций, подстанций и их характеристики. Графики нагрузок электрических станций и подстанций. Требования, предъявляемые к электрическому оборудованию, к качеству электроэнергии и надежности электроснабжения.

**Тема 2. Проводники, изоляторы и кабели**  
Неизолированные жесткие и гибкие проводники. Изоляторы. Кабели.

**Тема 3. Коммутационные электрические аппараты**  
Отключение цепи переменного тока. Процесс гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах. Дугогасительные устройства электрических аппаратов переменного и постоянного тока. Типы выключателей и их конструктивные особенности. Основные параметры и эксплуатационные характеристики современных выключателей, разъединителей и других электрических аппаратов.

**Тема 4. Нагрев проводников и электрических аппаратов**

Общие вопросы нагрева. Нагрев проводников, электрических аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Допустимые температуры нагрева. Нагревание стальных конструкций, расположенных в сильных магнитных полях. Термическая стойкость проводников и электрических аппаратов.

**Тема 5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы**

Основные параметры и конструктивные особенности. Системы охлаждения. Тепловые режимы трансформаторов. Особенности автотрансформаторов. Способы изменения коэффициента трансформации. Перегрузочная способность трансформаторов.

**Тема 6. Измерительные трансформаторы и устройства**

Трансформаторы напряжения, трансформаторы тока, ёмкостные делители напряжения. Сведения о конструкции. Параметры, схемы, соединения обмоток, схемы включения. Области применения.

**Тема 7. Синхронные генераторы и компенсаторы**

Основные параметры и эксплуатационные характеристики. Конструктивные особенности. Системы охлаждения. Современные системы

возбуждения и предъявляемые к ним требования. Способы включения генераторов в сеть. Перспективы улучшения характеристики генераторов.

#### **Тема 8. Электрические схемы электростанций и подстанций**

Виды электрических схем. Роль и взаимосвязь элементов. Назначение и особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций (КЭС), теплоэлектростанций (ТЭЦ), атомных электростанций (АЭС), гидроэлектростанций (ГЭС), парогазовых установок (ПГУ), газотурбинных установок (ГТУ) и подстанций (ПС).

#### **Тема 9. Электродинамические силы в токопроводах и аппаратах**

Электродинамические силы в электроустановках при различных КЗ. Расчетные условия. Электродинамическая стойкость проводников и аппаратов. Типы механических систем, учет колебаний шин и изоляторов. Математическая модель проверки проводников и электрических аппаратов на электродинамическую стойкость.

#### **Тема 10. Собственные нужды электростанций и подстанций**

Назначение, роль и влияние на надежность работы электростанций. Способы электроснабжения собственных нужд. Расход электроэнергии на собственные нужды.

#### **Тема 11. Схемы распределительных устройств электроустановок**

Типовые группы схем, их характеристики, условия функционирования и область применения. Заземления в электроустановках и режим нейтрали. Обеспечение безопасности обслуживающего персонала электроустановок. Системы измерений, контроля, сигнализации и управления. Источники оперативного тока

**6. ВОПРОСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА  
По дисциплине «Релейная защита и автоматика»**

1. Максимальная токовая защита линии.
2. Максимальная токовая защита с пуском от реле.
3. Понятие об устойчивости параллельной работы.
4. Защита линии с помощью токовой отсечки.
5. Условия синхронизации и способы..
6. Назначение устройств автоматического включения резерва и виды.
7. Схемы соединения трансформаторов тока.
8. Схемы соединения трансформаторов напряжения.
9. Назначение устройства автоматической разгрузки оборудования (АРО)
10. Чем достигается однократность и двух кратность действия (АПВ).
11. Защита от замыкания на землю.
12. Продольная дифференциальная защита линии.
13. Поперечная дифференциальная защита линии.
14. Дистанционная защита линии.
15. Дифференциальная защита трансформатора.
16. Продольно-дифференциальная защита генераторов.
17. Поперечно-дифференциальная защита генераторов.
18. Защита ротора генераторов.
19. Каково назначение устройств УРОВ ?
20. Назначение АЧР.
21. Защита гидрогенераторов от замыкания на землю.
22. АПВ назначение, классификация, основные требования к схеме.
23. Назначение АОПЧ (автоматическое ограничение повышения частоты).
24. Автоматическое регулирование напряжения
25. Элементы устройств автоматики

**По дисциплине «Изоляция и перенапряжение в электрических сетях»**

1. Что такое вольт-секундное характеристика изоляции? Каково назначение?
2. Что называется внутренней изоляцией электрооборудования?
3. Что такое внешняя изоляция электрооборудования?
4. Каким образом достигается экономически целесообразный уровень потерь на корону: а) на ВЛ 110-220 кВ; б) на ВЛ 330 кВ и выше?
5. Что такое «защищенный подход» к подстанции, и каково его назначение?
6. Что такое бумажно-масляная изоляции (БМИ)? Назовите область применения.
7. Что такое маслобарьерная изоляция (МБИ)? Где она применяется?
8. Что такое частичный разряд во внутренней изоляции?

9. Чем защищают территорию подстанции от прямых ударов молнии?
10. Укажите обычно применяемое число тарельчатого изоляторов гирлянд промежуточных опор ВЛ: а) 35 кВ; б) 110 кВ; в) 220 кВ. Как изменится число изоляторов при увеличении высоты местности?
11. Какие аппараты применяют для защиты изоляции электрооборудования от атмосферных перенапряжений?
12. Какие применяют меры для защиты проводов ВЛЭП от прямых ударов молнии?
13. Что такое  $\text{tg}\delta$ ? Какие дефекты в изоляции могут быть выявлены измерением  $\text{tg}\delta$ ?
14. Какой метод контроля изоляции позволяет обнаружить развивающийся дефект внутри маслонаполненной изоляции без отключения оборудования?
15. Поясните влияние температуры, влажности и давления воздуха на разрядное напряжение промежутка и изолятора?
16. Молниеотводы и принцип их действия.
17. Объясните устройство и принцип действия РВ.
18. Опишите устройство и принцип действия ОПН.
19. Опишите устройство и принцип действия РТ.
20. Для чего применяется арматура на гирляндах подвесных изоляторов?
21. Конструкция изоляции трансформаторов.
22. Значение профилактических испытаний изоляции в эксплуатации.
23. Электрические характеристики молнии.
24. Что такое «градирование изоляции» и где оно применяется?
25. Что такое «конденсаторная» разделка изоляции и где она применяется?

#### По дисциплине «Передача и распределение электроэнергии»

1. Для чего выполняют опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора?
2. Почему источники реактивной мощности целесообразно размещать вблизи потребителей?
3. Можно ли изменять частоту в системе и как практически это осуществляется?
4. Как учитывается в схеме замещения трансформатора процессы, протекающие в стальном сердечнике?
5. В чем состоит отличие потери напряжения от падения напряжения?
6. Дайте определение понятиям: промежуточный пролет, анкерный пролет, стрела провеса, габаритное расстояние до земли.
7. От каких параметров зависит пропускная способность передачи переменного тока, как ее можно увеличить?
8. Какие существуют способы регулирования и изменения напряжения?

9. Что называется, натуральной мощностью?
10. Для чего применяют расщепление фазы, как оно учитывается при определении активных и реактивных сопротивлений.
11. Как изменится напряжения в конце линии, если в нее последовательно включить батарею конденсаторов? Почему?
12. Какие виды компенсации реактивной мощности знаете?
13. Какие физические процессы происходят в линии при трех случаях передачи активной мощности:  $P=P_{нат}$ ,  $P>P_{нат}$ ,  $P<P_{нат}$  ?
14. Как выполняется продольная компенсация индуктивности линий?
15. Что такое падение и потеря напряжения в линии.
16. Как влияет на напряжение изменение числа витков обмоток трансформаторов?
17. Устройства РПН. Принцип работы.
18. Качество электроэнергии по каким показателем характеризуется?
19. Для чего применяют транспозицию проводов?
20. Что такое точка потока раздела.
21. Для чего нужен резерв активной и реактивной мощности в системе?
22. Почему номинальные напряжения трансформаторов и генераторов на 5% больше чем ном. напр. сети?
23. От каких параметров зависит экономическая плотность тока?
24. Какие преимущества и недостатки глухозаземленной нейтрали и изолированной?
25. В каком случае используется сеть с компенсированной нейтралью?

#### По дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций»

1. Назовите основные типы ГЭС и их отличительные черты. В каких случаях сооружают приплотинные, русловые и деривационные ГЭС?
2. Что понимают под установленной, рабочей и резервной мощностью?
3. Каков принцип работы трансформаторов?
4. Поясните принцип работы синхронного генератора.
5. Преимущества и недостатки эффективно - заземленной нейтрали
6. Почему в системах с эффективно и глухо заземленными нейтральями не требуется контроль изоляции?
7. Какие методы гашения дуги применяются в отключающих аппаратах?
8. Где и для какой цели применяются короткозамыкатели и отделители?
9. В каких случаях целесообразно использование переменного оперативного тока?
10. От чего зависит величина тока замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью?
11. Какие требования предъявляются к конструкции ЗРУ?
12. Какова область применения КТП? Каковы их достоинства?
13. В чем заключается проверка токоведущих частей на термическую стойкость ?

14. Почему устройства контурных заземлителей особенно важно в установках с большими токами замыкания на землю?
15. Какие установки относятся к установкам с большими, и какие к установкам с малыми токами замыкания на землю?
16. основные типы и параметры силовых трансформаторов и автотрансформаторов, устанавливаемых на электростанциях и подстанциях.
17. схемы и группы соединения обмоток силовых трансформаторов.
18. системы охлаждения силовых трансформаторов
19. конструкция масляных выключателей, их достоинства и недостатки, область применения.
20. конструкция воздушных выключателей, их достоинства и недостатки, область применения.
21. выключатели вакуумные, элегазовые их конструкции и основные характеристики.
22. отключающая способность и конструкции короткозамыкателей и отделителей.
23. коммутационные аппараты напряжением до 1000 В, назначение и область применения.
24. компенсирующие реакторы, характеристики и область применения.
25. основные параметры и характеристики синхронных генераторов.



## ЛИТЕРАТУРА

### **По дисциплине: Релейная защита и автоматика**

1. Н. В. Чернобровов Релейная защита Э. 1974г.
2. М. А. Беркович В.А. Глорышев, В.А. Семенов Автоматика энергосистем М.Г. Портной, Р.С. Рабинович
3. В. А. Андреев Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. М. ВШ 1991
4. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. -М.: Высш. шк., 2006.
5. Руководящие указания по релейной защите. Расчет токов кз для релейной защиты и системной автоматике. -М.: Энергия, 2006.

### **По дисциплине: Изоляция и перенапряжение в электрических сетях**

1. «Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах». Под редакцией В. П. Ларионова, Москва; Энергоатомиздат, 1986 г.
2. «Техника высоких напряжений». Под редакцией Д. В. Разевига, Москва; Энергия, 1976 г.
3. «Техника высоких напряжений». Под редакцией М. В. Костенко, Москва; Высшая школа, 1973 г.

### **По дисциплине: Передача и распределение электроэнергии**

1. В.И. Идельчик. Электрические сети и системы. Учебник. М. ЭИ. 1989г
2. Под ред В.А. Веникова., М. Веникова. Электрические системы. Электрические сети. М. ВШ 1971г
3. В.М. Блок. Электрические сети и системы. Учебное пособие для электроэнергетических ВУЗов. М. ВШ 1986г
4. Лыгин А.В. Электрические сети и системы Москва «Логос» 2008г.

### **По дисциплине: Электрическая часть станций и подстанций**

1. Электрическая часть станций и подстанций / Под ред. Васильева А.А.  
М.: Энергоатомиздат, 1990г./
2. Электрическая часть электростанций / под. ред. Усова С.В.  
Л.: Энергоатомиздат, 1987г./
3. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций.  
М.: Энергоатомиздат, 1986г.
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций М.: Энергия, 1980г.

## 7. КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Итоговая оценка поставляется решением государственной аттестационной комиссии утвержденной ректором КГТУ им. И. Раззакова и согласно критерием оценок. Результаты государственного экзамена по специальным дисциплинам определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляется тот же день после аттестации, оформляется протоколами заседаний аттестационных комиссии установленного образца.