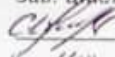


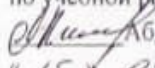
КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БИЛИМ БЕРУУ ЖАНА ИЛИМ  
МИНИСТРЛИГИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Т. КУЛАТОВ АТЫНДАГЫ КЫЗЫЛ-КЫЯ ТОО-ТЕХНИКАЛЫК ИННОВАЦИЯ  
ЖАНА ЭКОНОМИКА КОЛЛЕДЖИ

КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ И  
ЭКОНОМИКИ им. Т. КУЛАТОВА

«Каралды»  
“ТМиЭГР” циклы Прот № 02  
Зав. цикла “ТМиЭГР”  
 Сайпидинов А. А.  
« 14 » 09 2023ж.

«Бекитемин»  
Зам директор колледжа  
по учебной работе  
 Абдубайтов К. А.  
« 15 » 09 2023ж.

Цикл «Технология механизация и электрификация горных работ»


## Учебно- методический комплекс

по учебной дисциплине: “Электрическая часть подстанции ”

Для студентов по направлению: Электроснабжение промышленных  
предприятия и сельского хозяйство (по отраслям)

Квалификация: “Техник-электрик” шифр:140212

Трудоемкость: 180 часов  
Лекционных занятий: 36 часов  
Практических занятий: 72 часов  
Самостоятельная работа: 72 часов

Түзгөн/Составил преподаватель  Сайпидинов А. А.

Кызыл-Кыя-2023г.

# КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ

## И ЭКОНОМИКИ им. Т. КУЛАТОВА

Цикл “Технология механизация и электроснабжение горных работ”

Специальность: “Электроснабжение” (по отраслям) шифр 140212

### Аннотация

**Учебно-методический комплекс дисциплины (УМК)** рассматривается как средство реализации предметности обучения и сценарий учебного процесса.

Показано, что состав УМК обусловлен дидактическим подходом к обучению.

Проанализирована специфика УМК в контексте информатизации образования.

**Учебно-методический комплекс (УМК) является** основным средством обучения в информационно-образовательной среде вуза (кафедры) и сценарием учебного процесса в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования СПО.

Состав основных элементов УМК представляет собой систему нормативной и учебно-методической документации, средств обучения и контроля, которые обеспечивают преподавание конкретной учебной дисциплины.

**Определение УМК** через понятие системы позволяет указать на специфический характер связей элементов и отличительные качества этого дидактического объекта:

- комплекс учебных и методических материалов позволяет реализовать нелинейность содержательных связей учебного материала дисциплины;

- наличие инвариантного и вариативного компонентов УМК позволяет реализовать и методически обеспечить вариативность содержания и процесса обучения.

**Цель - повышение эффективности учебного процесса** и самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины.

**Основные задачи УМК:**

- определение содержания, объема изучения дисциплины, установление требований к уровню освоения содержания дисциплины студентом;

- определение содержания и объема самостоятельной работы студента, форм и средств контроля ее выполнения;

- осуществление методического и информационного сопровождения образовательного процесса.

В традиционном дидактическом подходе учебная программа и учебное пособие имеют управляющее значение при подготовке учебно-методического комплекса.

Учебное пособие является базовым изданием по отношению к учебной дисциплине, а другие конкретизируют, дополняют, развивают те положения, которые в него включены, т.е. учебное пособие - это ядро, вокруг которого формируется комплекс учебных изданий.

В компетентностном подходе базовым структурным элементом УМК будут материалы кейса, учебного проекта, лабораторного практикума.

**Таким образом, УМК является основным средством обучения** в современной информационно образовательной среде, а также основой «дорожной карты» освоения государственного образовательного стандарта. Современный УМК является сценарием учебного процесса, обладающего качествами гибкости, вариативности, нелинейности. Структура УМК.

При рассмотрении структуры УМК мы предлагаем использовать аналогию кластера или сотовой структуры. Этот подход позволяет интегрировать инвариантную (обязательную) и вариативную части УМК и избежать эклектики, когда комплекс превращается в комплект.

Сотовая структура УМК позволяет показать, что содержательные и процессуальные элементы образовательного процесса, а также средства обучения связаны между собой в систему.

Содержание образования представлено в отечественной традиции Федеральным государственным образовательным стандартом,

**Основные элементы УМК** как системы который обеспечивает содержательное единство всех элементов УМК. Далее содержание образования фиксируется в Программе изучения дисциплины, которая регулирует и координирует весь учебный процесс и как нормативный документ выделяет и указывает компетентности, знания и умения, уровни овладения ими, фиксирует содержание и формы контроля знаний и умений, содержит списки основной и дополнительной литературы, а также вопросы для самостоятельного изучения.

Конкретизируется программа в планах и материалах лекций, а также планах семинарских занятий, практических и лабораторных работ, программах практик, программах самостоятельной работы студентов.

Формы организации обучения и образовательные технологии, в основном определяются преподавателем, его представлениями о миссии данной дисциплины и индивидуальной дидактической системой.

**В УМК включаются технологические карты, сценарии процесса обучения (учебные кейсы, сценарии деловых и имитационных игр, планы введения портфолио, метода проектов, дебаты, дискуссии и т.п.)**

Методические материалы для преподавателя содержат учебно-методические пособия, методические рекомендации, методические разработки и призваны технологизировать процесс обучения, т.е. сделать его воспроизводимым, гарантированным.

**Методические материалы содержат рекомендации по использованию новых образовательных технологий (портфолио, Кейс-стади, деловые, имитационные игры и др.) электронных образовательных ресурсов, программного обеспечения и др.**

Средства обучения как материальные носители содержания образования включают:

- все виды учебной книги на бумажных или электронных носителях (учебное пособие, курс лекций, сборник задач и упражнений, хрестоматии, самоучители);
- тренажеры, в том числе компьютерные симуляции, электронные репетиторы;
- виртуальные лаборатории;
- средства контроля на различных этапах дидактического цикла, т.е. входной, текущий, рубежный, итоговый контроль, с учетом различных уровней усвоения содержания для студентов различных форм обучения (тестовые задания, экзаменационные билеты, варианты обязательных контрольных работ, зачетные задачи и задания к курсовым работам);
- аудиовизуальные средства обучения на различных видах носителей, в том числе электронных (таблицы, карты, электронные статические и интерактивные карты, модели физических, химических, биологических явлений и процессов, портреты, иллюстрации, коллекция фото-, видеоматериалов, цифровых копий художественных и научно-популярных фильмов, произведений искусства, учебные аудиозаписи, видеозаписи);
- натуральные объекты (образцы и коллекции материалов, гербарии, муляжи, макеты и т.д.).

**Перечень учебного оборудования, необходимого программного обеспечения (soft).**

Сюда относятся устройства и приборы для трансляции и демонстрации учебных аудио- и видеозаписей, диапозитивов, слайдов, кинофильмов, диафильмов.

К этой группе (а не к средствам обучения) относятся платформы дистанционного обучения, программные средства тестирования, т.к. данное программное обеспечение разрабатывается для любой дисциплины и не является носителем содержания образования.

Указания для студентов включают комплект методических рекомендаций по самостоятельному изучению основных тем учебной дисциплины, рекомендации по выполнению лабораторных, курсовых работ.

**Рассмотрение УМК как системы и сценария учебного процесса позволяет обеспечить:**

- единство педагогических требований к профессиональному образованию;
- вариативность с учетом дидактической системы преподавателя, научной школы, в которой он работает, регионального компонента содержания образования, дидактической обеспеченности учебного процесса.
- воспроизводимость образовательных технологий и результатов.

**УМК в контексте информатизации образования.**

В настоящее время информатизация позволяет совершенствовать систему УМК, а именно:

- технологизировать процесс конструирования и издания авторских учебных пособий;
- обеспечивать открытость и гибкость УМК за счет возможности оперативно без больших затрат времени вносить изменения в структуру и содержательную часть;
- автоматизировать рутинные операции по тиражированию контрольных и диагностических, дидактических материалов, обработке результатов тестирования;
- обеспечивать через гипертекст интеграцию учебного материала и межпредметные связи;
- обогатить перечень аудиовизуальных средств обучения за счет мультимедийных средств обучения;
- обеспечивать оперативность обратной связи «студент - преподаватель» за счет автоматизации текущего контроля, использования электронных тренажеров и репетиторов;
- интегрировать все элементы УМК через разработку компьютерных обучающих программ;

**Электронный УМК представляет собой компьютерную обучающую программу, обеспечивающую непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения. Электронный УМК, включенный в среду коммуникаций субъектов образовательного процесса и образовательных событий, может стать системообразующим элементом информационно-образовательной среды.**

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ  
МИНИСТРЛИГИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Т. КУЛАТОВ атындагы КЫЗЫЛ-КЫЯ ТОО-ТЕХНИКАЛЫК, ИННОВАЦИЯ  
ЖАНА ЭКОНОМИКА КОЛЛЕДЖИ**

**КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ И  
ЭКОНОМИКИ им. Т. КУЛАТОВА**

**“Тоо иштерин механизациялоо жана электр менен камсыздоо технологиясы” циклы  
Цикл “Технология механизация и электроснабжение горных работ”**

«Каралды»  
“ТИМжЭмКТ” бөлүмүндө  
Протокол № 01  
“ТИМжЭмКТ” бөлүм башчысы  
*С. Сайпидинов* Сайпидинов А. А.  
“14” 09 2023-ж.

«Макудашылды»  
Кызыл-Кыя СБ башчысы  
*У. Саидкамолов* Саидкамолов У. С.  
“15” 09 2023-ж.

«Бекитемин»  
Мүдүрүн окуу иштери  
бөлүмү орун басары  
*К. А. Абдубаитов* Абдубаитов К. А.  
“15” 09 2023-ж.

## Жумушчу программа Рабочая программа

*Жумушчу программа Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим  
министрлигинин стандартынын негизинде иштелип чыкты*  
**Приказ №863/1. 10. 05. 2022ж. Рег. №8. Код. 200724**

**Кесиб/специальность: «Электр менен камсыздоо» шифр 140212  
Квалификация: «Техник-электрик»**

Окуу дисциплинасы/Учебной дисциплины: **«Көмөк чордон бөлүмүн электр  
менен камсыздоо»**

Адистик боюнча/Для специальности: **«Электр менен камсыздоо»**  
Тайпасы/Группы: **«ЭС-39» 3-Курс**

Дисциплинанын атаалышы/ Наименование дисциплины	Жалпы саат/ Общие часы	Аудит. Саат/ Аудит. часы.	Аудит. саат/ Аудит. часы			СӨАИ СРС	Отчеттуулук Отчетность	
			Лек.	Прак.	Лаб/Кр		5-сем	5-сем
Көмөк чордон бөлүмүн электр менен камсыздоо	180	108	36	72	к/р	72	АТ-1	Экз
<b>5-семестр</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>к/р</b>	<b>72</b>	<b>АТ-2</b>	

Түзгөн/Составил: *С. Сайпидинов* Сайпидинов А. А.

Кызыл-Кыя 2023-жыл

## Аннотация

**Учебно-методический комплекс дисциплины (УМК)** рассматривается как средство реализации предметности обучения и сценарий учебного процесса. Показано, что состав УМК обусловлен дидактическим подходом к обучению. Проанализирована специфика УМК в контексте информатизации образования.

**Учебно-методический комплекс (УМК)** является основным средством обучения в информационно-образовательной среде вуза (кафедры) и сценарием учебного процесса в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Состав основных элементов УМК представляет собой систему нормативной и учебно-методической документации, средств обучения и контроля, которые обеспечивают преподавание конкретной учебной дисциплины.

**Определение УМК** через понятие системы позволяет указать на специфический характер связей элементов и отличительные качества этого дидактического объекта:

- комплекс учебных и методических материалов позволяет реализовать нелинейность содержательных связей учебного материала дисциплины;
- наличие инвариантного и вариативного компонентов УМК позволяет реализовать и методически обеспечить вариативность содержания и процесса обучения.

**Цель** - повышение эффективности учебного процесса и самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины.

Основные задачи УМК:

- определение содержания, объема изучения дисциплины, установление требований к уровню освоения содержания дисциплины студентом;
- определение содержания и объема самостоятельной работы студента, форм и средств контроля ее выполнения;
- осуществление методического и информационного сопровождения образовательного процесса.

В традиционном дидактическом подходе учебная программа и учебное пособие имеют управляющее значение при подготовке учебно-методического комплекса. Учебное пособие является базовым изданием по отношению к учебной дисциплине, а другие конкретизируют, дополняют, развивают те положения, которые в него включены, т.е. учебное пособие - это ядро, вокруг которого формируется комплекс учебных изданий. В компетентностном подходе базовым структурным элементом УМК будут материалы кейса, учебного проекта, лабораторного практикума.

**УМК является основным средством** обучения в современной информационно образовательной среде, а также основой «дорожной карты» освоения государственного образовательного стандарта. Современный УМК является сценарием учебного процесса, обладающего качествами гибкости, вариативности, нелинейности.

**Структура УМК.** При рассмотрении структуры УМК мы предлагаем использовать аналогию кластера или сотовой структуры (см. рис.1). Этот подход позволяет интегрировать инвариантную (обязательную) и вариативную части УМК и избежать эклектики, когда комплекс превращается в комплект.

**Сотовая структура УМК** позволяет показать, что содержательные и процессуальные элементы образовательного процесса, а также средства обучения связаны между собой в систему. Содержание образования представлено в отечественной традиции Федеральным государственным образовательным стандартом,

Основные элементы УМК как системы который обеспечивает содержательное единство всех элементов УМК. Далее содержание образования фиксируется в Программе изучения дисциплины, которая регулирует и координирует весь учебный процесс и как нормативный документ выделяет и указывает компетентности, знания и умения, уровни овладения ими, фиксирует содержание и формы контроля знаний и умений, содержит списки основной и дополнительной литературы, а также вопросы для самостоятельного изучения.

Конкретизируется программа в планах и материалах лекций, а также планах семинарских занятий, практических и лабораторных работ, программах практик, программах самостоятельной работы студентов.

**Формы организации обучения** и образовательные технологии, в основном определяются преподавателем, его представлениями о миссии данной дисциплины и индивидуальной дидактической системой. В УМК включаются технологические карты, сценарии процесса

обучения (учебные кейсы, сценарии деловых и имитационных игр, планы введения портфолио, метода проектов, дебаты, дискуссии и т.п.)

Методические материалы для преподавателя содержат учебно-методические пособия, методические рекомендации, методические разработки и призваны технологизировать процесс обучения, т.е. сделать его воспроизводимым, гарантированным. Методические материалы содержат рекомендации по использованию новых образовательных технологий (портфолио, Кейс-стади, деловые, имитационные игры и др.) электронных образовательных ресурсов, программного обеспечения и др.

**Средства обучения** как материальные носители содержания образования включают:

- все виды учебной книги на бумажных или электронных носителях (учебное пособие, курс лекций, сборник задач и упражнений, хрестоматии, самоучители);
- тренажеры, в том числе компьютерные симуляции, электронные репетиторы;
- виртуальные лаборатории;
- средства контроля на различных этапах дидактического цикла, т.е. входной, текущий, рубежный, итоговый контроль, с учетом различных уровней усвоения содержания для студентов различных форм обучения (тестовые задания, экзаменационные билеты, варианты обязательных контрольных работ, зачетные задачи и задания к курсовым работам);
- аудиовизуальные средства обучения на различных видах носителей, в том числе электронных (таблицы, карты, электронные статические и интерактивные карты, модели физических, химических, биологических явлений и процессов, портреты, иллюстрации, коллекция фото-, видеоматериалов, цифровых копий художественных и научно-популярных фильмов, произведений искусства, учебные аудиозаписи, видеозаписи);
- натуральные объекты (образцы и коллекции материалов, гербарии, муляжи, макеты и т.д.).

Перечень учебного оборудования, необходимого программного обеспечения (soft). Сюда относятся устройства и приборы для трансляции и демонстрации учебных аудио- и видеозаписей, диапозитивов, слайдов, кинофильмов, диафильмов. К этой группе (а не к средствам обучения) относятся платформы дистанционного обучения, программные средства тестирования, т.к. данное программное обеспечение разрабатывается для любой дисциплины и не является носителем содержания образования.

Указания для студентов включают комплект методических рекомендаций по самостоятельному изучению основных тем учебной дисциплины, рекомендации по выполнению лабораторных, курсовых работ.

**Рассмотрение УМК** как системы и сценария учебного процесса позволяет обеспечить:

- единство педагогических требований к профессиональному образованию;
- вариативность с учетом дидактической системы преподавателя, научной школы, в которой он работает, регионального компонента содержания образования, дидактической обеспеченности учебного процесса в данном вузе;
- воспроизводимость образовательных технологий и результатов.

**УМК в контексте информатизации образования.**

В настоящее время информатизация позволяет совершенствовать систему УМК, а именно:

- технологизировать процесс конструирования и издания авторских учебных пособий;
- обеспечивать открытость и гибкость УМК за счет возможности оперативно без больших затрат времени вносить изменения в структуру и содержательную часть;
- автоматизировать рутинные операции по тиражированию контрольных и диагностических, дидактических материалов, обработке результатов тестирования;
- обеспечивать через гипертекст интеграцию учебного материала и межпредметные связи;
- обогатить перечень аудиовизуальных средств обучения за счет мультимедийных средств обучения;
- обеспечивать оперативность обратной связи «студент - преподаватель» за счет автоматизации текущего контроля, использования электронных тренажеров и репетиторов;
- интегрировать все элементы УМК через разработку компьютерных обучающих программ;

**Электронный УМК** представляет собой компьютерную обучающую программу, обеспечивающую непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения.

Электронный УМК, включенный в среду коммуникаций субъектов образовательного процесса и образовательных событий, может стать системообразующим элементом информационно-образовательной среды колледжа.

**Цель дисциплины** – является получение обучающимися необходимых знаний в области терминологии надежности систем электроэнергетики, теории надежности и методов расчета надежности систем электроснабжения, знакомство с экономическими факторами при обеспечении надежности систем электроснабжения, получение навыков синтеза систем электроснабжения с заданным или экономически обоснованном уровнем надежности.

**Задачи дисциплины:**

- ✓  получение обучающимися необходимых знаний в области терминологии надежности систем электроэнергетики, теории надежности и методов расчета надежности систем электроснабжения,
- ✓  знакомство с экономическими факторами при обеспечении надежности систем электроснабжения,
- ✓  получение навыков синтеза систем электроснабжения с заданным или экономически обоснованном уровнем надежности.

**Высоковольтная техника занимает** важное место в развитии электроэнергетики 21 века при решении вопросов передачи все возрастающих мощностей электрической энергии на большие расстояния и обеспечения стабильной работы электроэнергетических систем. Основное предназначение высокого напряжения при электропередаче заключается в увеличении передаваемой мощности, которая возрастает пропорционально квадрату номинального напряжения. В связи с этим, большое значение приобретают вопросы создания нового и совершенствования существующего комплекса высоковольтного оборудования для генерирования, передачи и распределения электрической энергии: генераторов, трансформаторов, конденсаторов, изоляции линий электропередачи и подстанций.

**Другое важное применение высоковольтной техники** – использование в электрофизических установках для решения задач мощной импульсной энергетики: ускорителях пучков заряженных частиц, мощных лазерах, установках управляемого термоядерного синтеза.

Высокое напряжение применяется в технологических процессах, таких как электросепарация, электрофильтрация, электроокраска, магнитоимпульсная обработка, электрогидравлическая штамповка, плазмохимия, озонирование. Особая роль принадлежит быстроразвивающейся области высоковольтной техники: синтезу наноструктурных материалов с принципиально новыми свойствами.

Синтез таких материалов проводится в специальных установках при воздействии концентрированных потоков энергии в виде потоков плазмы и пучков заряженных частиц. Основным элементом таких спецустановок является высоковольтный импульсный генератор.

В связи с этим изучение основ высоковольтной техники имеет важное научное и прикладное значение для дальнейшего прогресса в области электрофизики, для проектантов и разработчиков высоковольтного оборудования и для служб эксплуатации в электроэнергетике.

## **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:** Основные характеристики систем автоматизированного управления устройствами электроснабжения и объектов;  
структурные схемы и основные функции систем автоматизированного управления устройствами электроснабжения  
управления

**Уметь:** Разрабатывать технические требования к аппаратуре и системам автоматизированного управления, рационально выбирать и использовать технические средства АСУ электроснабжения; оценивать их технико-экономическую эффективность;  
составлять алгоритм функционирования устройств автоматизированных систем управления

### **Владеть:**

- поиски и устранение повреждения электрооборудования
  - выполнение работ по ремонту устройств электроснабжение
  - выполнение проверки и анализ состояние устройств и приборов
  - проведение настройки и регулирование устройств и приборов для ремонта электрических установок и сетей
- Участвует технической документации разрабатываемых проектов в области АСУ, техническим регламентам; навыками принятия инженерных технических решений в области ЭС ПС систем управления на объектах; способностью разрабатывать проекты в области ЭС ПП; способностью разрабатывать и анализировать рабочие заявки на выполнение оперативных переключений при производстве работ по ремонту, анализом функционирования устройств автоматизированных систем управления на производстве; навыками технического обслуживания устройств автоматики и телемеханики.

ЭС ПП и СС строится как интегрированная, иерархическая, распределённая человеко-машинная система, работающая в темпе протекания технологического процесса, оснащённая средствами управления, сбора, обработки, отображения, регистрации, хранения и передачи информации, которые представляют собой единый программно-технический комплекс (ПТК).

Функциональные возможности ПТК АСУ ТП ЭТО позволяют осуществлять контроль и управления как непосредственно по месту установки оборудования или дистанционно с автоматизированных рабочих мест (АРМ),

Организовывать полностью необслуживаемые технологические объекты, контроль и управление которыми осуществляется удалённо посредством цифровых средств связи.

Функции, выполняемые ПТК АСУ ТП ЭТО можно разделить на две группы: технологические и общесистемные группы по электроснабжению предприятий.



## Компетенции

**Выпускник по специальности 140212 - «Электроснабжение»** (по отраслям) в соответствии с целями основной профессиональной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности, указанными в пунктах 11 и 15 настоящего Государственного образовательного стандарта, должен обладать следующими компетенциями:

**а) ОК7.** Управлять собственным личностным и профессиональным развитием, адаптироваться к изменениям условий труда и технологий в профессиональной деятельности;

**ОК8.** Быть готовым к организационно-управленческой работе с малыми коллективами.

**б) Профессиональными, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:**

- **техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей:**

**ПК2.** Выполнять основные виды работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;

**ПК7.** Находить и устранять повреждения оборудования;

**Основная профессиональная программа среднего профессионального образования включает в себя следующие блоки и учебные циклы:**

блок 1 "Дисциплины (модули)":

- 1) общегуманитарный цикл;
- 2) математический и естественнонаучный цикл;
- 3) профессиональный цикл;
- 4) физическая культура;

блок 2 "Практика";

блок 3 "Итоговая государственная аттестация".

Среднее профессиональное учебное заведение разрабатывает основную образовательную программу в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта и несет ответственность за достижение результатов обучения в соответствии с национальной рамкой квалификаций.

Набор дисциплин (модулей) и их трудоемкость, которые относятся к каждому блоку основной образовательной программы, среднее профессиональное учебное заведение определяет самостоятельно в установленном для блока объеме, с учетом требований к результатам ее освоения в виде совокупности результатов обучения, предусмотренных национальной рамкой квалификаций. Основная профессиональная образовательная программа должна обеспечить реализацию обязательных дисциплин общегуманитарного цикла, перечень и трудоемкость которых определяется уполномоченным государственным органом в области образования и науки Кыргызской Республики. Содержание и порядок реализации указанных дисциплин устанавливаются государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по соответствующей специальности. Основная профессиональная образовательная программа среднего профессионального образования разрабатывается в соответствии со структурой, прилагаемой к настоящему Государственному образовательному стандарту. Каждый цикл дисциплин должен иметь базовую (обязательную) и элективную части.

Элективная часть должна дать возможность расширения или углубления знаний, умений и навыков студентов, определяемых содержанием дисциплин базовой части. Элективная часть устанавливается средним профессиональным учебным заведением исходя из специфики реализуемой профессиональной образовательной программы. Объем обязательной части, без учета объема государственной аттестации, должен составлять не более пятьдесят процентов объема основной образовательной программ

### Критерии оценки знаний студентов по дисциплинам

Критерии	5	4	3	2
1. Организация ответа (введение, основная часть, заключение)	Удачное использование правильной структуры ответа (введение - основная часть - заключение); определение темы; ораторское искусство (умение говорить).	Использование структуры ответа, но не всегда удачное; определение темы; в ходе изложения встречаются паузы, неудачно построенные предложения, повторы слов.	Отсутствие некоторых элементов ответа; неудачное определение темы или её определение после наводящих вопросов; сбивчивый рассказ, незаконченные предложения и фразы, постоянная необходимость в помощи учителя.	Неумение сформулировать вводную часть и выводы; не может определить даже с помощью учителя, рассказ распадается на отдельные фрагменты или фразы.
2. Умение анализировать и делать выводы	Выводы опираются не основные факты и являются обоснованными; грамотное сопоставление фактов, понимание ключевой проблемы и её элементов; способность задавать разъясняющие вопросы; понимание противоречий между идеями.	Некоторые важные факты упускаются, но выводы правильны; не всегда факты сопоставляются и часть не относится к проблеме; ключевая проблема выделяется, но не всегда понимается глубоко; не все вопросы удачны; не все противоречия выделяются.	Упускаются важные факты и многие выводы неправильны; факты сопоставляются редко, многие из них не относятся к проблеме; ошибки в выделении ключевой проблемы; вопросы неудачны или задаются только с помощью учителя; противоречия не выделяются.	Большинство важных фактов отсутствует, выводы не делаются; факты не соответствуют рассматриваемой проблеме, нет их сопоставления; неумение выделить ключевую проблему (даже ошибочно); неумение задать вопрос даже с помощью учителя; нет понимания противоречий.
3. Иллюстрация своих мыслей	Теоретические положения подтверждаются соответствующими фактами.	Теоретические положения не всегда подтверждаются соответствующими	Теоретические положения и их фактическое подтверждение не соответствуют друг	Смешивается теоретический и фактический материал, между ними нет соответствия.

		фактами.	другу.	
4. Научная корректность (точность в использовании фактического материала)	Отсутствуют фактические ошибки; детали подразделяются на значительные и незначительные, идентифицируются как правдоподобные, вымышленные, спорные, сомнительные; факты отделяются от мнений.	Встречаются ошибки в деталях или некоторых фактах; детали не всегда анализируются; факты отделяются от мнений.	Ошибки в ряде ключевых фактов и почти во всех деталях; детали приводятся, но не анализируются; факты не всегда отделяются от мнений, но учащийся понимает разницу между ними.	Незнание фактов и деталей, неумение анализировать детали, даже если они подсказываются учителем; факты и мнения смешиваются и нет понимания их разницы.
5. Работа с ключевыми понятиями	Выделяются все понятия и определяются наиболее важные; чётко и полно определяются, правильное и понятное описание.	Выделяются важные понятия, но некоторые другие упускаются; определяются чётко, но не всегда полно; правильное и доступное описание.	Нет разделения на важные и второстепенные понятия; определяются, но не всегда чётко и правильно; описываются часто неправильно или непонятно.	Неумение выделить понятия, нет определений понятий; не могут описать или не понимают собственного описания.
6. Причинно-следственные связи	Умение переходить от частного к общему или от общего к частному; чёткая последовательность.	Частичные нарушения причинно-следственных связей; небольшие логические неточности.	Причинно-следственные связи проводятся редко; много нарушений в последовательности.	Не может провести причинно-следственные связи даже при наводящих вопросах, постоянные нарушения последовательности.

**Баалоо: (Оценивание)**

Студенттин билимин балоо үчүн 100 баллды пропорционалдуу түрдө төмөнкүдөй бөлүштүрлүөт:

108саат : 2 = 54 пара : 2PK = 27пара (PK1) + 27пара (PK2)

108 час нагрузка. 30 балл = 54час:2=27пар (15 балл)PK1 +54час:2= 27 (15 балл) PK2

AK 1 PK-1	Критериеси	Баллы	54 саат / 27 пара	
✓ Күндүөлүк көзөмөл (ежедневные контроль) (күнүгө алган баасы боюнча)	Студенттин сабака катышуусу (Посещаемость)	0,07	<b>15 балл</b>	<b>30 балл</b>
	Студенттин жетишуусу (Успеваемость)	0,10		
	Үй тапшырмасы (Домашняя задания)	0,14		
	СӨАИ (СРС) лекцияга кошумча жазуу, берилген таблицаны толтуруу, презентацияларды даярдоо, дил баян, жазуу, кластерлерди, схемаларды түзүү, сүрөттөрдүү тартуу, графикалык, отчеттор, чийме чийүү, эсептерди чыгаруу ж.б).	0,16		
	Кенспектери (Конспекты)	0,08		
<b>15 балл : 27 пара = 0,55 балл</b>		<b>0,55 балл</b>		
✓ Аралык Көзөмөл (модуль)	Тест 5 Контрольдук иш 5 Стенд, макет оборууд 5	Саныга карап (по количеству)	<b>15 балл</b>	

AK 2 PK-2	Критериеси	Баллы	54 саат / 27 пара	
✓ Күндүөлүк көзөмөл (ежедневные контроль) (күнүгө алган баасы боюнча)	Студенттин сабака катышуусу (Посещаемость)	0,07	<b>15 балл</b>	<b>30 балл</b>
	Студенттин жетишуусу (Успеваемость)	0,10		
	Үй тапшырмасы (Домашняя задания)	0,14		
	СӨАИ (СРС) (СӨАИ-лекцияга кошумча жазуу, берилген таблицаны толтуруу, презентацияларды даярдоо, дил баян, жазуу, кластерлерди, схемаларды түзүү, сүрөттөрдүү тартуу, графикалык, отчеттор, чийме чийүү, эсептерди чыгаруу ж.б).	0,16		
	Студенттин жүрүм – туруму	0,08		

	(Поведения студента)			
<b>15 балл : 27 пара = 0,55 балл</b>		<b>0,55</b>		
<b>✓ Аралык көзөмөл (модуль)</b>	Тест, Диктант, Контрольдук иш (Тестирование, Диктант, Контрольная работа )	Саныга карап (по количеству)	<b>15 балл</b>	
<b>✓ Жыйынтыктоочу (зачет, экзамен)</b>	Предмет боюнча тестирилоо, диктант, контролдук иш. (Тестирование по предмету, диктант, контрольная работа)	Саныга карап (по количеству)		<b>30 балл</b>
	Критериеси	Баллы		
<b>✓ Түрткү берүүчү балл (кошумча) (Поощрительный балл) (анын ичинен студенттин жеке инсандык сапатына коюлган упайлар)</b>	Коомдук иштерге жана маданий иш чараларга активдуу катышуусу (Активное участие в общественной и культурной массовой мероприятии)	0,25		<b>10 балл</b>
	Жумалыктарга катышуусу (Участие на субботниках)	0,25		
	Контракты (Оплата контракта)/	0,25		
	Студенттин жүрүм – туруму (Поведения студента)	0,25		
		<b>10,0</b>		
<b>Жалпы / Всего</b>				<b>100 балл</b>

$$\text{MPC} = \text{AK1} + \text{AK2} + \text{ЖК} + \text{КБ} = 30 + 30 + 30 + 10 = 100$$

$$\text{MPC} = \text{PK1} + \text{PK2} + \text{ИК} + \text{П} = 30 + 30 + 30 + 10 = 100$$

**Эскертме:** Студенттин модулдагы арифметикалык орточо баллы 31-60 болсо, ал жыйынтыктоочу текшерүүгө киргизилет. Студенттин жалпы блоктогу арифметикалык орточо баллы 0-30 болсо, ал жыйынтыктоочу текшерүүгө киргизилбейт, жайкы семестрге калтырылат.

Сабактардын жыйынтык баллы (экзамен) сынак китепчеге жана экзамендик (зачеттук) ведомостко төмөндөгү шкала менен коюлат:

51-67 балл – «канаттаандыраарлык»	«3»;
15-20 балл – «канаттаандыраарлык»	«3»
68-84 балл – «жакшы»	«4»
21-26 балл – «жакшы»	«4»
85-100 балл – «эң жакшы»	«5»
27-30 балл – «эң жакшы»	«5»

Оценивание студентов осуществляется по балльно-рейтинговой системе: итоговая оценка выставляется не на основании оценки за ответ на экзамене, а складывается из полученных баллов по каждой дисциплине учебного модуля и ответа на экзамене.

Учебный модуль оценивается по шкале в 100 баллов. Баллы набираются по результатам текущего и итогового контроля.

**Текущий контроль** осуществляется в течение учебного модуля в устной и письменной форме в виде самостоятельно выполненных работ, устных опросов и работы на семинарских занятиях. По итогам текущего контроля студенты могут набрать 60 баллов. Количество баллов по формам текущего контроля выставляется по усмотрению преподавателя.

Формы текущего контроля для индивидуальной и самостоятельной работы студентов:

- Сообщения, ответы на семинарских занятиях;
- Решение задач на семинарских занятиях;
- Выполнение заданий по самостоятельной работе;
- Конспекты лекций;
- Посещение занятий.

**Итоговый контроль:** экзамен. На экзамене студенты могут набрать 40 баллов.

Для получения допуска к сдаче итогового контроля студенту необходимо набрать минимум 30 баллов по результатам текущего контроля.

Студенты обязаны посещать лекции и семинарские занятия. Особое значение придается активной работе на практических занятиях. Каждое пропущенное практическое занятие без уважительной причины оценивается в минус 1 балл.

Уважительными причинами являются болезнь, вызов в военкомат, семейные обстоятельства и т.п., которые должны быть подтверждены документально.

Соотношения сто балльной и пятибалльной системы оценивания:

<b>Количество баллов</b>	<b>Оценка</b>
0-54	2 (неудовлетворительно)
55-69	3 (удовлетворительно)
70-84	4 (хорошо)
85-100	5 (отлично)

## Технологическая карта занятий

### “Электрическая часть подстанции “

Наименование дисциплины	Количество часов				СРС	Отчетность
	всего	Аудиторные часы				5-сем
		Ауд. зан.	Лекция	Практ. (сем)		
<i>Электрическая часть подстанции</i>	<i>180</i>	<i>108</i>	<i>54</i>	<i>54</i>	<i>72</i>	<i>экзамен</i>

Календарно-тематический план по предмету:

## «Электрическая часть подстанции»

№	Содержания занятия по урокам.	Лек	Прак	Наглядное пособия	Тип урока	Литература
<b>Модуль -1</b>						
1-2	Введение. Электрические подстанции и сети	2		Макеты, стенд, плакаты.	Лекция	"Электрифика-я и автом-я сельского хозяйства" А. В Бастрон;
3-4	Характеристики промышленных потребителей электроэнергии	2		Макеты, стенд, плакаты	Кобинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
5-6	Электрические нагрузки промышленных предприятий	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбини рованные	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
7-8	Показатели, характеризующие приемники электроэнергии и графики их нагрузок		2	Макеты, стенд, плакаты	Практичес -е занятия.	"Электрифика-я и автоматизация сельского хозяйства" А. В Бастрон;
9-10	Определение электрических нагрузок различными методами		2	Макеты, стенд, плакаты	Практичес -е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
11-12	Компенсация активной мощности		2	Макеты, стенд, плакаты	Практичес кие занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
13-14	Компенсация реактивной мощности	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбини рованные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
15-16	Компенсация емкостной мощности		2	Макеты, стенд, плакаты	Практичес -е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
17-18	Распределение электроэнергии при напряжении до 1 кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Практичес кие занятия.	"Электрифика-я и автоматизация сельского хозяйства" : А. В Бастрон;
19-20	Защитная аппаратура для сетей до 1000 В	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбини рованные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
21-22	Выбор сечений и защиты проводов и кабелей до 1000 в		2	Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
23-24	Электрические сети напряжением выше 1 кВ	2		Макеты, стенд, плакаты	Изучения новое знание.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
25-26	Электрический расчет сетей высокого напряжения		2	Макеты, стенд, плакаты	Практичес кие занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
27-28	Подстанции	2		Макеты,	Комбини рованные	"Электрифика-я и



	промышленных предприятий			стенд, плакаты	ованные.	автоматизация сельского хозяйства" : А. В Бастрон;
29-30	Подстанции сельского назначения		2	Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
31-32	Качество электрической энергии	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
33-34	Учет электроэнергии потребителей 0,22кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
35-36	Учет электроэнергии потребителей 0,4кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
37-38	Назначение трансформаторов тока		2	Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
39-40	Назначение трансформаторов напряжение	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
41-42	Сцепная арматура на ВЛ-35 КВ	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
43-44	Сцепная арматура на ВЛ-10 КВ		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
45-46	Типы и марки воздушных проводов на 0,4кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
47-48	Типы и марки воздушных проводов на 10кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
49-50	Типы и марки воздушных проводов на 35кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
51-52	Типы и марки воздушных проводов на 500кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
	<b>Модуль-1</b>	<b>26</b>	<b>26</b>			
	<b>Модуль-2</b>					
53-54	Учет электроэнергии потребителей 6/10кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Элексельского хозяйства" : А. В Бастрон;
55-56	Конструкция воздушных линии ЛЭП-0,22кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
57-58	Конструкция воздушных линии ЛЭП-0,4кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е пр-х предприятий
59-60	Конструкция воздушных линии	2		Макеты, стенд,	Комбинированный	"Электрифика-я и авт-я сельского

	ЛЭП-10кв			плакаты		хозяйства" : А. В Бастрон;
61-62	Конструкция воздушных линии ЛЭП-35/110кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
63-64	Электрические аппараты напряжением 0,22кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
65-66	Электрические аппараты напряжением 0,4кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и автоматизация сельского хозяйства" : А. В Бастрон;
67-68	Электрические аппараты напряжением 6-кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
69-70	Электрические аппараты напряжением 35кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
71-72	Электрические аппараты напряжением 110кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
73-74	Типы и конструкции кабельных линии 0,22кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е промышленных предприятий
75-76	Типы и конструкции кабельных линии 0,4кв	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и автоматизация сельского хозяйства" : А. В Бастрон;
77-78	Типы и конструкции кабельных линии 6/10кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
79-80	Типы и конструкции кабельных линии 35кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированные.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
81-82	Охрана кабельных линии	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
83-84	Основные защитные средства	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства" : А. В Бастрон;
85-86	Дополнительные защитные средства	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства" А. В Бастрон;
87-88	Защитные меры электробезопасности		2	Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
89-90	Электроснабжение сельских потребителей		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства"

						А. В Бастрон;
91-92	Электроснабжение в горных условиях	2		Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
93-94	Электроснабжение городских потребителей	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства" А. В Бастрон;
95-96	Типы марки силовых кабелей 6/10кв		2	Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
97-98	Охрана кабельных линии		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства" А. В Бастрон;
99-100	Релейная защита оборудования	2		Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
101-102	Максимально токовая защита	2		Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства" А. В Бастрон;
103-104	Защитное отключение земля		2	Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
105-106	Обрыв и восстановление ВЛ-35		2	Макеты, стенд, плакаты	Комбинированный	"Электрифика-я и ав-я сельского хозяйства" А. В Бастрон;
107-108	Техника эксплуатация оборудования	2		Макеты, стенд, плакаты	Практич-е занятия.	Кудрин Б.И. Электроснабж-е ПП
	<b>Модуль-2</b>	<b>28</b>	<b>28</b>			
	<b>ИТОГО: 108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>			

## Литература

### **Основная литература**

- 1 Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий:  
Учебник для студентов высших учебных заведений /Б.И. Кудрин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005. – 672 с.
- 2 Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Высшая школа, 1986. – 400с.
- 3 Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для проф. учебных заведений. – М.: Высшая школа, 2001. – 336с: ил.
- 4 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для сред. проф. образования. – М., 2001. – 320с.
- 5 Киреева Э.А. и др. Электроснабжение цехов промышленных предприятий. – М.: НТФ Энергопрогресс, Энергетик, 2003. – 120с.
- 6 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.
- 7 Справочник по проектированию электроснабжения Электроустановки промышленных предприятий. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 476 с.
- 8 Правила устройств электроустановок. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2001. – 928 с.
- 9 Киреева Э.А. Справочные материалы по электрооборудованию (цеховые электрические сети, электрические сети жилых и общественных зданий).- 2004.

### **Дополнительная литература**

1. Правила устройства электроустановок [Текст]. - 7-е изд. - М. : Омега-Л, 2009. - 266, [2]
2. Пястолов, А.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования [Текст]: [учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений] / А. А. Пястолов, А. А. Мешков, А. Л. Вахрамеев. - М. : Колос, 1981.

1. Понятия о системах электроснабжения и потребителях электроэнергии.
2. Типы электрических станций. Принцип действия и устройство атомных электростанций.
3. Принцип действия и устройство тепловых электрических электростанций (КЭС и ТЭС).
4. Электрические станции на основе возобновляемых источников энергии. Использование энергии солнца, ветра, морских приливов, геотермальных вод для производства электроэнергии.
5. Влияние электрических станций на окружающую среду и меры по ее защите при эксплуатации электрических станций.
6. Энергетическая система Республики Беларусь. Назначение и структура энергетических систем.
7. Распределение электрической энергии в системе городского и промышленного хозяйства.
8. Основные показатели качества электрической энергии применительно к промышленным предприятиям
9. Шкала стандартных напряжений при передаче электроэнергии.
10. Общие сведения о потребителях электроэнергии напряжением до 1 кВ.
11. Классификация электроприемников по роду тока и напряжения, по мощности и частоте, по режиму работы.
12. Классификация приемников по надежности электроснабжения. Обеспечение надежности электроснабжения с учетом требований Правил устройства электроустановок (ПУЭ).
13. Конструктивное выполнение электрических сетей до 1 кВ. Виды электрических проводов: открытая, скрытая, проложенными в трубах, шинпроводами.
14. Элементы электрических сетей: провода и кабели, шинпровода, распределительные устройства.
15. Элементы электрических сетей: предохранители и автоматические выключатели, контакторы и магнитные пускатели
16. Схемы электрических сетей: радиальные, магистральные, смешанные, распределительные и питающие.
17. Понятие о графиках электрических нагрузок.
18. Физические величины и безразмерные показатели графиков электрических нагрузок
19. Методы расчета электрических нагрузок: статистический метод, метод удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции или работы, метод коэффициента спроса.
20. Методы расчета электрических нагрузок: метод удельной мощности на единицу площади, метод упорядоченных диаграмм.
21. Определение расчетных нагрузок от осветительных установок.
22. Расчет электрических нагрузок гражданских зданий.
23. Схемы электрических сетей гражданских зданий.
24. Выбор сечения проводов, кабелей по допустимому нагреву электрическим током.
25. Выбор сечений проводников по экономической плотности тока и экономическим токовым интервалам.
26. Выбор сечения шин по допустимому нагреву электрическим током.
27. Понятие об отклонении, потере, падении напряжения в электрических сетях.
28. Построение векторной диаграммы для определения потери напряжения.
29. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях.
30. Реактивная мощность и способы её компенсации. Применения специальных компенсирующих устройств.

31. Основные пути и мероприятия по экономии электроэнергии на промышленных предприятиях
32. Защита электрических сетей и электроприемников от аномальных режимов.
33. Условия выбора плавких вставок предохранителей.
34. Условия выбора расцепителей автоматических выключателей, магнитных пускателей.
35. Назначение и основные принципы построения электрических сетей города и промышленных предприятий.
36. Электроснабжение городов
37. Подстанции и распределительные пункты. Основное электрооборудование электрических станций и подстанций.
38. Применение глубоких вводов для эл/снабжения: назначение, способы исполнения и схемы, достоинства
39. Конструкция, устройство, типы и назначение высоковольтного оборудования (силовые трансформаторы, выключатели нагрузки, разъединители).
40. Конструкция, устройство, типы и назначение высоковольтного оборудования (отделители, короткозамыкатели, высоковольтные предохранители, шины).
41. Конструкция, устройство, типы и назначение высоковольтного оборудования (трансформаторы тока и напряжения, разрядники, реакторы).
42. Общие положения выбора места расположения подстанции промышленного предприятия. Особенности выбора места РП и ТП.
43. Определение условного центра электрических нагрузок. Построение картограммы электрических нагрузок.
44. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях.
45. Понятие короткого замыкания (КЗ) в электрических сетях. Основные положения расчета токов короткого замыкания.
46. Расчетная схема системы электроснабжения. Определение сопротивления отдельных элементов цепи короткого замыкания (генераторов, трансформаторов, электрических двигателей, электрических линий, реакторов).
47. Расчет токов короткого замыкания в сетях выше 1 кВ.
48. Расчет токов короткого замыкания в сетях ниже до 1 кВ.
49. Воздействие токов короткого замыкания: электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.
50. Выбор токоведущих частей и аппаратов подстанции (выбор проводников, высоковольтных выключателей, разъединителей, короткозамыкателей).
51. Выбор токоведущих частей и аппаратов подстанции (отделителей, выключателей нагрузки, трансформаторов тока и напряжения).
52. Назначение защитного заземления и зануления.
53. Расчет заземляющего устройства.
54. Общие сведения о релейной защите. Назначение и требования к релейной защите.
55. Основные типы и принцип действия реле.
56. Источники оперативного тока на подстанциях.
57. Защита отдельных элементов системы электроснабжения (трансформаторов, двигателей, конденсаторных установок, сборных шин).
58. Максимальная токовая защита. Принцип действия МТЗ.
59. Система управления, сигнализации, учета электроэнергии.
60. Автоматизация систем электроснабжения (автоматическое включение резерва (АВР), автоматическое повторное включение (АПВ), автоматическая частотная разгрузка (АЧР)).

## **ВОПРОСЫ ТЕСТИРОВАНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

## «Электрическая часть подстанции»

1. Выберите изоляторы на напряжение 10 кв

- А. Подвесные изоляторы ПС
- Б. Подвесные изоляторы ПФ
- В. Штыревые изоляторы ШФ
- Г. Висячие изоляторы ВИ

2. Выберите понижающий силовой трансформатор

- А. ТМ-10/0,4
- Б. ТМ-12/60
- В. ТМ-6/10
- Г. ТМ- 0,4/6

3. Выберите повышающий силовой трансформатор

- А. ТМ- 220/110
- Б. ТМ- 250/220
- В. ТМ- 6/0,4
- Г. ТМ- 0,4/6

4. Выберите двухобмоточный трансформатор

- А. 220/60
- Б. 380/660
- В. 127/220/380
- Г. 12/60/127

5. Перенапряжение в сети это

- А. Рубильник распределяет электроэнергию
- Б. Дефект в сети
- В. Дефект на ж/б опоре
- Г. Распределение по проводам

6. Короткое замыкание в электросети это

- А. Рубильник распределяет электроэнергию
- Б. Дефект в подставке
- В. Касание провода на землю
- Г. Касание провода между собой

7. Безопасное значение напряжение для человека

- А. 12 В
- Б. 36 В
- В. 220 В
- Г. 380 В

8. Опасное значение тока для человека

- А. 25 мА
- Б. 50 мА
- В. 100 мА
- Г. 150 мА

- 9 . Назовите типы опоры на 0,22кв
- А. СВБ-9м
  - Б. СВБ-6м
  - В. СВБ-16м
  - Г. СВБ-11м
- 10 . Назовите типы опоры на 0,4кв 380в
- А. СВБ-14м
  - Б. СВБ-6м
  - В. СВБ-11м
  - Г. СВБ-17м
11. Назовите типы изоляторов на 0,4 кв 380 в
- А. Трубчатые фарфоровые и стеклянные
  - Б. Трубчатые железные
  - В. Алюминиевые сплавы
  - Г. Медные сплавы
12. Назовите типы изоляторов 35 КВ
- А. Деревянные изоляторы
  - Б. Подвесные фарфоровые и стеклянные
  - В. Алюминиевые сплавы
  - Г. Медные сплавы
13. Назначение заземляющих устройств
- А. Для защиты от нагрузки электрического тока
  - Б. Для защиты от перегруза электрического тока
  - В. Для защиты людей от нагрева электрического тока
  - Г. Для защиты людей от поражения электрического тока
14. Для чего устанавливается грозозащита на подстанциях
- А. От защиты ветра
  - Б. От защиты электроэнергии
  - В. От защиты влажности
  - Г. От защиты молния
15. Ветровая электростанция вырабатывает электроэнергию от
- А. Вырабатывает энергию от нефти
  - Б. Вырабатывает энергию от урана
  - В. Вырабатывает энергию от воды
  - Г. Вырабатывает энергию от ветра
16. Напишите типы и марки масляных выключателей на6/10кв
- А. ВМГ-10
  - Б. ВМП-10
  - В. К-250 А
  - Г. СБ-300 А
17. Напишите типы и марки Автоматических выключателей на 380 В
- А. Б-10А



- Б. С-16 А
- В. К-250 А
- Г. АЕ-300 А

18. Напишите типы и марки стальных воздушных проводов на 6/10кВ

- А. Ч-25
- Б. АС-50
- В. К-25
- Г. АЕ-30 А

19. Напишите типы и марки изолированных воздушных проводов на напряжение 6/10кВ

- А. ЧКВ-256/6
- Б. АСВ-75/10
- В. КУИ-253/6
- Г. СИП-50/10

20. Напишите типы и марки предохранителей напряжение на 380В

- А. ПН-250
- Б. СВ-75 0
- В. УИ-253
- Г. БК-500

21. Назовите из каких оборудования состоит подстанция 35/10кв

- А. Трансформатор, выключатели, ОРУ, ЗРУ, ЛР
- Б. С четырех сторонними линиями питания
- В. С пяти сторонними линиями питания
- Г. Двигатели, редукторы, конвейеры КСЛ, КНУ

22. Назовите потребителей электроэнергии 2-й категории

- А. С одно сторнными линиями питания
- Б. С четырех сторонними линиями питания
- В. С двух сторонними линиями питания
- Г. С трех сторонними линиями питания

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА**

Основная задача образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Решение этой задачи вряд ли возможно только путем передачи знаний в готовом виде от преподавателя к студенту. Студент должен перейти из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Происходящая в настоящее время реформа высшего образования связана по своей сути с переходом от парадигмы обучения к парадигме образования. В этом плане следует признать, что самостоятельная работа студентов (СРС) является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой.

Можно выделить следующие основные положения, касающиеся определения понятия СРС:

1. Самостоятельная работа определяется как вид познавательной деятельности обучаемых в вузе и дома; ее выполнение осуществляется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия;

2. Самостоятельная работа способствует формированию таких важных черт личности, как самостоятельность, познавательная активность, творческое отношение к труду и др.;

3. При самостоятельной работе цель каждого задания должна быть осознана, т. е. для выполнения студенты опираются на свои знания, предметные умения, опыт в изучении данной дисциплины, а также умения пользоваться средствами обучения;

4. Самостоятельная работа требует наличия у студентов некоторых общеучебных умений, способствующих ее рациональной организации: умение планировать эту работу. Четко ставить систему задач, вычленять среди них главные, умело избирать способы наиболее быстрого экономного решения поставленных задач, умелый оперативный контроль за выполнением задания, умение быстро вносить коррективы в самостоятельную работу. Анализировать общие итоги работы, сравнивать эти результаты с намеченными в начале ее, выявлять причины отклонений и намечать пути их устранения в дальнейшей работе.

Существующая до сих пор парадигма профессионального образования, ориентированная на овладение студентом всей системой эмпирического и фундаментального теоретического знания, оказывается в принципе невозможной. Студент, оказавшись не в состоянии найти и переработать необходимую ему информацию, неизбежно попадает в ситуацию информационного выбора. Новый подход ориентирует парадигму образования на развитие познавательной самостоятельности студентов, на то, чтобы они «научились учиться», в том числе выбирать и усваивать ту информацию, которая необходима им в первую очередь.

5. Особое значение в новой парадигме профессионального образования отводится его гуманитаризации, которая актуализирует проблему, как трансформации его содержания, так и процесса обучения, в котором главным становится «сотворчество» студента и преподавателя. Гуманитаризация образования направлена на активизацию познавательной

самостоятельности студента, на воспитание творческой личности специалиста с высокой профессиональной компетентностью, на развитие его эстетического мировосприятия и этического отношения к действительности. В рамках такой парадигмы образование становится средством творческого постижения мира, а не заучиванием «мертвых» знаний. Высшее профессиональное образование сегодня должно ориентироваться на овладение студентами определенной совокупностью так называемых ключевых компетенций, способствующих оптимальному их включению в динамику социокультурного развития.

В связи с этим целью и задачей выполнения самостоятельных заданий по курсу «Отечественная история» является приобретение умения получать новые эмпирические, теоретические и аксиологические знания, их систематизировать и концептуализировать; оперировать базовыми понятиями, теоретическими и ценностными конструктами учебного курса; решать познавательные задачи; логично выстраивать устные и письменные тексты. Это предполагает ориентацию на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей студентов. Усиление роли самостоятельной работы студентов означает развитие умения учиться, формирование у студента способности к саморазвитию, творческому применению полученных знаний, способам адаптации к профессиональной деятельности в современном мире.

В ходе самостоятельной работы студент может: - освоить теоретический материал по изучаемой дисциплине (отдельные темы, отдельные вопросы тем, отдельные положения и т. д.); - закрепить знание теоретического материала, используя необходимый инструментарий, практическим путем (выполнение контрольных работ, тестов для самопроверки); - применить полученные знания и практические навыки для анализа ситуации и выработки правильного решения (подготовка к групповой дискуссии, подготовленная работа в рамках деловой игры, и т. д.); - применить полученные знания и умения для формирования собственной позиции, теории, модели (написание учебно-исследовательской работы студента). В связи с введением новых государственных образовательных стандартов значительная часть работы по освоению учебного материала переносится на самостоятельные, внеаудиторные занятия студентов.

Самостоятельная работа студента является одной из важнейших составляющих учебного процесса, в ходе которой происходит формирование навыков, умений и знаний и в дальнейшем обеспечивается усвоение студентом приемов познавательной деятельности, интерес к творческой работе и, в конечном итоге, способность решать научные и практические задачи.

Самостоятельная работа студентов служит основой высшего образования. Ведь только те знания, к которым человек пришел самостоятельно, становятся действительно прочным его достоянием.

Именно поэтому высшая школа постепенно переходит от «передачи» студентам знаний в готовом виде к управлению их самостоятельной учебно-познавательной деятельностью.

**СРС включает в себя:**

— диагностирование студентами собственной познавательной потребности в расширении, углублении, совокупности знаний, получаемых в вузе;

— определение собственных интеллектуальных, личностных и физических возможностей, в частности объективная оценка свободного от посещения учебного заведения времени;

— определение цели самостоятельной работы – ближайшей и отдаленной, т.е. ответ на вопрос, нужна ли она для удовлетворения познавательной потребности или, например, для продолжения обучения;

— самостоятельный выбор обучающимся объектом изучения и обоснования этого выбора для себя;

— разработка конкретного плана, долгосрочной и ближайшей программы самостоятельной работы; — определение формы и времени самоконтроля.

Самостоятельная работа студента, рассматриваемая в общем контексте его самообразования, представляет собой высшую форму его учебной деятельности по критериям саморегуляции и целеполагания.

### **Самостоятельная работа реализуется:**

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях.
  2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т. д.
  3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.
- Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.
- Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне нее.

При изучении истории организация СРС представляет собой единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа;
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
3. Творческая, в том числе учебно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной СРС разнообразны: — **подготовка и написание рефератов, докладов, очерков, эссе и других письменных работ на заданные темы.**  
— **выполнение домашних заданий разнообразного характера.**

Это - подбор и изучение исторических источников; разработка и составление различных исторических схем и др.;

— выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы.

Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы;

— подготовка к участию в научно-теоретических конференциях, олимпиадах и другое.

Аудиторная самостоятельная работа реализуется при проведении практических занятий, семинаров, во время чтения лекций.

Нам представляется, что самостоятельная работа - это не просто самостоятельность студентов в усвоении учебного материала, а организованная система обучения под руководством преподавателя.

### **Политика подсчёта очков**

### Оценивание по 60 балльной шкале (18-30 часов-1 модуль).

Этапы баллов	Рубежный контроль		Поощирительные баллы	Итоговый контроль	Общие баллы
	1-модуль	2-модуль			
Макс.балл	60 баллов	30 баллов	10 баллов	30 баллов	100 баллов
Мин.балл	36 баллов	18 баллов	0 балл	18 баллов	60 баллов

### Оценивание по 30 балльной шкале (36-120 часов-2 модуля).

Этапы баллов	Рубежный контроль		Поощирительные баллы	Итоговый контроль	Общие баллы
	1-модуль	2-модуль			
Макс.балл	30 баллов	30 баллов	10 баллов	30 баллов	100 баллов
Мин.балл	18 баллов	18 баллов	0 балл	18 баллов	60 баллов

### Таблица сравнения баллов.

30 балльная система	60 балльная система	100 балльная система	Буквенная система	Традиционная система
26-30	52-60	87-100	A	Отлично
24-25	48-51	80-86	B	Хорошо
22-23	44-47	74-79	C	
20-21	41-43	68-73	D	
18-19	36-40	60-67	E	Удовлетворительно
9-17	19-35	31-59	FX	Неудовлетворительно
0-8	0-18	0-30	F	

Исходя из количества модулей в рабочей программе составляется технологическая карта дисциплины, где указывается объем лекционных, практических часов, СРС и других форм дисциплины.

1 Содержание рейтинговой системы оценки успеваемости студентов

1.1 Контроль знаний студента производится в течении семестра.

1.2 Рейтинговая оценка знаний студентов по каждой учебной дисциплине

независимо от ее общей трудоемкости определяется по 100-балльной шкале в каждом семестре и включает, рубежный (итоговый) контроль.

2. По каждому модулю устанавливается перечень обязательных видов работы студента, включающий: посещение лекционных, практических (семинарских, лабораторных) занятий; ответы на теоретические вопросы на семинаре; решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии; выполнение лабораторных работ;

-выполнение контрольных работ; написание рефератов; участие в коллоквиумах по отдельным темам; тестирование по теме (группе тем); другие виды работ, определяемые преподавателем.

Каждый дисциплинарный модуль должен завершаться определенной формой контроля для оценки степени усвоения учебного материала и получения рейтинговой оценки качества усвоения учебного материала.

2.1. Формами текущего контроля могут быть:

- тестирование (письменное или компьютерное);
- выполнение индивидуальных домашних заданий, рефератов ;
- работа студента на практических (семинарских) занятиях;
- различные виды коллоквиумов (устный, письменный, комбинированный, экспресс и др.);

- контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам;
- рейтинг поощрительный (до 10 баллов).

Возможны и другие формы текущего контроля результатов, которые определяются преподавателями и фиксируются в рабочей программе дисциплины.

Текущий контроль проводится в период аудиторной и самостоятельной работы студента в установленные сроки по расписанию.

2.2. Рубежный контроль проводится с целью определения результатов освоения студентом модуля в целом и возможного добора баллов, планируемых в ходе текущего контроля. В качестве форм рубежного контроля учебного модуля можно использовать:

- тестирование (в том числе компьютерное);
- собеседование с письменной фиксацией ответов студентов;
- контрольную работу;

Возможны и другие формы рубежного контроля результатов.

2.3. Контроль по дисциплине (сессия) может проводиться в следующих формах:

- экзамен;
- зачет (дифференцированный зачет).

2.4. В случае, если студент сдает какое-либо из контрольных мероприятий позже установленного срока, преподаватель может снизить максимально возможное количество баллов за данный вид контроля на 5% за каждую неделю просрочки.

В случае, если студент не сдал какие-либо из контрольных мероприятий в срок по уважительной причине, подтвержденной документально, преподаватель должен предоставить ему возможность выполнить указанные мероприятия. Сроки ликвидации возникшей задолженности устанавливаются преподавателем, исходя из общего количества дней, пропущенных по уважительной причине.

2.5. Преподавателю предоставляется право поощрять студентов за активность (участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, активная работа на аудиторных занятиях, публикации статей, выполнение заданий повышенной сложности и т.д.) проставлением поощрительных баллов в количестве, не превышающем 10 баллов за семестр.

Поощрительные баллы не входят в сумму 60 баллов за текущий и промежуточный контроль (для дисциплин, завершающихся экзаменом), а прибавляются к ним.

2.6. Посещение лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий оценивается в суммах до 6 и 10 баллов соответственно, однако эти баллы являются штрафными и вычитаются преподавателем из набранных студентами баллов в ходе текущего и рубежного контроля по следующей схеме:

- за пропуски лекционных занятий за 25 % пропусков вычитается 1 балл

за 50 % пропусков вычитается 4 балла

за 75 % пропусков вычитается 6 баллов

за 100 % пропусков — студент не допускается до итоговых испытаний

- за пропуски практических (семинарских, лабораторных) занятий за 20 % пропусков вычитается 2 балла

за 40 % пропусков вычитается 5 баллов

за 50 % пропусков вычитается 7 баллов

за 75 % пропусков вычитается 10 баллов

более 75 % пропусков — студент не допускается до итоговых испытаний.

2.7. При наличии у студента пропусков лекций и практических (семинарских, лабораторных) занятий преподаватель, не выясняя их причин, обязан исключить из рейтинга соответствующие баллы. Контроль посещаемости занятий и определение причины пропуска (уважительная или неуважительная) возлагается на заведующих отделениями.

В случае признания причины пропуска уважительной (например, в случае болезни, участия в научных, культурно-массовых, спортивных или общественных мероприятиях различного статуса), учебная часть добавляет баллы, которые

были вычтены за пропуски лекционных и практических (семинарских) занятий из рейтинга.

2.8. При оценке семестровой работы студента не допускается использование отрицательных баллов или снижение баллов, уже набранных студентом на настоящее время, кроме случая снижения баллов за непосещение занятий.

2.9. При планировании и выставлении баллов за все виды контроля допускается использование только целых чисел.

2.10. Если по дисциплине формой итогового контроля является экзамен и студент по итогам текущего и рубежного контроля набрал не менее 45 баллов, преподаватель имеет право с согласия студента выставить ему оценку «удовлетворительно» без его участия в процедуре экзамена.

В случае несогласия студента с оценкой, он сдает экзамен по дисциплине на общих основаниях. Тогда для выставления оценки «хорошо» необходимым условием, кроме получения в общей сумме более 60 баллов, является

также получение студентом не менее 15 баллов из 40 возможных за итоговый контроль в ходе процедуры экзамена, а для выставления оценки «отлично» необходимым условием, кроме получения в общей сумме более 80 баллов, является также получение студентом не менее 20 баллов из 40 возможных за итоговый контроль в ходе процедуры экзамена.

Если по дисциплине формой итогового контроля является экзамен и студент по итогам текущего и рубежного контроля набрал не менее 60 баллов, преподаватель имеет право с согласия студента выставить ему оценку «хорошо» без его участия в процедуре экзамена.

В случае несогласия студента с оценкой, он сдает экзамен по дисциплине на общих основаниях. Тогда для выставления оценки «отлично» необходимым условием, кроме получения в общей

сумме более 80 баллов, является также получение студентом не менее 20 баллов из 40 возможных за итоговый контроль в ходе процедуры экзамена.

Если по дисциплине формой итогового контроля является экзамен и студент по итогам текущего и рубежного контроля набрал не менее 70 баллов (при условии проставления преподавателем 10 поощрительных баллов), преподаватель имеет право с согласия студента выставить ему оценку «отлично» без его участия в процедуре экзамена.

Согласие студента выражается путем предоставления зачетной книжки для внесения результатов аттестации по дисциплине.

Студент, набравший по итогам текущего и рубежного контроля менее 35

возможных баллов или пропустивший более 75 % практических (семинарских, лабораторных) занятий, до экзамена по данной дисциплине не допускается. В этом случае он изучает не освоенные им темы, выполняет соответствующие задания в сроки, установленные учебной частью для ликвидации задолженностей.

Баллы, полученные таким образом, прибавляются к количеству баллов, набранных студентом в семестре.

#### **Итоговая сумма баллов за рубежный контроль по каждому**

предмету, а также сумма поощрительных баллов (промежуточный рейтинг) должна быть подсчитана преподавателем и доведена до сведения студента в срок до начала зимней и летней сессий.

#### **Порядок отчисления из колледжа по результатам рейтингового контроля, отработки и перезачета контрольных мероприятий**

Студенты колледжа, имеющие менее 35 баллов к началу промежуточной аттестации по трем и более дисциплинам (практикам), подлежат к отчислению из колледжа. Докладные об отчислении таких студентов представляются заведующими отделениями в установленном порядке в первый день (по утвержденному графику учебного процесса в текущем семестре) экзаменационной сессии.

Студенты, не набравшие по одной или двум дисциплинам баллы, необходимые для допуска к промежуточной аттестации и получившие неудовлетворительную оценку в ходе сессии соответственно по двум или одной дисциплине (т.е. при наличии трех задолженностей), подлежат отчислению из колледжа.

Студентам, не набравшим по одной или двум дисциплинам баллы, необходимые для допуска к промежуточной аттестации по данным дисциплинам (при общем числе задолженностей за семестр не более двух), устанавливается срок отработки рейтинговых контрольных заданий, получения зачета и сдачи экзамена продолжительностью 1(один) месяц со дня начала нового семестра. При этом допускается замена нескольких рейтинговых контрольных заданий одним заданием (с большим охватом материала).

Студенты, имеющие академическую задолженность, вправе пройти промежуточный контроль по соответствующим учебному предмету, курсу, дисциплине (модулю) не более двух раз в сроки, определяемые колледжем. Для проведения промежуточного контроля во второй раз создается комиссия.



График пересдач промежуточного контроля составляется учебной частью и утверждается директором колледжа.

График пересдач доводится до подразделений, обеспечивающих передачу промежуточного контроля, преподавателей и студентов, допущенных к передаче, не позднее, чем за неделю до начала передачи промежуточного контроля.

Студент допускается к передаче промежуточного контроля только с разрешения учебной части.

Неявка студента на передачу промежуточного контроля без уважительной причины приравнивается к получению неудовлетворительной оценки.

Не ликвидировавший академическую задолженность в установленные сроки студент представляется к отчислению из колледжа.

Неявка студента на рубежный контроль в установленный срок оценивается нулевым баллом. Студенты, пропустившие по уважительным причинам рейтинговые мероприятия по первому этапу (1/2 семестра) могут их отрабатывать в течение 10 календарных дней после завершения этапа выполнения рейтинговых мероприятий.

Решение по таким отработкам принимает и дает направление за своей подписью директор колледжа при наличии заявления студента с объяснением причины неявки на рейтинговое мероприятие и с приложением соответствующих документов (медицинская справка о временной нетрудоспособности с указанием сроков освобождения от занятий, свидетельство о смерти близкого родственника, свидетельство о браке заявителя).

По истечению указанных 10 календарных дней в исключительных случаях, при наличии уважительных причин, решение о продлении сроков отработки принимается директором или заместителем директора по учебной работе.

Во время апелляционных недель (недели, следующие за неделями проведения соответствующих рубежных контролей) допускается пересмотр отдельных заданий по текущему контролю с целью уточнения проставленных по ним баллов.

Передача контрольных мероприятий с целью повышения количества баллов после заполнения в установленные сроки ведомостей текущей успеваемости не разрешается.

При наличии времени между проведением контрольного мероприятия и установленной датой заполнения ведомости текущей успеваемости студент может добирать баллы по дисциплине.

В последнем случае решение принимает преподаватель по дисциплине (текущий и рубежный контроль).

Лица, переводящиеся в ходе семестра в колледж из других колледжей, восстанавливающиеся в число студентов, могут быть переведены на индивидуальный график выполнения рейтинговых контрольных заданий.

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ  
МИНИСТРЛИГИ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**  
**Т. КУЛАТОВ АТЫНДАГЫ КЫЗЫЛ-КЫЯ ТОО-ТЕХНИКАЛЫК ИННОВАЦИЯ**  
**ЖАНА ЭКОНОМИКА КОЛЛЕДЖИ**

**КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ И**  
**ЭКОНОМИКИ им. Т. КУЛАТОВА**

Цикл: «Технология механизация и электроснабжение горных работ»

## **(Syllabus)**

**Специальность: “Электроснабжение” (по отраслям)**

### **Информация о дисциплине**

**Наименование дисциплины “Электрическая часть подстанции”**

**Форма обучения:** Дневное форма обучение.

**Трудоемкость дисциплины** 180-кредитов. 108-часов.

**Самостоятельная работа студентов:** СРС-72 часов.

**Расписание дисциплины** - 5 семестр 3-курс 4-аудиторных часов неделю

**Число дистанционный контроль:** Модуль 2

**Учебный год проводимой дисциплины:** 2023/2024 учебный год.

**Специальность** – “Электроснабжение” шифр 140212

### **Информация о преподавателя**

**Сайпидинов Абдурасул Ахматалиевич** – преподаватель специальных  
дисциплин ККГТКИиЭ.

ККГТКИиЭ Учебный корпус №2 по улице Молодежная

**Место проведение урока:** Кабинет №302 Лекционная №-306 Лабораторная

**Контактная информация:** Телефон 0770 77 11 60.

**Электронный адрес:** [a.rasul63@inbox.ru](mailto:a.rasul63@inbox.ru)

**Т. КУЛАТОВ АТЫНДАГЫ ТОО-ТЕХНИКАЛЫК, ИННОВАЦИЯ ЖАНА**

## ЭКОНОМИКА КОЛЛЕДЖИ

“Тоо иштерин механизациялоо жана электр менен камсыздоо технологиясы” циклы

### СИЛЛАБУС (Syllabus)

#### ЦЕЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью изучения дисциплины является:**- формирование знаний в области теории, расчетов и анализа режимов электрических сетей, систем электроснабжения, обеспечение экономичности и надежности электроснабжения.

Задачей дисциплины является приобретение практических навыков анализа энергетических объектов косвенным путем, научить работать с современным программным обеспечением для решения различных инженерских задач электроснабжения связанных с проектированием, таких как: составление схем замещения электрической сети и определения их параметров, расчет и анализ режимов работы электрических сетей различной конфигурации.

**Цель изучения дисциплины состоит** в получении знаний о построении и режимах работы систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

Целью изучения дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий и сельского хозяйства» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области использования электрических и магнитных явлений для получения, передачи и преобразования электрической энергии для практических целей. Это приведение в действие машин и механизмов получения тепла и света, изменения химического состава вещества, производство и обработка материалов  
**Дисциплина охватывает** основные вопросы электротехники и служит для изучения назначения, принципа действия основных элементов и систем; анализа особенностей. Это приведение в действие машин и механизмов получения энергии, тепла и света, изменения химического состава вещества и т.д. Подготовка специалистов, умеющих обеспечивать эффективную и надёжную эксплуатацию инженерных систем зданий и сооружений.

**Цель** - сформировать у студентов комплексную систему знаний в области автоматизации электроэнергетических систем, а также изучить принципы действия и способы построения автоматических устройств управления нормальными режимами работы электроэнергетических систем и противоаварийного управления.

Задачи:

- Ознакомить студентов с научными знаниями принципов автоматического управления нормальными режимами работы электростанций и электроэнергетических систем, а также технического исполнения соответствующих автоматических устройств.

- Изучить способы технической реализации противоаварийного автоматического управления в энергосистемах.
- Дать навыки расчета параметров настройки основных устройств автоматики электростанций, подстанций и линий электропередач.  
Сформировать у студентов понятие о параметрах и режимах электропотребления и научить оценивать, анализировать и прогнозировать эти параметры.
  - Дать знания о вопросах статистического прогнозирования параметров электроэнергетических объектов, моделях регрессионного анализа при прогнозировании;
  - Научить использованию моделей многофакторного анализа при прогнозировании.
  - Научить методикам анализа и оценки временных рядов режимных параметров.
  - Ознакомить студентов с принципами действия и составом типового оборудования устройств автоматического управления электрохозяйством предприятий.
  - Научить применять теоретические знания в области автоматического управления типовым оборудованием электрохозяйства предприятий в профессиональной деятельности.

Сформировать профессиональные компетенции.

**Цель** - формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

#### **Задачи:**

- ❖ Научить пониманию проблем устойчивого развития, обеспечения безопасности жизнедеятельности и снижения рисков, связанных с деятельностью человека;
- ❖ Дать сведения о приемах рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества;
- ❖ Сформировать у обучающихся:
  - культуру безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности человека;
  - культуру профессиональной безопасности, способностей идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности;
  - готовность применения профессиональных знаний для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;

- мотивацию и способности для самостоятельного повышения уровня культуры безопасности;
- способности к оценке вклада своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности;
- способности обоснования своих решений с точки зрения безопасности.

Изучить теорию передачи электрической энергии переменным током, физику процессов, происходящих в электрических сетях и системах, способы моделирования элементов и электрической сети в целом, методы расчётов их эксплуатационных режимов, а также дать представление о требованиях к улучшению режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления ими.

- Обучить основам теории производства, передачи и распределения электрической энергии.
- Дать знания о современных и перспективных источниках электроэнергии; электрических сетях различных номинальных напряжений.
- Обучить основам теории передачи электроэнергии; методам электрических расчетов.
- Сформировать знания об основных вопросах проектирования районных электрических сетей.
- Сформировать знания об основных физических процессах, протекающих в электрических сетях при передаче и распределении электроэнергии.
- Научить пониманию проблем устойчивого развития, обеспечения безопасности жизнедеятельности и снижения рисков, связанных с деятельностью человека;
- Дать сведения о приемах рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества;

#### ***Сформировать у обучающихся:***

- культуру безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности человека;
- культуру профессиональной безопасности, способностей идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности;
- готовность применения профессиональных знаний для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;
- мотивацию и способности для самостоятельного повышения уровня культуры безопасности;

- способности к оценке вклада своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности;

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Результаты освоения дисциплины Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им свободно ориентироваться в методах проектирования и обслуживания систем электроснабжения; разбираться в организационных и практических вопросах эксплуатации и оптимизации промышленных предприятий; иметь навыки практического расчета систем электроснабжения предприятия. Уровень освоения дисциплины должен позволять обучающимся используя техническую и справочную литературу решать типовые задачи выбора элементов систем электроснабжения промышленных предприятий, эксплуатировать электротехническое оборудование в соответствии с нормативными требованиями.

В результате освоения дисциплины бакалавр должен знать: – современные тенденции развития технического прогресса; – схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций; схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи; электрооборудования высокого напряжения; основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; – инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике; – элементные базы электрооборудования и установок их функциональное назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники; – терминологию, основные понятия и определения; основные сведения об электрических приемниках и источниках питания промышленного предприятия; – методы расчета электрических нагрузок потребителей электроэнергии; – схемы, конструктивное выполнение и защитную аппаратуру для цеховых сетей напряжением до 1000 В – назначение и особенности электрических сетей внутривзаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В; основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий.

### **В результате изучения дисциплины студенты:**

- узнают физические основы формирования режимов электропотребления, методы и практические приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом, методы выбора и расстановки компенсирующих и регулирующих устройств;

уметь  рассчитывать интегральные характеристики режимов, показатели качества электроэнергии, показатели уровня надежности электроснабжения;

уметь  составлять расчетные схемы замещения для расчета интегральных характеристик режимов, показателей качества электроэнергии, надежности;

владеть  навыками практического выбора параметров оборудования систем электроснабжения и выбора параметров регулирующих и компенсирующих устройств, схем

электроснабжения объектов различного назначения.

- способность применять соответствующий физикоматематический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей
- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно -технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

### **ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МЕТОДИК**

Образовательные технологии В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации. В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие методы образовательных технологий: - методы ИТ – использование Internet-ресурсов для расширения информационного поля, получения информации, в том числе и профессиональной; - междисциплинарное обучение – обучение с использованием знаний из различных областей (дисциплин) реализуемых в контексте конкретной задачи;

- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации их собственного опыта с предметом изучения. Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

Определения могут различаться в деталях, но сходятся в принципиальных аспектах: метод обучения всегда подразумевает организованную деятельность учителя и ученика для достижения целей обучения.

Методы обучения меняются со временем, так как они тесно связаны с социальным, культурным, технологическим контекстом. Например, на самых ранних этапах развития человечества главенствовал метод подражания — юные члены первобытного сообщества наблюдали за старшими и таким образом учились создавать орудия труда, добывать еду и так далее. Появление языка дало возможность обучать потомков устно. Письменность, а затем книгопечатание надолго закрепили чтение книг как один из основных методов обучения. И конечно, изобретение компьютеров и интернета тоже сыграло свою роль в том, как люди учат и учатся.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами соответствующих дидактических единиц. Учебным планом предусмотрено 24 часа для проведения интерактивных занятий (18 часов интерактивных лекций и 6 часов интерактивных практических занятий). Интерактивные

лекции проводятся в форме лекций-визуализаций и проблемных лекций. Лекция-визуализация способствует преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у студентов профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. В данном типе лекции передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и Т. П. с помощью ноутбука и проектора (слайды, видеозапись). В процессе проведения лекции преподаватель, опираясь на аудиовизуальные материалы, осуществляет их развернутое комментирование и вводит дополнительную информацию по теме лекции. Используются разные способы аудиовизуализации, например, презентации, выполненные с помощью соответствующих компьютерных программ.

В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала; вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции. В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам. Проблемные лекции проводятся в объеме 12 часов по темам 5,6,7,8,9 и 10. Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков. При проведении практических занятий применяется интерактивная форма - метод («мозгового штурма»). Метод мозгового штурма - оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать возможно большее количество вариантов решения. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике. Использование метода мозгового штурма в учебном процессе позволяет решить следующие задачи: 1) Творческое усвоение студентами учебного материала; 2) Связь теоретических знаний с практикой; 3) Активизация учебно-познавательной деятельности студентов; 4) Формирование способности концентрировать внимание и мыслительные усилия на решении актуальной задачи; 5) Формирование опыта коллективной мыслительной деятельности. Проблема, формулируемая на занятии по методике мозгового штурма, должна иметь теоретическую или практическую актуальность и вызывать активный интерес студентов. Метод «мозгового штурма» проводится в объеме 6 часов по темам 3,4 и Самостоятельная работа студента проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и подготовке к контрольному опросу. Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является



формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий.

### **Классификация методов обучения**

В педагогике до сих пор не существует общепринятого подхода к классификации и систематизации методов обучения. Вероятно, потому, что сам процесс обучения состоит из множества взаимосвязанных элементов, к тому же его надо рассматривать как со стороны преподавателя, так и со стороны учащегося. Поэтому, пытаясь привести всё многообразие методов к определённой системе, исследователи выбирают различные основания для классификации:

- **По дидактическим задачам:** бывают методы приобретения знаний, формирования умений и навыков, применения знаний, творческой деятельности, закрепления и проверки знаний, умений и навыков. Эту концепцию предложили Михаил Данилов и Борис Есипов.
- **По источнику передачи информации:** методы бывают словесные (лекция, дискуссия, работа с учебником), наглядные (работа с иллюстрациями и схемами, просмотр видеороликов) и практические (решение задач, лабораторные работы, дидактические игры). Над этой классификацией работали Евгений Голант, Михаил Верзилин и другие педагоги.
- **По характеру познавательной деятельности учащихся:** информационно-рецептивный метод (когда учитель передаёт информацию ученикам), репродуктивный (ученик выполняет действия по примеру учителя), метод проблемного изложения (учитель формулирует проблему и показывает логические шаги для её решения), эвристический (учитель разбивает проблему на отдельные задачи, а ученики их решают) и исследовательский (ученики ищут решения новых для них проблем). Авторы этого подхода, который отражает развитие самостоятельности учащегося, — Исаак Лернер и Михаил Скаткин.
- **По логике изложения и восприятия информации:** индуктивные методы (когда учитель сначала излагает конкретные факты, а потом озвучивает общие положения, или же ученики решают задачи, чтобы прийти к общей формуле) и дедуктивные методы (от абстрактных понятий или общих законов учащиеся переходят к конкретным следствиям, от теории — к решению задач). Такую классификацию разработал Анатолий Алексюк.

Юрий Бабанский склонялся к целостному подходу и предложил свою систему, которая в какой-то степени объединяет все остальные классификации. Так, по концепции Бабанского, методы обучения делятся на три большие группы:

- Методы **организации и осуществления учебно-познавательной деятельности** (словесные, наглядные и практические, индуктивные и дедуктивные, репродуктивные и проблемно-поисковые, методы самостоятельной работы).
- Методы **стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности** (методы вовлечения и формирования познавательного интереса, а также

методы поощрения и порицания — для развития ответственности за результат обучения).

- Методы **контроля и самоконтроля за эффективностью учебно-познавательной деятельности** (методы устного и письменного контроля, контрольные лабораторные работы, компьютерные тесты).

Стоит заметить, что названные методы — общие для всех дисциплин, однако на практике они могут принимать форму, наиболее подходящую для конкретного предмета. Например, если воспользоваться классификацией Лернера и Скаткина, репродуктивным методом может быть как повторение за учителем фраз на иностранном языке, так и проведение химического опыта по образцу.

### **Пререквезиты :**

Теоретические основы электротехники, Основы электроснабжения, Электротехнические материалы, Производство электроэнергии, Передача и распределение электроэнергии, Электрические сети системы и подстанции в СЭС, Моделирование в СЭС. Переходные процессы в электроэнергетике, Воздушные линии электропередач ЛЭП, Метрология и стандартизация в энергетике, Монтаж и наладка электрооборудования, Релейная защита и автоматика производственных процессов.

Дисциплина базируется на изученной ранее дисциплине «Физика», «ТОЭ» «Производство ЭЭ» и предстоит применять при курсовом и проектировании электроустановок.

Студент должен до начала ее изучения освоить содержание учебных дисциплин: «Физика», «Химия» «Математика» «Черчение» «Профессиональный кыргызский язык» (из школьного курса), иметь представление о том, на каких участках своей будущей профессиональной деятельности он может использовать полученные знания. Физика, Теоретические основы электротехники, Электрические машины и электротехника.

Дисциплина базируется на изученной ранее дисциплине «Физика», «ТОЭ» «Производство ЭЭ» и предстоит применять при курсовом проектировании электроустановок.

### **Постреквизиты:**

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» является предшествующей дисциплинам «Охрана труда и электробезопасность», «Правила техники безопасности в электроустановках» «Правила пожарной безопасности»

Полученные знания по данной дисциплине необходимы для изучения специальных дисциплин: «Электрическая часть электростанций», «Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем». Электротехнические материалы, Производство электроэнергии, Передача и распределение электроэнергии, Электрические сети системы и подстанции в СЭС, Моделирование в СЭС. Переходные процессы в электроэнергетике, Воздушные линии электропередач ЛЭП, Метрология и стандартизация в энергетике, Монтаж и наладка электрооборудования.

Дисциплина "Передача и распределение электроэнергии" является базовой для изучения специальных дисциплин: "Электрические подстанции сети и системы ", "Производство электроэнергии", "Электроснабжение промышленных предприятий" и других.

### **Политика курса**

1. Обязательное посещение занятий. Не опаздывать на занятия и не разговаривать во время занятий. Каждое посещение лекционных и практических занятий я буду оценивать баллами, а за каждое пропущенное занятие Вам будут применяться штрафные санкции. Кроме того, за отработанное занятие Вы уже не сможете получить максимальный балл, который установлен за каждый вид работы
2. Отсутствие на занятиях по уважительной причине, не освобождает Вас от обязательного и полного освоения курса. Для отработки тех тем, которые были пропущены, Вы получите задание, с указанием сроков сдачи, для самостоятельного их изучения.
3. Вы должны активно участвовать в учебном процессе на [аудиторных занятиях](#), своевременно и старательно выполнять домашние задания, в установленные сроки. Быть пунктуальным и обязательным. Все это позволит Вам достичь высоких рейтинговых показателей.
4. Во время аудиторных занятий Ваши сотовые телефоны должны быть отключены.
5. Рубежная аттестация: Итоги аттестации проставляются с учетом посещаемости, выполнения самостоятельных работ студента в установленные сроки, ответов на занятиях в устной или письменной форме, результатов рубежного контроля.
6. Государственный экзамен будет для всех студентов, допущенных к нему, на основе билетной системы. Каждый экзаменационный билет включает 3 вопроса по разным разделам всего пройденного курса.
7. Старательно выполнять домашние задания. Не разговаривать во время занятий, не читать газеты, отключить сотовый телефон, не жевать резинку. На занятия приходить в деловой одежде.
8. Исключить курение в помещениях университета. Исключить телефонные разговоры по сотовому телефону на занятиях. Пропущенные занятия отрабатывать в определенное преподавателем время. В случае невыполнения заданий итоговая оценка снижается.

## **ИНФОРМАЦИЯ О ОЦЕНКАХ**

**Усвоение каждой изучаемой студентом за семестр дисциплины максимально оценивается в 100 рейтинговых баллов.**

**Критерии оценки – политика курса.**

**Контроль знаний студентов осуществляется по** балльно-рейтинговой системе: итоговая оценка выставляется не на основании оценки за ответ на экзамене, а складывается из полученных баллов по каждому учебному модулю курса.

Данная система предполагает:

обязательную отчетность каждого студента за освоение каждого учебного модуля/темы в срок, предусмотренный учебным планом и графиком освоения учебной дисциплины по семестрам и месяцам;

регулярность работы каждого студента, формирование должного уровня учебной дисциплины, ответственности и системности в работе.

<b>Перевод рейтинговых баллов в академическую оценку.</b> рейтинговая оценка (100 баллов)	зачет	Академическая оценка
87-100	зачтено	« 5 » (отлично)
73-86		« 4 » (хорошо)
60-72		« 3 » (удовлетворительно)
0-59	не зачтено	« 2 » (неудовлетворительно)

### Пример модульного оценивания

	1 - модуль	2 - модуль	Итоговый	Дополнительный	Общий балл
Баллы	30	30	30	10	100

СРС (Срез) – Самостоятельная работа

РК (Рубежный контроль) – Тест, Контрольная работа

ПООЩ – Поощрительный балл.

**Текущий контроль** по дисциплине осуществляется в течение семестра в устной и письменной форме в виде контрольных работ по терминам и самостоятельно выполненных работ, устных опросов, работы на практических занятиях и тестирования.

**Рубежный контроль:** сдача модуля.

**Итоговый контроль:** экзамен

Формы текущего контроля за индивидуальной и самостоятельной работой студентов: ответы на семинарских занятиях, выполнения заданий по самостоятельной работе, посещение занятий, доклады, рефераты, презентации, конспекты лекций.

Каждая из вышеперечисленных форм работы имеет свой «вес» в итоговой оценке.

Студент за период текущего контроля может набрать 30 баллов, из них: 15 баллов на практических занятиях и 15 баллов по самостоятельной работе студента.

**Т. КУЛАТОВ атындагы КЫЗЫЛ-КЫЯТОО-ТЕХНИКАЛЫК, ИННОВАЦИЯ  
ЖАНА ЭКОНОМИКА КОЛЛЕДЖИ**

**КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ И  
ЭКОНОМИКИ им. Т. КУЛАТОВА**

**“Тоо иштерин механизациялоо жана электр менен камсыздоо технологиясы” циклы  
Цикл “Технология механизация и электроснабжение горных работ”**

**Специальность: “Электроснабжение” (по отраслям) шифр 140212**

**ГЛОССАРИЙ**

Коэффициент спроса	Отношение совмещенного максимума нагрузки приемников энергии к их суммарной установленной мощности электрооборудований.
Коэффициент технического использования	Отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонт электротехнического оборудования.
Коэффициент трансформации	Отношение напряжения на зажимах двух обмоток в режиме холостого хода
Коэффициент трансформации трансформатора напряжения	Отношение напряжений на зажимах первичной и вторичной обмоток при холостом ходе
Коэффициент трансформации трансформатора тока	Отношение первичного тока к вторичному току
Коэффициент формы кривой переменного напряжения (тока)	Величина, равная отношению действующего значения периодического напряжения (тока) к его среднему значению
Критерий отказа	Признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
Критерий предельного состояния	Признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией
Критическое напряжение в энергосистеме	Предельное наименьшее значение напряжения в узлах энергосистемы по условиям статической устойчивости
Лавина напряжения в энергосистеме	Явление лавинообразного снижения напряжения вследствие нарушения статической устойчивости энергосистемы и нарастающего дефицита реактивной мощности
Лавина частоты в энергосистеме	Явление лавинообразного снижения частоты в энергосистеме, вызванного нарастающим дефицитом активной мощности
Лампа дневного света	Лампа, свет которой по своему спектральному составу в видимой области спектра приближается к заданному дневному свету
Лампа накаливания	Лампа, в которой свет излучается телом, раскаленным в результате прохождения через него электрического тока Электрическая лампа, в которой свет излучается телом, раскаленным в результате прохождения через него электрического тока
Линейная электрическая цепь	Электрическая цепь, электрические сопротивления, индуктивности и

	электрические емкости участков которой не зависят от значений и направлений токов и напряжений в цепи
Линейный изолятор	Изолятор, предназначенный для работы на линиях электропередачи и на электростанциях
Линия электропередачи (ЛЭП)	Электроустановка, состоящая из проводов, кабелей, изолирующих элементов и несущих конструкций, предназначенная для передачи электрической энергии между двумя пунктами энергосистемы с возможным промежуточным отбором по ГОСТ 19431-84
Люминесцентная лампа	Ртутная лампа низкого давления, в которой большая часть света излучается одним или несколькими слоями люминесцирующего вещества.
	Разрядная лампа, в которой свет излучается в основном, слоем люминесцирующего вещества, возбуждаемого ультрафиолетовым излучением электрического разряда
Магистраль заземления (зануления)	Заземляющий (нулевой защитный) проводник с двумя или более ответвлениями
Магистральная линия электропередачи	Линия электропередачи, от которой отходят несколько ответвлений
Магнитные потери	Потери, возникающие в магнитной системе трансформатора в режиме холостого хода при номинальном напряжении и номинальной частоте
Магнитный материал	Материал, обладающий свойствами ферромагнетика или ферримагнетика
Магнитопровод электротехнического изделия (устройства)	Магнитная система электротехнического изделия (устройства) или совокупность нескольких ее частей в виде отдельной конструктивной машины
Максимальное электрическое реле	Измерительное электрическое реле, срабатывающее при значениях характеристической величины, больших заданного значения
Максимальный расцепитель контактного аппарата (Максимальный расцепитель)	Расцепитель контактного аппарата, вызывающий его срабатывание при значениях воздействующей величины, больших определенного значения
Максимум нагрузки энергоустановки (группы установок) <i>ндп</i> . Пик нагрузки	Наибольшее значение нагрузки энергоустановки потребителя (группы энергоустановок) за установленный интервал времени
Малое напряжение <i>ндп</i> . Безопасное напряжение	Номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током
Маневренный режим электростанции (Маневренный режим)	Режим работы электростанции с переменной мощностью в течение установленного интервала времени
Маслонаполненный кабель	Кабель давления, в котором масло является средой, создающей давление, и который обеспечивает свободное продвижение масла по кабелю
Масляный выключатель	Выключатель, контакты которого размыкаются и замыкаются в масле. <i>Примечание</i> . Характерными примерами масляных выключателей являются выключатели с малым объемом масла в баке, находящемся под напряжением, и выключатели с большим объемом в заземленном баке
Масляный трансформатор	Трансформатор с жидким диэлектриком, в котором основной изолирующей средой и теплоносителем служит трансформаторное масло
Масса	Проводящее тело, потенциал которого принят за базовый
Мачтовая (трансформаторная) подстанция	Открытая трансформаторная подстанция, оборудование которой установлено на одной или нескольких опорах линии электропередачи, не требующая наземных ограждений
Межсистемный переток	Мощность, передаваемая по межсистемным связям
Межсистемная связь (энергосистем)	Одна или несколько линий электропередачи, непосредственно соединяющие разные энергосистемы по ГОСТ 2102775

Межсистемная связь энергосистем (Межсистемная связь)	Участок линии электропередачи, непосредственно соединяющий электростанции или подстанции разных энергосистем
Минеральная изоляция	Сплошная изоляция из минерального порошка
	Изоляция, состоящая из прессованного минерального порошка
Минимальное электрическое реле	Измерительное электрическое реле, срабатывающее при значениях характеристической величины, меньших заданного значения
Минимальный расцепитель	Расцепитель, вызывающий срабатывание аппарата при значениях воздействующей величины, меньших определенного значения. <i>Примечание</i> . В зависимости от вида воздействующей величины применяют термины «минимальный расцепитель напряжения».
Минимум нагрузки энергосистемы	Наименьшее значение активной нагрузки за определенный период времени
Мнемоническая схема электростанции (подстанции, электрической сети)	Совокупность элементов и устройств отображения информации, представляющая в наглядном виде электрическую схему электростанции (подстанции, электрической сети) и состояние коммутационных аппаратов, которой могут быть приданы функции управления
Многожильный кабель (провод, шнур)	Кабель (провод, шнур), в котором число жил более трех
Многофазная цепь	Многофазная система электрических цепей, в которой отдельные фазы электрически соединены друг с другом
Многотарифный счетчик	Счетчик, снабженный несколькими счетными механизмами, приводимыми в движение в течение строго определенных интервалов времени, которым соответствуют различные тарифы
Многофазное электротехническое устройство (Многофазное устройство)	Электротехническое устройство, предназначенное для включения в многофазную систему этих цепей
Многофазный источник питания (напряжения)	Источник, дающий два или несколько переменных напряжений одной и той же частоты, которые отличаются друг от друга постоянным сдвигом фаз; обычно их амплитуды и формы волн подобны
Многоэлементный изолятор	Изолятор, изоляционная часть которого состоит из двух или более дисков или изоляционных частей в форме колокола или тарелки, с ребрами, соединенных между собой и с арматурой. <i>Примечание</i> . Данный термин относится и к опорным изоляторам типа мультиконов, состоящим из нескольких элементов
Монтажная панель	Плита, служащая для размещения комплектующих элементов и предназначенная для установки в низковольтном комплектном устройстве
Мощность потерь конденсатора	Активная мощность, потребленная конденсатором при переменном напряжении, включая потери в предохранителях и разрядных резисторах, встроенных в конденсатор
Мощность ступени	Значение мощности, на которую можно изменить мощность конденсаторной установки в пределах суммарной мощности
Мощность электроустановки (группы электроустановок)	Суммарная активная мощность, отдаваемая в данный момент времени генерирующей электроустановкой (группой электроустановок) приемникам электрической энергии, включая потери в электрических сетях
Нагревостойкость диэлектрика <i>ндп</i> . Теплостойкость, температуростойкость, термостойкость	Способность диэлектрика выдерживать воздействие повышенной температуры в течение времени, сравнимого со сроком нормальной эксплуатации, без недопустимого ухудшения его свойств. <i>Примечание</i> . В зависимости от значений допустимых в эксплуатации температур, диэлектрики различаются по классам нагревостойкости
Нагрузка	1) Устройство, потребляющее мощность 2) Мощность, потребляемая устройством

Нагрузка энергоустановки потребителя ( Нагрузка потребителя )	Значение мощности или количества тепла, потребляемых энергоустановкой в установленный момент времени
Нагрузочная способность трансформатора	Совокупность допустимых нагрузок и перегрузок трансформатора
Нагрузочный реактор	Реактор, предназначенный для использования в качестве индуктивной нагрузки при испытаниях электротехнических устройств
Нагрузочный резерв мощности энергосистемы (Нагрузочный резерв мощности)	Резерв мощности, необходимый для восприятия случайных колебаний нагрузки и регулирования частоты в энергосистеме
Надежность	Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. <i>Примечание</i> . Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтнопригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств
Надежность работы энергосистемы	Способность энергосистемы обеспечивать бесперебойность энергоснабжения потребителей и поддержание в допускаемых пределах показателей качества электроэнергии и тепла
Назначенный ресурс	Суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния
Назначенный срок службы	Календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния
Назначенный срок хранения	Календарная продолжительность хранения, при достижении которой хранение объекта должно быть прекращено независимо от его технического состояния
Напряжение дуги	Падение напряжения между контактом дуги с электродным концом и шихтой (или с другим электродным концом). <i>Примечание</i> . С учетом падения напряжения на аноде и катоде
Напряжение короткого замыкания трансформатора (Напряжение короткого замыкания)	Напряжение короткого замыкания пары обмоток для двухобмоточного и три значения напряжения короткого замыкания для трех пар обмоток: высшего и низшего, высшего и среднего, среднего и низшего напряжения - для трехобмоточного трансформатора
Напряжение нулевой последовательности	Сумма мгновенных значений трехфазных напряжений в трехфазной системе
Напряжение относительно земли	Напряжение относительно точки земли, находящейся вне зоны растекания тока замыкания на землю
Напряжение прикосновения	Напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек
	Напряжение, появляющееся на теле человека при одновременном прикосновении к двум точкам проводников или проводящих частей, в том числе при повреждении изоляции
Напряжение смещения нейтрали	Напряжение между реальной или искусственной нейтралью и землей или корпусом электротехнического оборудования
Напряжение шага	Напряжение между двумя точками цепи тока находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек
Напряженность электрического поля	Эффективное значение синусоиды, имеющей амплитуду, равную большей полуоси эллипса, описываемого вектором напряженности в данной точке
	Векторная величина, характеризующая электрическое поле и определяющая силу, действующую на заряженную частицу со стороны электрического поля.



	<i>Примечание</i> . Напряженность электрического поля численно равна отношению силы, действующей на заряженную частицу, к ее заряду и имеет направление силы, действующей на частицу с положительным зарядом
Наработка	Продолжительность или объем работы объекта
Наработка до отказа	Наработка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа
Наработка между отказами	Наработка объекта от окончания восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа
Нарушение питающей сети переменного тока	Любое изменение питания электрической энергией, которое может вызвать неправильные условия эксплуатации нагрузки
Натяжная подвеска	Изолирующая подвеска, предназначенная для натяжения токоведущих элементов
Небаланс напряжений (токов)	Отличие по модулю значения хотя бы одного из фазных или линейных напряжений (токов) многофазной системы электроснабжения от значений напряжений (токов) других фаз
Невключенный резерв мощности энергосистемы ( Невключенный резерв )	Мощность неработающих исправных агрегатов электростанций энергосистемы
Невосстанавливаемый объект	Объект, для которого в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния не предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
Независимый отказ	Отказ, не обусловленный другими отказами
Независимый расцепитель <i>ндп</i> . Отключающий расцепитель	Расцепитель, вызывающий срабатывание коммутационного аппарата при включении его реагирующего органа другим аппаратом в электрическую цепь с заданными параметрами
Неисправное состояние (Неисправность)	Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
Нейтраль	Общая точка соединенных в звезду фазных обмоток (элементов) электрооборудования
Нейтраль обмотки	Общая точка обмотки фаз трехфазного или многофазного трансформатора, соединяемых в «звезду» или «зигзаг»
Нейтральный проводник ( N )	Проводник, соединенный с нейтральной точкой сети, и может быть использован для передачи электрической энергии
Немагнитный зазор электротехнического изделия (устройства) ( Зазор )	Промежуток в магнитной цепи электротехнического изделия (устройства), заполненный немагнитным материалом
Ненормальный режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования)	Режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования), при котором, значение хотя бы одного из параметров режима выходит за пределы наибольшего или наименьшего рабочего значения
Необслуживаемый объект	Объект, для которого проведение технического обслуживания не предусмотрено нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией
Неотпускающий ток	Электрический ток, выливающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник
Непрерывное питание нагрузки	Питание нагрузки при значениях напряжения и частоты в пределах нормированных допусков в установившемся и переходном режимах и при искажениях и перерывах питания в пределах, допустимых для нагрузки
Неработоспособное состояние	Состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра

(Неработоспособность)	характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
Неремонтируемый объект	Объект, ремонт которого не возможен или не предусмотрен нормативно-технической, ремонтной и (или) конструкторской (проектной документацией)
Несимметричный режим многофазной системы электроснабжения (Несимметричный режим)	Режим работы многофазной системы электроснабжения, при котором фазные напряжение или токи не образуют симметричных многофазных систем
Нетоковедущая часть	Токопроводящая часть электрического оборудования, доступная непосредственному прикосновению, которая обычно не находится под напряжением, но может оказаться под напряжением в случае повреждения
Низковольтное комплектное устройство	Совокупность низковольтных аппаратов, устройств управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирования и т.п., смонтированных на единой конструкторской основе со всеми внутренними элементами и механическими соединениями и конструктивными элементами
Низшее напряжение трансформатора	Наименьшее из номинальных напряжений обмоток трансформатора
Номинальная величина	Значение величины, применяемое для обозначения или идентификации компонента, устройства или материала
Номинальная мощность конденсатора	Реактивная мощность, на которую рассчитан конденсатор, при номинальном напряжении, номинальной емкости и номинальной частоте
Номинальное напряжение	Напряжение, на которое рассчитана электроустановка (или ее часть)
Номинальные данные трансформатора	Указанные изготовителем параметры трансформатора (например, частота, мощность, напряжение, ток), обеспечивающие его работу в условиях, установленных нормативным документом и являющиеся основой для определения условий изготовления, испытаний, эксплуатации
Номинальный режим	Совокупность расчетных величин и условий работы
Номинальный режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования)	Режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования), при котором значения каждого из параметров режима равны номинальным
Номинальный режим трансформатора	Режим работы трансформатора на основном ответвлении при номинальных значениях напряжения, частоты, нагрузки и номинальных условиях места установки и охлаждающей среды
Номинальный термический срок службы изоляции	Термический срок службы изоляции при постоянной температуре наиболее нагретой точки изоляции, равной допустимой температуре для данного изоляционного материала
Номинальный ток включения	Наибольшее допустимое мгновенное значение тока при включении данной электроустановки при заданных условиях
Номинальный ток динамической стойкости	Наибольшее мгновенное значение первичного тока, которое трансформатор тока может выдерживать при короткозамкнутой вторичной обмотке без электрических или механических повреждений из-за возникающих электромагнитных воздействий
Номинальный ток термической стойкости	Действующее (эффективное) значение тока, термическое действие которого должна выдерживать данная электроустановка в течение заданного времени без повреждений, нарушающих ее работоспособность
Номинальный ударный ток короткого замыкания	Ударный ток короткого замыкания, динамическое действие которого должна выдерживать электроустановка без повреждений, нарушающих ее работоспособность
Норма качества электрической энергии (Норма качества)	Установленное предельное значение показателя качества электрической энергии
Нормальный режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования) <i>ндп</i> . Рабочий режим	Режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования), характеризующийся рабочими значениями всех параметров

Нормальный режим работы энергосистемы (Нормальный режим энергосистемы)	Режим работы энергосистемы, при котором обеспечивается снабжение электрической энергией всех потребителей при поддержании ее качества в установленных пределах
Нормированный ток длительного нагрева	Ток, который может длительное время протекать по первичной обмотке при вторичной обмотке, присоединенной к номинальной нагрузке, не вызывая превышения температуры сверх установленных значений
Нулевая жила	Основная жила, предназначенная для присоединения к заземленной или незаземленной нейтрали источника тока
Нулевой защитный проводник (РЕ)	Проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом
	Проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока
Нулевой рабочий проводник ( N )	Проводник, используемый для питания приемников электрической энергии и соединения одного из их выводов с заземленной нейтралью электроустановки
Обводная цепь	Независимая электрическая цепь, позволяющая осуществлять питание приемников от сети переменного тока с обходом преобразователей. <i>Примечание</i> . Питание приемников путем обводной цепи может быть как основным, так и резервным
Область устойчивости энергосистемы	Зона значений параметров режима энергосистемы, в которой устойчивость ее при данном возмущении обеспечена
Обмотка	Совокупность витков или катушек, выполняющих определенную функцию в электротехническом устройстве
Оболочка электротехнического изделия (устройства)	Часть или совокупность частей электротехнического изделия (устройства), окружающая его внутренние части и предназначенная для отделения их от внешней среды
Обслуживаемый объект	Объект, для которого проведение технического обслуживания предусмотрено нормативно-технической документацией и (или) конструкторской (проектной) документацией
Обходная система сборных шин	Система сборных шин, предназначенная для переключения на нее присоединений на время ремонта их коммутационного или другого оборудования
Объединенная энергосистема	Совокупность нескольких энергетических систем, объединенных общим режимом работы, имеющая общее диспетчерское управление как высшую ступень управления по отношению к диспетчерским управлениям входящих в нее энергосистем
Огибающая среднеквадратичных значений напряжения	Ступенчатая временная функция, образованная среднеквадратичными значениями напряжения, дискретно определенными на каждом полупериоде напряжения основной частоты
Ограждение	Элемент, обеспечивающий защиту от прямого контакта в любом направлении (минимум IP 2 X ) и от электрической дуги, возникающей при срабатывании коммутационных аппаратов или других подобных устройств
Однолинейная схема электростанции (подстанции)	Схема соединения электрической части электростанции (подстанции), в которой многофазные связи показаны для одной фазы
Однополюсное прикосновение	Прикосновение к полюсу электроустановки, находящейся под напряжением
Однофазное электротехническое изделие (устройство)	Электротехническое изделие (устройство), предназначенное для включения в однофазную электрическую цепь и не предназначенное для преобразования числа фаз
Однофазный режим работы вращающейся электрической машины	Аномальный режим работы многофазной вращающейся электрической машины от источника или на приемник однофазного тока
Ожидаемый ток	Ток, который был бы в цепи, если бы каждый полюс коммутационного аппарата был заменен проводником с пренебрежимо малым полным сопротивлением
	Ток, который будет в цепи, если коммутационный аппарат зашунтировать проводником с пренебрежимо малым сопротивлением
Опасная зона	Пространство, в котором возможно воздействие на работающего опасного и (или) вредного производственных факторов

Оплетка	Защитный покров из переплетенных прядей металлического или неметаллического материала
Опорная подстанция	Электрическая подстанция, с которой дистанционно управляются другие подстанции электрической сети и контролируется их работа
Опорный изолятор	Изолятор, используемый в качестве жесткой опоры для электротехнического устройства или отдельных его частей
Определение КПД по отдельным потерям	Косвенное определение КПД по результатам измерения каждого вида потерь в отдельности
Определение КПД через суммарные потери	Косвенное определение КПД по результатам измерения суммарных потерь
Опыт по проверке порядка следования фаз	Определение правильности порядка следования фаз многофазной обмотки
Орешковый изолятор	Изолятор, имеющий пазы или отверстия, расположенные под углом 90 град, один относительно другого, предназначенные для крепления электрических проводов
Осветительная арматура	Светотехническая арматура осветительных приборов
Основная изоляция	Изоляция токоведущих частей, предназначенная для основной защиты от поражения электрическим током
Остаточное напряжение конденсатора	Напряжение на выводах конденсатора в определенный момент после отключения от сети
Остаточный ресурс	Суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние
Ответвление (от линии электропередачи)	Линия электропередачи, присоединенная одним концом к другой линии электропередачи в промежуточной точке
Отдача аккумулятора по энергии (отдача энергии)	Величина, определяемая отношением энергии, отдаваемой аккумулятором, к энергии, затраченной при его заряде
Отклонение напряжения	Величина, равная разности между значением напряжения в данной точке системы электроснабжения в рассматриваемый момент времени и его номинальным или базовым значением
Отклонение частоты	Величина, равная разности между значением частоты в системе электроснабжения в рассматриваемый момент времени и ее номинальным или базовым значением
Открытая подстанция	Электрическая подстанция, оборудование которой расположено на открытом воздухе
Открытая проводящая часть	Нетоковедущая часть, доступная прикосновению человека, которая может оказаться под напряжением при нарушении изоляции токоведущих частей. <i>Примечание</i> . Под нетоковедущей частью понимают токопроводящую часть электроустановки, не находящуюся в процессе ее работы под рабочим напряжением, но в случае нарушения изоляции токоведущей части относительно земли могущую оказаться под напряжением
Открытое распределительное устройство (ОРУ)	Электрическое распределительное устройство, оборудование которого расположено на открытом воздухе
Открытое электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование) <i>нди</i> . Нормальное электротехническое изделие ...	Электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование), оболочка которого не имеет специальной защиты персонала от прикосновения к токоведущим частям, находящимся внутри оболочки защиты от проникновения твердых инородных тел и (или) жидкости
Открытый аккумулятор	Аккумулятор, в котором газообразные продукты электролиза во время заряда не удерживаются внутри аккумулятора и электролит которого непосредственно соединен с атмосферой
Относительные потери	Отношение потерь холостого хода, потерь короткого замыкания или суммарных потерь трансформатора к его номинальной мощности
Отпускающий ток	Электрический ток, не вызывающий при прохождении через тело человека непреодолимых судорожных сокращений мышц руки, в которой зажат проводник
Охрана труда	Система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающая безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда
Ощутимый ток	Электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые

	раздражения
Падение напряжения	Напряжение на участке электрической цепи или ее элементе
Пакетный выключатель	Выключатель с ручным приводом вращательного движения, собранный из отдельных блоков-пакетов, каждый из которых имеет коммутирующее устройство
Параллельная работа трансформаторов	Работа двух или нескольких трансформаторов при параллельном соединении не менее чем двух основных обмоток одного из них с таким же числом основных обмоток другого трансформатора (других трансформаторов)
Параметр потока отказов	Отношение математического ожидания числа отказов восстановленного объекта за достаточно малую его наработку к значению этой наработки
Параметр электрической энергии	Величина, количественно характеризующая какое-либо свойство электрической энергии. <i>Примечание</i> . Под параметрами электрической энергии понимают напряжение, частоту, форму кривой электрического тока
Пассивное состояние готовности к работе	Состояние готовности к работе, при котором нагрузка питается в основном от сети переменного тока при помощи обводной цепи. В случае пропадания напряжения сети в работу включается инвертор и аккумуляторная батарея поддерживает непрерывность поставки энергии для приемника
Первичная обмотка трансформатора	Обмотка, через которую протекает ток, подлежащий трансформации
Первичная обмотка трансформатора напряжения	Обмотка, к которой прикладывается напряжение, подлежащее трансформации
Первичная обмотка трансформатора тока	Обмотка, через которую протекает ток, подлежащий трансформации
Первичное напряжение (трансформатора напряжения)	Напряжение, приложенное к первичной обмотке трансформатора напряжения
Первичный ток трансформатора тока	Ток, протекающий по первичной обмотке трансформатора тока
Перегрузка	Превышение реальной нагрузки над номинальной. <i>Примечание</i> . Термин «Перегрузка» не должен употребляться как синоним тока перегрузки
Перегрузка трансформатора	Нагрузка трансформатора, при которой расчетный износ изоляции обмоток, соответствующий установившимся превышениям температуры, превосходит износ, соответствующий номинальному режиму работы
Перегрузка электротехнического изделия (устройства)	Превышение фактического значения мощности или тока электротехнического изделия (устройства) над номинальным значением
Передаточное число	Величина, обратная постоянной счетчика, выражающая соотношение между числом оборотов подвижной части и энергией, учитываемой счетчиком: в оборотах на киловатт-час об/[(кВт × ч)] - для счетчиков активной энергии; в оборотах на киловар-час об/[(квар × ч)] - для счетчиков реактивной энергии
Передвижное электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование)	Электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование), которое допускает перемещение от одного места установки к другому без нарушения его готовности к работе и (или) во время работы
Перезаряд	Продолжение заряда аккумулятора или аккумуляторной батареи после достижения состояния полной заряженности
Переключатель	Коммутационный аппарат, предназначенный для переключения электрических цепей
Переключение	Изменение одной совокупности соединений в другую
Перекрытие	Полный разряд в газовом или жидком диэлектрике вдоль поверхности твердой изоляции
Перебегающий отказ	Многokrратно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера
Переменная составляющая напряжения в цепи постоянного тока	Эффективное значение переменной составляющей напряжения на зажимах питания инверторов, вызванное переменной составляющей тока, потребляемого инвертором, и тока зарядки аккумуляторной батареи, выраженное в процентах по отношению к значению постоянной составляющей напряжения
Переменный электрический ток	Электрический ток, изменяющийся с течением времени. <i>Примечание</i> . Аналогично определяются переменные ЭДС, напряжение, магнитодвижущая сила, магнитный поток и т.д.

Перенапряжение	Напряжение, величина которого превышает наибольшее допустимое значение
Перенапряжение в системе электроснабжения	Превышение напряжения над наибольшим рабочим напряжением, установленным для данного электрооборудования
Переносное электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование)	Передвижное электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование), предназначенное для перемещения вручную или во вьюках или которое можно переносить вручную в процессе работы
Переходная муфта	Устройство, обеспечивающее соединение между двумя кабелями, имеющими изоляцию разных типов
Переходный режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования)	Режим перехода от одного установившегося режима работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования) к другому
Переходный режим работы энергосистемы	Режим работы энергосистемы, при котором скорости изменения параметров настолько значительны, что они должны учитываться при рассмотрении конкретных практических задач
Переходный процесс в электрической цепи	Электромагнитный процесс, возникающий в электрической цепи при переходе от одного установившегося режима к другому
Плавкий элемент	Часть заменяемого элемента, предназначенная для расплавления под воздействием тока, превышающего некоторое определенное значение в течение определенного времени
Пленочная изоляция	Изоляция из синтетических пленок
Поверхностный пробой <i>ндп</i> . Перекрытие	Пробой твердого диэлектрика по его поверхности в газе или жидкости
Повреждение	Случайное изменение, нарушающее нормальный режим работы
	Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния
Повторные типовые испытания	Испытания, проводимые на машине того же типа и конструкции, как и машина, ранее прошедшая типовые испытания с целью установления соответствия данных машины первоначальному проекту
Повышающий трансформатор	Трансформатор, у которого первичной обмоткой является обмотка низшего напряжения
Под нагрузкой	Работа устройства или цепи, которые отдают полезную мощность
Под напряжением	Термин, применяемый к устройству или цепи, находящейся под напряжением
Подвесной изолятор	Линейный изолятор, предназначенный для подвижного крепления токоведущих элементов к несущим конструкциям или объектам
Подстанция электрическая (ПС)	Электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств по ГОСТ 19431-84
Показатель использования установленной мощности электростанции (Показатель использования)	Отношение произведенной электростанцией электрической энергии за установленный интервал времени к установленной мощности электростанции. <i>Примечание</i> . Показатель использования обычно выражают в часах за год
Показатель качества электрической энергии	Величина, характеризующая качество электрической энергии по одному или нескольким ее параметрам
Показатель надежности	Количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта
Полезная мощность	Мощность, отдаваемая устройством в определенной форме и для определенной цели
Полный резерв мощности энергосистемы (Полный резерв мощности)	Резерв активной мощности, равный разности между располагаемой мощностью энергосистемы и нагрузкой ее в момент годового максимума при нормальных показателях качества электроэнергии и с учетом сальдо перетоков
Полупроводник	Вещество, основным свойством которого является сильная зависимость его электропроводности от воздействия внешних факторов
Полупроводниковый компенсатор реактивной мощности	Полупроводниковый преобразователь электроэнергии, предназначенный для улучшения качества электроэнергии в сети переменного тока путем уменьшения сдвига первой гармоники тока и уменьшения искажений формы кривой тока или

напряжения сети.

*Примечание* . В зависимости от видов исполнения полупроводниковых приборов вместо слова «полупроводниковый» допускается применять «диодный», «транзисторный», «тиристорный»

**КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ И  
ЭКОНОМИКИ им. Т. КУЛАТОВА**

**Цикл “Технология механизация и электроснабжение горных работ”**

**Специальность: “Электроснабжение” (по отраслям) шифр 140212**

**Учебный материал**

по дисциплине: «**Электрическая часть подстанции**»

**Задачи дисциплины, ее роль и значение**

**РАЗРАБОТКА ГЛАВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ И СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

ТЭЦ – электрические станции, предназначенные для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электрической и тепловой энергией.

Специфика их электрической части

состоит в том, что располагаясь в городах или на территории промышленных предприятий они выдают электроэнергию близко расположенным потребителям на генераторном напряжении (6 или 10 кВ).

Для этого на ТЭЦ сооружаются генераторные распределительные устройства (ГРУ). ГРУ, как правило, сооружаются с одиночной секционированной реактированной системой шин. Число и мощность генераторов, присоединенных к ГРУ, должно быть таким, чтобы при отключении одного генератора оставшиеся в работе полностью обеспечивали

питание подключенных к ГРУ потребителей. При этом число генераторов, подключенных к ГРУ, не должно превышать четырех, каждый из них присоединяется к отдельной секции ГРУ.

Связь с энергосистемой и выдача избыточной мощности осуществляется на повышенном напряжении 110, 220 или 330 кВ, для чего на ТЭЦ сооружаются РУ повышенного напряжения. ГРУ соединяются с РУ повышенного напряжения через трансформаторы связи. Обычно устанавливаются два трансформатора связи, которые должны обеспечить выдачу всей избыточной мощности при различных режимах работы станции.

При больших тепловых нагрузках на ТЭЦ устанавливаются турбоагрегаты больших единичных мощностей – 120 МВт и более. Поскольку номинальные напряжения генераторов таких мощностей превышают 10 кВ (15,75; 18 или 20 кВ), то они соединяются в блоки с повышающими трансформаторами и выдают электроэнергию на шины РУ 110–330 кВ. В этом случае потребители 6–10 кВ получают питание от потребительских КРУ.

Потребительские КРУ имеют одну или две секционированные нормально отключенными секционными выключателями системы шин. Секции КРУ присоединяются через понижающие трансформаторы к двум генераторам ТЭЦ.

В случае, когда генераторы ТЭЦ имеют номинальное напряжение 6 или 10 кВ, а мощность местных потребителей меньше мощности одного генератора, ГРУ не сооружают. Для электроснабжения местных потребителей создается потребительское КРУ, получающее энергию на генераторном напряжении от двух генераторов через токоограничивающие реакторы. Выдача избыточной мощности этих генераторов осуществляется в РУ повышенного напряжения через блочные трансформаторы.

Потребители электроэнергии собственных нужд питаются от секций собственных нужд 6,3 кВ. Секции собственных нужд 6,3 кВ получают энергию от генераторов через реакторы – если напряжение генераторов 6,3 кВ, или через трансформаторы – когда напряжение генераторов больше 6,3 кВ. На ТЭЦ с ГРУ реакторы или трансформаторы собственных нужд подключаются к шинам секций ГРУ. В случае применения потребительского КРУ реакторы или трансформаторы собственных нужд присоединяются к генераторам. Количество секций собственных нужд 6,3 кВ обычно равно числу котлов. Мощность реакторов или трансформаторов собственных нужд выбираются по выражению (5.18) [3]. Схемы собственных нужд блоков генератор – трансформатор на ТЭЦ выполняются так же, как и на КЭС.

## **5.1. Выбор основного электрооборудования и разработка структурной схемы выдачи электроэнергии ТЭЦ**

### **5.1.1. Составление структурной схемы ТЭЦ**

На рис. 5.1 показаны типовые структурные схемы ТЭЦ.

На ТЭЦ все генераторы присоединяются к ГРУ и должны быть, как правило, одинаковой мощности. Допускается применение генераторов двух разных типов. Мощности генераторов и число оборотов подбираются по мощности



и числу оборотов турбин. Если мощность потребителей местной нагрузки превышает 30 % суммарной мощности генераторов, то в этом случае необходимо сооружать ГРУ. Количество генераторов, присоединенных к ГРУ, зависит от нагрузки 6–10 кВ и находится в диапазоне от 2 до 4. На рис. 5.1, а два генератора присоединены к ГРУ, а один, более мощный, – к РУ ВН. Линии РУ ВН осуществляют связь с энергосистемой.

Если вблизи ТЭЦ предусматривается сооружение энергоемких производств, то их питание может осуществляться по ВЛ 35–110 кВ. В этом случае на ТЭЦ предусматривается РУ среднего напряжения (рис. 5.1, б). Связь между РУ разного напряжения осуществляется с помощью трехобмоточных трансформаторов или автотрансформаторов.

При незначительной нагрузке на напряжении 6–10 кВ целесообразно блочное соединение генераторов с повышающими трансформаторами без поперечных связей на генераторном напряжении. Это уменьшает токи короткого замыкания и позволяет вместо дорогостоящего ГРУ применить КРУ для питания местной нагрузки (рис. 5.1, в).

### **5.1.2. Выбор трансформаторов в структурной схеме ТЭЦ**

Трансформаторы на ТЭЦ служат для связи ГРУ с энергосистемой и электроснабжения потребителей собственных нужд. Обычно на ТЭЦ устанавливаются два трансформатора связи. Повышающие трансформаторы в схеме ТЭЦ служат для выдачи избыточной мощности в энергосистему.

Мощность, передаваемая через трансформаторы связи, определяется с учетом разных значений  $\cos\varphi$  генераторов, нагрузки и потребителей собственных нужд, МВА.

где  $P_n$ ,  $Q_n$  – суммарная активная и реактивная нагрузка на генераторном напряжении;

$P_{с.н.}$ ,  $Q_{с.н.}$  – активная и реактивная нагрузка собственных нужд.

Мощность, передаваемая через трансформаторы связи, изменяется в зависимости от режима работы генераторов и графика нагрузки потребителей. При отсутствии таких графиков определяют

мощность, передаваемую через трансформаторы, в трех режимах:

минимальных нагрузок, подставляя в формулу (5.1)  $P_{нmin}$ ,  $Q_{нmin}$ ,

находят  $S_{1расч}$ ; максимальных нагрузок –  $P_{нmax}$ ,  $Q_{нmax}$  находят  $S_{2расч}$ ;

в послеаварийном режиме при отключении самого мощного генератора и максимальной нагрузке потребителей (изменяется величина  $\sum P_r$ ,  $\sum Q_r$ ) находят  $S_{зрасч}$ .

По наибольшей расчетной нагрузке определяется мощность трансформаторов связи. При установке двух трансформаторов где  $K_{пт} = 1,4$  учитывает допустимую перегрузку трансформатора.

При наличии среднего напряжения в качестве трансформаторов связи выбираются трехобмоточные трансформаторы или автотрансформаторы.

Выбор типа трансформаторов связи зависит от комбинации повышенных напряжений, на которых выдается мощность электростанции. При комбинации напряжений 110–220/35/10 выбираются трехобмоточные трансформаторы. Если  $U_b = 330–750$  кВ,

а  $U_c = 110\text{--}220$  кВ, то тогда выбирают к установке силовые автотрансформаторы. В связи с реверсивным режимом работы трансформаторов связи необходимо предусмотреть устройства для регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) на стороне ВН.

## 5.2. Пример составления структурной схемы ТЭЦ и выбора основного оборудования

**Пример 6.** Разработать схему выдачи мощности ТЭЦ, на которой по тепловым нагрузкам выбраны к установке три турбины мощностью 60 МВт каждая (ПТ-60). Нагрузка на шинах 10 кВ в максимальном режиме равна 100 МВт, в минимальном – 75 МВт,  $\cos\varphi_n = 0,91$ ,

= 5800 ч. Нагрузка на шинах 35 кВ в максимальном режиме равна 23 МВт, в минимальном – 14 МВт,  $\cos\varphi_n = 0,92$ . Вся остальная мощность выдается в сеть 110 кВ. Нагрузка собственных нужд принята равной 10 % от установленной мощности,  $\cos\varphi_n = 0,8$ .

**Решение.** По [6] из стандартного ряда мощностей турбогенераторов по мощности турбин и числу оборотов выбираем генераторы равной или несколько большей мощности. Принимаем генераторы типа ТФ-63-2 с  $P_T = 63$  МВт,  $\cos\varphi = 0,8$ .

Намечаем два варианта схемы выдачи мощности электрической станции (рис. 5.2). В обоих вариантах предусматривается установка двух трехобмоточных трансформаторов связи для обеспечения надежного электроснабжения нагрузки на напряжении 35 кВ и выдачи всей избыточной мощности в сеть 110 кВ. Рассматриваемые варианты по степени надежности можно считать одинаковыми, поэтому сравниваются без учета ущерба от недоотпуска электроэнергии.

Рис. 5.2. Схемы выдачи мощности ТЭЦ к примеру 6:

*a* – первый вариант; *б* – второй вариант

Выбираем трансформаторы связи по условиям баланса мощности на шинах низшего напряжения по формуле (5.1).

В первом варианте

$$S_1 = \frac{P_{T1}}{\cos\varphi} = \frac{63}{0,8} = 78,75 \text{ МВ·А};$$

$$S_2 = \frac{P_{T2}}{\cos\varphi} = \frac{63}{0,8} = 78,75 \text{ МВ·А};$$

$$S_3 = \frac{P_{T3}}{\cos\varphi} = \frac{63}{0,8} = 78,75 \text{ МВ·А}.$$

9

*Примечание.* Реактивная мощность определяется по выражению

$Q = P \operatorname{tg}\varphi$ , где  $\operatorname{tg}\varphi$  определяется по известному значению  $\cos\varphi$ .

Отрицательные значения результирующих величин в скобках под корнем в выражении  $S_3$  показывают, что при отключении одного генератора мощность передается с шин 110 кВ на шины 10 кВ.

При отключении одного генератора соответственно снижен расход на собственные нужды.

Мощность трансформатора выбирается по наибольшему перетоку  $S_1 = 78,75$  МВ·А.

Согласно выражению (5.2)

Выбираем трансформатор ТДТН-40000/110 мощностью 40 МВ·А,

$DP_{к.з.} = 230$  кВт,  $DP_{х.х.} = 63$  кВт, процентное соотношение мощностей обмоток – 100 : 100 : 100.

Во втором варианте

Выбираем трансформатор ТДЦТН-80000/110 мощностью 80 МВ·А;

$DP_{к.з.} = 390$  кВт;  $DP_{х.х.} = 102$  кВт; процентное соотношение мощностей обмоток ВН, СН и НН 100 : 100 : 100.

Во втором варианте при отключении одного трансформатора и передаче мощности  $S_1$  второй будет перегружаться на 150 %, что допустимо лишь в зимние сутки на 1 ч. В другое время ограничивается

выдача мощности до  $1,4 S_T$ , то есть 112 МВ·А. Проверка трансформаторов с учетом реальных графиков по нагрузочной способности подробно (с примером) изложена в [7, с. 330].

10

Учитывая, что аварийные и плановые отключения трансформаторов редки, принимаем к установке трансформаторы мощностью 80 МВ·А.

Потребители на стороне 35 кВ получают питание через трехобмоточные трансформаторы связи в максимальном режиме  $S_{35\max} = 23 : 0,92 = 25$  МВ·А; в минимальном режиме  $S_{35\min} = 15 : 0,92 = 16,3$  МВ·А.

Выбранные трансформаторы обеспечивают передачу необходимой мощности потребителям, подключенным на стороне 35 кВ.

В блоке генератор–трансформатор для первого варианта выбираем трансформатор типа ТД-80000/100, характеризующийся следующими значениями потерь:  $DP_{к.з.} = 315$  кВт;  $DP_{х.х.} = 89$  кВт.

Технико-экономическое сравнение вариантов структурных схем проводим аналогично примеру 1 первой части пособия.

Выбираем наиболее экономичный второй вариант схемы (рис. 5.2, б).

### 5.3. Пример разработки главной схемы электрических соединений ТЭЦ

**Пример 7.** Составить главную схему электрических соединений ТЭЦ, структурная схема выдачи мощности которой представлена на рис. 5.2, б.

**Решение.** Для принятой схемы выдачи мощности определяем число присоединений в каждом РУ, которое рассчитывается как сумма числа отходящих к потребителям линий  $n_{лэп}$ , числа линий связи с системой  $n_{св}$  и числа трансформаторов связи или питающих трансформаторов  $n_T$ , подключенных к данному РУ.

Количество отходящих линий определяется, исходя из дальности передачи и экономически целесообразных величин передаваемых мощностей:

По рекомендациям [1, 5] при таком числе присоединений в РУ 110 кВ принимаем схему с двумя рабочими и обходной системами шин с одним выключателем на цепь. В нормальном режиме обе рабочие системы шин находятся в работе при соответствующем фиксированном распределении всех присоединений. Определяем количество присоединений на стороне 35 кВ  $n_{пр.35} = 4 \cdot 2 \cdot 6 = 48$  (РУ-35 кВ).

В соответствии с требованиями норм технологического проектирования для РУ 35 кВ, применяют одиночную секционированную

схему шин.

Из-за небольшого числа линий и малой ответственности потребителей принимаем в РУ 35 кВ схему с одиночной секционированной системой шин [1].

На генераторном напряжении применяем одиночную секционированную реактированную систему шин. Потребители получают питание через групповые реакторы. Число линий 10 кВ  $n = 18$ , и они распределены равномерно между секциями. Для ограничения токов коротких замыканий на шинах секции ГРУ соединены между собой

с помощью секционных выключателей и секционных реакторов.

Упрощенная главная схема электрических соединений ТЭЦ представлена на рис. 5.3.

## 6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ТКЗ ДЛЯ ВЫБОРА ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

### В ГЛАВНОЙ СХЕМЕ ТЭЦ

**Пример 8.** Рассчитать ТКЗ для выбора токоведущих частей и аппаратов в цепи генератора и сборных шин ГРУ главной схемы ТЭЦ, приведенной на рис. 5.3. По упрощенной схеме составить расчетную схему (рис. 6.1).

Рис. 6.1. Расчетная схема установки

#### Исходные данные:

– электрическая система С:  $S_{\text{ном}} = 1000 \text{ МВ}\cdot\text{А}$ ;  $U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$ ;

$X_{*c} = 1,2$ ;

– линии электропередачи W1 и W2:  $l = 50 \text{ км}$ ;  $X_0 = 0,4 \text{ Ом/км}$ ;

– трансформаторы связи T1 и T2: тип ТДЦ ТН-80000/110;  $U_{\text{вн}} = 115 \text{ кВ}$ ;  $U_{\text{сн}} = 38,5 \text{ кВ}$ ;  $U_{\text{нн}} = 11 \text{ кВ}$ ;  $U_{\text{к вн-сн}} = 11 \%$ ;  $U_{\text{к вн-нн}} = 18,5 \%$ ;  $U_{\text{к сн-нн}} = 7 \%$ ;

– генераторы G1, G2 и G3: тип ТФ-60-2;  $S_{\text{ном}} = 78,75 \text{ МВ}\cdot\text{А}$ ;  $U_{\text{ном}} = 10,5 \text{ кВ}$ ;  $X_{d''} = 0,139$ ;  $\cos\varphi_{\text{ном}} = 0,8$ ;

– секционный реактор LR1 и LR2: тип РБДГ10-4000-0,18;  $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$ ;  $I_{\text{ном}} = 4000 \text{ А}$ ;  $X_p = 0,18 \text{ Ом}$ ;  $I_{\text{тер}} = 25,6 \text{ кА}$ ;  $t_{\text{тер}} = 8 \text{ с}$ ;  $i_{\text{дин}} = 65 \text{ кА}$ .

Для расчета тока трехфазного КЗ в точке K1 на основании расчетной схемы составляется схема замещения прямой последовательности. Определяется значение базисных единиц и параметров схемы замещения в системе относительных единиц при  $S_6 = 1000 \text{ МВ}\cdot\text{А}$

и  $U_6 = 10,5 \text{ кВ}$ . Значение сверхпереходных ЭДС источников принимаем в соответствии с рекомендациями [1, табл. 3.2]:

– для системы  $E_{*c} = 1,0$ ;

– для генераторов G1, G2 и G3  $E_G = 1,08$ , но учитывая нагрузку, подключаем к шинам ГРУ-10,5 кВ, уменьшаем до величины

$E_G = 1,0$ .

Рассчитываем сопротивления в выбранной системе единиц, используя формулы, приведенные в

Расчет ТКЗ в других точках короткого замыкания схемы ТЭЦ выполняют подобно рассмотренным примерам в первой части пособия.

$I_{п,и}$  и  $i_{п}$  ( $z_{т}$  определяем по формулам [3, табл. 3.12] с учетом собственного времени отключения установленного выключателя и с учетом типовых кривых [3, рис. 3.8].

Таблица 6.1

Значение токов КЗ

Источник	$I_{п,о}$ , кА	$I_{п,т}$ , кА	$i_y$ , кА	$i_{a,т}$ , кА
----------	----------------	----------------	------------	----------------

G1, G2 + система	41,25	31,2	11,34	17,3
G3	31,07	22,19	85,4	26,44
Итого на шинах 10,5 кВ	72,32	53,39	198,8	43,74

## 7. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ГЛАВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Электрические аппараты главной схемы соединений (выключатели, разъединители, отделители, предохранители, измерительные трансформаторы тока и напряжения, реакторы, опорные и проходные изоляторы, ограничители перенапряжений и др.) выбираются по расчетным условиям продолжительного режима с последующей проверкой их работоспособности в аварийных режимах. При этом расчетные величины должны быть меньше или равны номинальным параметрам выбранного аппарата [1, 3].

Под расчетными условиями продолжительного режима понимают ремонтный или послеаварийный период работы установки, при котором рабочий ток цепи, в которой выбирают аппараты, превышает ток ее нормального режима.

Для выбора электрических аппаратов и токоведущих частей в цепях главной схемы намечают точки КЗ в соответствующих местах и рассчитывают токи КЗ подобно тому, как рассмотрено в примерах 6 и 7.

Для цепи генераторов этот ток определяется с учетом понижения напряжения на 5 % ( $I_{\text{фор.г}} = 1,05I_{\text{ном.г}}$ ); для присоединений РУ 330–750 кВ из условия, что при ремонте выключателей через другие выключатели может протекать ток от двух блоков генератор–трансформатор ( $I_{\text{фор. 330-750 кВ}} = 2I_{\text{ном. блока}}$ ); для РУ 35–220 кВ расчетный ток продолжительного режима определяется из условия, что при отключении одного трансформатора (автотрансформатора) связи используется перегрузочная способность другого Т ( $I_{\text{фор.т. 35-220 кВ}} = 1,4 I_{\text{ном. т}}$ ) или АТ ( $I_{\text{фор. АТ 110-220-330 кВ}} = 1,2I_{\text{ном. АТ}}$ ).

Для присоединений РУ 6–10 кВ потребителей расчетный ток продолжительного режима принимается равным удвоенному значению номинального тока присоединения ( $I_{\text{фор. 6-10 кВ}} = 2I_{\text{ном}}$ ).

Для электродвигателей собственных нужд утяжеленный режим отсутствует, поэтому в качестве расчетного тока продолжительного режима для них принимается номинальный ток двигателя ( $I_{\text{фор. эд}} = I_{\text{ном эд}}$ ).

Все электрические аппараты выбираются по номинальному напряжению, роду установки и конструктивному исполнению. Кроме того, каждый аппарат в зависимости от его назначения выбирается по ряду специфических параметров. Конкретные параметры выбора и проверки аппаратов по условиям их работы при протекании токов КЗ приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Параметры аппарата	Расчетные значения параметров	Условия выбора и проверки
--------------------	-------------------------------	---------------------------

	ров аппаратов	
1	2	3
<b>1. Выключатели</b>		
Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н. зу}$	$U_{ном} \geq U_{н. зу}$
Номинальный ток $I_{ном}$	$I_{фор}$	$I_{ном} \geq I_{фор}$
Номинальный ток отключения: – симметричный $I_{н. откл}$ – апериодический $i_{а ном} = n$ 2 н. откл 100 $\beta I$	$I_{пт}$ $i_{а,т}$	$I_{н. откл} \geq I_{пт}$ $i_{а ном} \geq i_{а,т}$
Номинальный ток включения: – действующее значение периодической составляющей $I_{н. вкл}$ – амплитудное значение $i_{н. вкл}$	$I_{по}$ $i_{уд}$	$I_{н. вкл} \geq I_{по}$ $i_{н. вкл} \geq i_{уд}$

Продолжение табл. 7.1

1	2	3
Номинальный ток электродинамической стойкости: – действующее значение периодической составляющей $I_{дин}$ – амплитудное значение $i_{дин}$	$I_{по}$ $i_{уд}$	$I_{дин} \geq I_{по}$ $i_{дин} \geq i_{уд}$
Номинальный ток термической стойкости $I_{тер}$ Номинальное время термической стойкости $t_{тер}$ Собственное время отключения $t_{соб}$ Полное время отключения $t_{ов}$	$B_k$	$I t_{тер} \geq B_k$
Минимальное время действия защиты $t_{рз min}$ Время действия защиты $t_{рзо}$	$\tau = t_{соб} + t_{рз min}$ $t_{кз} = t_{ов} + t_{рзо}$	
<b>2. Разъединители</b>		
Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н. зу}$	$U_{ном} \geq U_{н. зу}$
Номинальный ток $I_{ном}$	$I_{фор}$	$I_{ном} \geq I_{фор}$
Номинальный ток электродинамической стойкости: – действующее значение $I_{дин}$ – амплитудное значение $i_{дин}$	$I_{по}$ $i_{уд}$	$I_{дин} \geq I_{по}$ $i_{уд} \geq i_{уд}$
Номинальный ток термической стойкости $I_{тер}$	$B_k$	$I t_{тер} \geq B_k$
Номинальное время термической стойкости $t_{тер}$		
<b>3. Предохранители</b>		

Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н.эу}$	$U_{ном} \geq U_{н.эу}$
Номинальный ток $I_{ном}$	$I_{фор}$	$I_{ном} \geq I_{фор}$
Номинальный ток отключения $I_{н.откл}$	$I_{по}$	$I_{н.откл} \geq I_{по}$
<b>4. Трансформаторы тока</b>		
Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н.эу}$	$U_{ном} \geq U_{н.эу}$
Номинальный первичный ток $I_{1ном}$	$I_{фор}$	$I_{1ном} \geq I_{фор}$
Номинальный вторичный ток $I_{2ном}$	$I_{2р}$	$I_{2ном} \geq I_{2р}$
Класс точности $N_{ном\%}$	$N_{треб\%}$	$N_{ном\%} \leq N_{треб\%}$
Номинальная вторичная нагрузка $Z_{2ном}$	$Z_{2р}$	$Z_{2ном} \geq Z_{2р} \approx Z_2$

Окончание табл. 7.1

1	2	3
Кратность тока электродинамической стойкости $K_{дин}$	$i_{уд}$	$K I i_{дин} \geq 2 I_{ном} i_{уд}$
Кратность тока термической стойкости $K_{тер}$	$B_k$	$(K_{тер} I_{ном})^2 t_{тер} > B_k$
Номинальное время термической стойкости $t_{тер}$		
<b>5. Трансформаторы напряжения</b>		
Номинальное первичное напряжение $U_{1ном}$	$U_{н.эу}$	$U_{1ном} \geq U_{н.эу}$
Класс точности $N_{ном\%}$	$N_{доп\%}$	$N_{ном\%} \leq N_{доп\%}$
Номинальная мощность вторичной обмотки в требуемом классе точности $S_2$	$S_{2р}$	$S_2 \geq S_{2р}$
<b>6. Токоограничивающие реакторы</b>		
Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н.эу}$	$U_{ном} \geq U_{н.эу}$
Номинальный ток $I_{ном}$	$I_{фор}$	$I_{ном} \geq I_{фор}$
Индуктивное сопротивление $X_{ном}$	$X_r$	$X_{ном} \geq X_r$
Номинальный ток электродинамической стойкости (амплитуда) $i_{дин}$	$i_{уд}$	$i_{дин} \geq i_{уд}$
Номинальный ток термической стойкости $I_{тер}$	$B_k$	$I t_{тер} \geq B_k$
Номинальное время термической стойкости $t_{тер}$		
<b>7. Опорные изоляторы</b>		
Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н.эу}$	$U_{ном} \geq U_{н.эу}$
Минимальное разрушающее усилие $F_{разр}$	$F_{расч}$	$0,6 F_{разр} \geq F_{расч}$
<b>8. Проходные изоляторы</b>		
Номинальное напряжение $U_{ном}$	$U_{н.эу}$	$U_{ном} \geq U_{н.эу}$
Минимальное разрушающее усилие $F_{разр}$	$F_{расч}$	$0,6 F_{разр} \geq F_{расч}$
Номинальный ток $I_{ном}$	$I_{фор}$	$I_{ном} \geq I_{фор}$

Пояснение к табл. 7.1. В распределительных устройствах (РУ) номинального напряжения 35–750 кВ все выключатели и разъединители принимаются однотипными и проверяются по суммарному току трехфазного КЗ на сборных шинах этих РУ.

РУ 6–10 кВ потребителей выполняются комплектными (КРУ).

Выключатели потребителей, присоединенных к шинам КРУ, принимаются одного типа, а выключатели цепи питания секции и секционные – того же или другого типа, но с большим номинальным током.

Номинальный ток выключателя питающей цепи принимается равным сумме токов, подключенных к шинам потребителей, а ток секционного выключателя равен  $1/2I_{ном}$  выключателя цепи питания.

В КРУ 6–10 кВ собственных нужд выключатели рабочего и резервного питания выбираются с одинаковым номинальным током, равным полному току нагрузки секции.

В цепи генератора выключатель и другие аппараты проверяются по большему значению составляющих тока КЗ на выводах генератора либо от генератора, либо от системы.

Дополнительно генераторные выключатели должны проверяться на несинхронное включение в условиях противофазы, то есть при расхождении углов напряжений на  $180^\circ$  ( $\delta = 180^\circ$ ).

Должны выполняться следующие условия:

величина начального значения тока периодической составляющей тока несинхронного включения;

$E_{гб}$ ,  $E_{сб}$  – ЭДС генератора и системы в двухлучевой схеме замещения относительно точки включения;

$X_{гб}$ ,  $X_{сб}$  – эквивалентные сопротивления генератора и системы в двухлучевой схеме.

Ударный ток при включении генератора в сеть

$$i_K I_{уд\ вкл\ уд} = 2 \cdot I_{по\ вкл}$$

Кроме того, должна выполняться проверка по току включения генератора в сеть методом самосинхронизации. Начальное значение 24

периодической составляющей тока включения при самосинхронизации  $I_{по\ сч}$ :

сб		
б		
гб сб	по сч	(7.2)
·		
$E$	$I$	
$I$		
$X X$		

Ударный ток при этом:

$$i_K I_{уд\ сч\ уд} = 2 \cdot I_{по\ сч}$$

При выборе реакторов величина их индуктивного сопротивления определяется из условия необходимого ограничения токов КЗ и допустимой потери напряжения в реакторе в нормальном режиме.

### 7.1. Пример выбора электрических аппаратов в главной схеме ТЭЦ



**Пример 9.** Выбрать электрические аппараты в главной схеме ТЭЦ (рис. 5.3), разработанной в разделе 5.3 второй части пособия. В качестве примера выберем выключатель и разъединитель в цепи генератора ТФ-63-2, работающего на шины 10 кВ.

Выключатель в цепи генератора выбираем по условиям рабочего продолжительного режима и проверяем на действие тока короткого замыкания. Определяем наибольший рабочий ток с учетом допустимой перегрузки генератора:

пер ном

Намечаем к установке вакуумный генераторный выключатель типа ВГГ-10-63/5000УЗ со следующими параметрами:

$U_{ном} = 10 \text{ кВ}; I_{ном} = 5000 \text{ А}; I_{пр. скв} = 161 \text{ кА};$

$пр. скв = 300 \text{ кА}; I_{откл. ном} = 63 \text{ кА}; I_{тер. ном} = 63 \text{ кА};$

$t$

$тер. ном = 4 \text{ с}; t_{откл. соб} = 0,05 \text{ с}; t_{откл. ном} = 0,1 \text{ с};$

$\beta_{ном} = 20 \%; t_{вкл. соб} = 0,08 \text{ с}.$

25

Расчетные токи КЗ принимаем по табл. 6.1:

$I_{п}$

$o = 41,25 \text{ кА}; I_{пт} = 31,2 \text{ кА}; i_y = 113,4 \text{ кА};$

$i_{a,t} = 17,3 \text{ кА}; B_k = 41,25_2(4 + 0,14) = 7044,47 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$

По условиям рабочего продолжительного режима имеем

$I_{ном} = 5000 \text{ А} > I_{раб. нб} = 4558 \text{ А};$

$U_{ном} = 10 \text{ кВ} = U_{ном \text{ сети}} = 10 \text{ кВ}.$

Далее проверим выбранный выключатель по условиям КЗ. Наиболее тяжелые условия КЗ будут в случае КЗ непосредственно на шинах ГРУ, при этом определяющим будет ток КЗ самого генератора. Проверяем на симметричный ток отключения

$31,2 \text{ кА} < I_{откл. ном} = 63 \text{ кА}.$

Затем проверяем возможность отключения апериодической составляющей тока КЗ

н откл. ном а,т а. ном 2 17,3 кА 100 $I$ $i i$		
2 20 63 18,14 кА. 100 .. = =	$\beta$	=
=	<	=

Проверка по включающей способности:

$41,25 \text{ кА} \leq I_{вкл} = 63 \text{ кА}.$

Проверяем выключатель на электродинамическую стойкость по предельным сквозным токам КЗ:

$o = 41,25 \text{ кА} < I_{дин} = 63 \text{ кА};$

$$y = 113,4 \text{ кА} < i_{\text{дин}} = 161 \text{ кА}.$$

Проверяем выключатель на термическую стойкость по тепловому импульсу тока КЗ:

$$V_{\text{кт}} = 7044,47 \text{ кА с} \quad I t_{\text{тер}} = 63\,415\,876 \text{ кА с}.$$

Проверка на несинхронное включение и самосинхронизацию выполняется аналогично примеру 10.

Проверка выключателя по параметрам восстанавливающего напряжения на контактах выключателя не выполняется, так как в большинстве энергосистем реальные условия восстановления напряжения соответствуют условиям испытания выключателя.

Выбираем разъединитель типа РВК-10-5000 со следующими параметрами:

$$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}; \quad I_{\text{ном}} = 5000 \text{ А};$$

$$i_{\text{дин}} = 200 \text{ кА}; \quad I_{\text{тер}} = 70 \text{ кА};$$

$$t_{\text{ер}} = 10 \text{ с}.$$

По условиям рабочего режима

$$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ} = U_{\text{сети}} = 10 \text{ кВ};$$

$$I_{\text{ном}} = 5000 \text{ А} > I_{\text{раб. нб}} = 4558 \text{ А}.$$

Проверяем на электродинамическую стойкость:

$$y = 113,4 \text{ кА} < i_{\text{дин}} = 200 \text{ кА}.$$

Проверяем на термическую стойкость:

$$V_{\text{кт}} = 7044,47 \text{ кА с} \quad I t_{\text{тер}} = 70\,449\,000 \text{ кА с}.$$

Выбранный выключатель и разъединитель удовлетворяют всем расчетным данным.

## 7.2. Пример выбора электрических аппаратов в главной схеме АЭС

**Пример 10.** Выбрать электрические аппараты в главной схеме АЭС, приведенной в разделе 3.1 первой части пособия.

Упрощенная главная схема АЭС приведена на рис. 7.1.

Рис. 7.1. Упрощенная главная схема АЭС

Результаты расчетов токов КЗ в главной схеме АЭС приведены

Таблица 7.2

Расчетная величина	К1 $U_{\text{ном}} = 750$ кВ	К2 $U_{\text{ном}} = 24$ кВ	К3 $U_{\text{ном}} = 10$ кВ	К4 $U_{\text{ном}} = 330$ кВ
$I_{\text{пос}}$ , кА				
$I_{\text{пог}} (I_{\text{под}})$ , кА	10,72	87,226	18,636	13,86
$I_{\text{пог}}$ , кА	9,18	97,22	19,2	11,66
$I_{\text{пог}}$ , кА	19,92	184,446	37,84	25,52
$i_{\text{удс}}$ , кА				
$i_{\text{удг}} (i_{\text{уддв}})$ , кА	28,26	223,05	49,956	34,19
$i_{\text{удг}}$ , кА	25,36	270,45	44,7	32,38
$i_{\text{уде}}$ , кА	53,62	504,52	94,254	66,58
$I$	10,39	87,22	18,636	13,86

птс, кА $I$ птг( $I_{птдв}$ ), кА $I$ птс, кА	8,26 18,65	75,83 163,05	7,8 26,436	11,42 25,28
$i_{атс}$ , кА $i_{атг}$ ( $i_{уддв}$ ), кА $i_{атс}$ , кА	9,87 11,71 21,58	73,38 119,64 193,02	15,22 6,9 22,13	5,86 14,59 20,45
$B$ кзс, кА <sub>2С</sub> $B$ кзг, кА <sub>2С</sub> $B$ кзс, кА <sub>2С</sub>	1584	86889,3 30433,5 15122,7	260	2605

При определении расчетных токов КЗ на шинах собственных нужд (точка КЗ – Кз) использованы данные из [4]. Параметры эквивалентного двигателя следующие:  $K_{уддв} = 1,77$ ;  $T_{п.эд} = 0,1$  с;  $T_{а.эд} = 0,067$  с;

$K_{*пуск} = 6,6$  (для реакторов ВВЭР).

Поскольку точный состав электродвигателей собственных нужд неизвестен, периодическая составляющая тока подпитки КЗ от двигателей определяется по мощности рабочего трансформатора [4]:

пусктснтсн поэд 1,2 1,2 4,7 , K S S $I$ * ==	(7.3)
ном 2 $U$	$\cos \varphi$ $\varphi$

– мощность одной обмотки трансформатора собственных нужд ТРДНС-80/35/10-10;

1,2 – коэффициент увеличения, учитывающий специфику АЭС и возможность возникновения КЗ во время опробования резервного дизель-генератора, включаемого параллельно с рабочим трансформатором собственных нужд;

$\eta = 0,94$  коэффициент полезного действия эквивалентного двигателя;

$\cos \varphi = 0,87$  – коэффициент мощности.

**Решение.** Примем, что в месте сооружения АЭС условия окружающей среды являются нормальными. Поэтому распределительные устройства 330 кВ и 750 кВ будут сооружаться открытыми (ОРУ).

Для выбора аппаратов в разных частях главной схемы (с разным номинальным напряжением) определяется максимальный ток продолжительного режима  $I_{фор}$ .

В цепях ОРУ 750 кВ:

Результаты выбора электрических аппаратов приведены в табл. 7.3, 7.4.

Для уточнения результатов выбора генераторного выключателя определим ток несинхронного включения генератора в сеть при угле расхождения векторов напряжения генератора и системы в  $180^\circ$  ( $\delta = 180^\circ$ ). При этом относительное значение сверхпереходной ЭДС генератора равно 1,0 и его вторая обмотка разомкнута где  $E_{c^*}$ ,  $X_{r^*}$ ,  $X_{c^*}$ ,  $I_b$  принимаются по данным расчета токов КЗ в точке К2.

Ударный ток включения

$$i_{KI} c_{уд} \text{вкл} \text{уд} c_{\dots} = 2 \text{ по вкл} 2 \text{ } 1,973 \text{ } 77,9 \text{ } 216,7 \text{ кА.}$$

Ток включения генератора при самосинхронизации

$$I_{\text{вкл ном}} = 360 > I_{c \text{ по вкл}} = 216,7 \text{ кА.}$$

Выключатель HECS-130 XL подходит по параметрам.

В табл. 7.3 измерительные трансформаторы тока и напряжения выбраны по номинальным параметрам без их проверки на электродинамическую стойкость и по классу точности.

Таблица 7.3

Параметры аппаратов номинальные расчетные данные	ОРУ-750	ОРУ-330	Генератор ГЗ	Собственные нужды ГЗ		
Выключатель	Разъединитель	Выключатель	Разъединитель	Выключатель	Выключатель	Выключатель
HPL800B4 ABB	PВНЗ-750/4000	ВВГ-330	330/3150 РНДЗ-	генераторный HECS-130XL комплекс ABB	ВБЧЭ-10-40/3150 ЭНЭКО	
1	2	3	4	5	6	7
ном ном эу $U$ , кВ $U$	750 750	750 750	330 330	330 330	25,3 24	10 10
ном фор $I$ , кА $I$	4000 2055	4000 2055	3150 2208	3150 2208	18 000 16 800	3150 2320
н откл п $I$ , кА $I$	50 18,65	40 25,28	130 79,8	40 26,43		
н откл а, 2 100, кА	36,4 21,54	22,6 20,39	137,12 122,72	22,59 20,36		

$I$						
$i$						
$\tau$						
$\beta$						
н вкл по $I$ , кА $I$	40 19,9	40 25,52	130 97, 22			

Окончание табл. 7.3

Таблица 7.4

Номинальное напряжение места установки аппарата	Трансформаторы тока	Трансформаторы напряжения	Ограничитель и перенапряжений	
Наружной установки	Встроенные			
750 кВ	ТФРМ-750-У1 3000-1500/1А 0,2S/10P/10P/ 10P/10P	ТВМ-750 3000-2000- 1000/1	НДЕ-750У1 750 0,1 / 0,1 3 3 0,2/0,5/3P	ОПН-750У1 $U$ ди. доп = 465кВ
330 кВ	ТФРМ-330Б-У1 3000-1500/1А 0,2S/10P/10P/ 10P/10P	ТВТ-330 3000/1 0,25/0,2/5P/ 5P/5P/5P	НКФ-330 330 0,1 / 0,1 3 3 0,2/0,5/3P	ОПН-330У1 $U$ ди. доп = 230 кВ
24 кВ	ТШЛ-24 20000/1А 0,2S/0,2/5P/5P/ 5p/5P	ТШВ-24 10000/1/1/1А 5P/5P/5P ТШВ-24 1000/1/1А 5P/5P	ЗНОЛ.06-24У3 750 0,1 / 0,1 3 3 0,2/0,5/3P	ОПН-24У3 $U$ ди. доп = 28 кВ
10 кВ	ТЛ-10У3 3000/5А 0,5/P	НАМИ 10-95 750 0,1 / 0,1 3 3 0,2/0,5/3P	ОПН-10 $U$ ди. доп = 12к В	

## 8. ВЫБОР ТОВОДУЩИХ ЧАСТЕЙ ГЛАВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

### 8.1. Типы проводников, применяемых в главных схемах

Генераторы, трансформаторы и электрические аппараты в цепях главной схемы соединений станции соединяются между собой проводниками разных типов.

Для определения типов проводников, применяемых в различных цепях главных схем электростанций, рассмотрим рис. 8.1, где упрощенно, без разъединителей, показаны элементы главных схем ТЭЦ, КЭС и АЭС. Дополнительно штриховыми линиями на рис. 8.1 указаны контуры зданий и сооружений, где размещается электрооборудование.

Рис. 8.1. К выбору проводников в основных электрических цепях:

$a$  – элементы схем ТЭЦ;  $b$  – КЭС и АЭС

В схеме ТЭЦ с ГРУ (рис. 8.1, а) в пределах машинного зала главного корпуса ТЭЦ от выводов генератора  $G$  до фасадной стены (участок АВ) токоведущие части выполняются шинным мостом из жестких алюминиевых или медных голых шин или комплектным пофазноэкранированным токопроводом (в цепях генераторов мощностью 60 МВт и выше). На участке ВГ между стеной машзала и зданием ГРУ соединение выполняется шинным мостом, гибким подвесным токопроводом либо пофазно-экранированным токопроводом. Все соединения внутри закрытого ГРУ выполняются жесткими голыми шинами прямоугольного или коробчатого сечения. Соединение от ГРУ до выводов трансформаторов связи (участок ФК) осуществляется шинным мостом или гибким подвесным токопроводом. Токоведущие части РУ 35 кВ и выше обычно выполняют сталеалюминиевыми проводами АС. В отдельных случаях в ОРУ  $\geq 35$  кВ часть или вся ошиновка может выполняться алюминиевыми трубами. Цепи рабочего (ТСН) и резервного (РТСН) трансформатора собственных нужд от стены здания ГРУ до их выводов (участки ДЕ и МН) осуществляются жесткими шинами, если трансформаторы установлены вблизи ГРУ. Если ТСН и РТСН установлены у фасадной стены главного корпуса – участки ДЕ и МН выполняются гибким токопроводом. От трансформаторов до распределительных устройств собственных нужд (участки ЖЗ и ОП) применяется кабельное соединение. В цепях линий 6–10 кВ вся ошиновка до реактора и за ним, а также в шкафах КРУ, выполнена прямоугольными шинами. Непосредственно к потребителю отходят кабельные линии. Жесткие прямоугольные шины могут быть выполнены из алюминия или меди. Последние являются более дорогими. В схеме блочных ТЭЦ с потребительским КРУ соединение генератора с блочным трансформатором Т1 (рис. 8.1, б), ТСН и источником питания потребительского КРУ – реактором или трансформатором – осуществляется пофазно-экранированным токопроводом (участок АГДП). При этом на участке токопровода ДП используется токопровод на соответствующий номинальный ток, а токи термической и динамической стойкости должны быть равны (или больше) токам термической и динамической стойкости отпайки на собственные нужды генераторного токопровода. От ТСН до КРУ собственных нужд (участок ЕЖ) применяется комплектный токопровод общей для трех фаз оболочке прямоугольного (марки ТКЗ) или круглого сечения (марки ТЗК). Потребительское КРУ может встраиваться в здание машинного зала главного корпуса, или для него может сооружаться отдельное здание. В случае, когда источником питания потребительского КРУ являются токоограничивающие реакторы, они устанавливаются в здании машинного зала, в отдельном здании или открыто. Токоведущие части от реакторов до потребительского КРУ при его размещении в машзале выполняются жесткими шинами. Когда сооружается отдельное здание для реакторов или КРУ, то от реакторов до КРУ применяется кабельное соединение.

Если источниками питания потребительского КРУ являются трансформаторы, то их токоведущие части выполняются аналогично ТСН. Если здание потребительского КРУ отдельное, то на стороне низшего напряжения ТЗ применяется кабельное соединение (пучок из нескольких кабелей).

На КЭС и АЭС (рис. 8.1, б) соединения генераторов с блочными трансформаторами и отпайка к трансформатору собственных нужд выполняются пофазно-экранированными токопроводами. Отпайка на собственные нужды (участок ВД) выполняется из токопровода той же марки, но на меньший ток, чем на участке БГ, и большие токи электродинамической и термической стойкости.

Токоведущие части участка ИКЛМ выполняются из сталеалюминиевых проводов в случае, когда РУ ВН и РУ СН выполняются открытого типа (ОРУ), в случае применения КРУЭ – элегазовыми токопроводами ( $РУ \geq 330$  кВ).

Резервные трансформаторы собственных нужд блочных станций подключаются к РУ ВН или РУ СН. Участок НОТ от резервного трансформатора собственных нужд до здания машинного зала и внутри зала выполняется кабельной линией (пучком кабелей) или токопроводами. Магистраль резервного питания секций собственных нужд 6 (10) кВ на ТЭС и АЭС с генераторами до 500 МВт выполняются комплектными токопроводами, при большей мощности генераторов используются кабельные линии.

## 8.2. Выбор токоведущих частей

Выбор сечения токоведущих частей и присоединений к сборным шинам (ошиновки) проводится по экономической плотности тока

где  $I_{норм}$  – максимальный ток нормального режима (без перегрузки), А;  
 $j_{эк}$  – экономическая плотность тока, зависящая от продолжительности использования максимума нагрузки  $T_{мах}$ , типа и материала проводника (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Экономическая плотность тока

Тип и материал проводника	При $T_{мах}$ , ч, А/мм <sup>2</sup>		
	3000–5000	более 5000	
Неизолированные провода и шины	2,5	2,1	1,8
– медные	1,3	1,1	1
– алюминиевые			
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с жилами	3	2,5	2
– медными	1,6	1,4	1,2
– алюминиевыми			
Кабели с резиновой и пластмассовой	3,5	3,1	2,7
	1,9	1,7	1,6

изоляцией с жилами – медными – алюминиевыми			
---	--	--	--

Рассчитанное сечение округляется до стандартного. При этом принимается ближайшее меньшее стандартное сечение  $q$ , если оно не отличается от  $q_{эк}$  более чем на 15 %. В противном случае принимается ближайшее большее стандартное сечение.

Выбранное сечение проверяется на нагрев максимальным током длительного режима:

$$I_{доп} \geq I_{фор}, \quad (8.2)$$

где  $I_{доп}$  – допустимый ток для проводника (с учетом поправки при расположении шин плашмя и на температуру воздуха, отличную от стандартной).

$I_{доп}$  для жестких и гибких проводников нормирован при температуре окружающего воздуха  $\vartheta_0 = +25$  °C или земли (для кабелей)

$\vartheta_0 = +15$  °C [1]. Если действительная температура окружающей среды  $\vartheta_{ср}$  отличается от  $\vartheta_0$ , то пересчет допустимого тока осуществляется по выражению

где  $\vartheta_{доп}$  – длительно допустимая температура проводника, принимаемая для неизолированных проводов и окрашенных шин +70 °C.

Сборные шины РУ всех напряжений выбираются по допустимому току.

Максимальный рабочий ток шин определяется при этом

как наибольший ток наиболее мощного присоединения к шинам.

Выбранные жесткие шины должны быть проверены на термическую и динамическую стойкость при КЗ.

Проверка на термическую стойкость проводится по условию

$$\vartheta_{кз} \vartheta_{\leq кз доп} \text{ или } q_{min} \leq q, \quad (8.4)$$

где  $\vartheta_{кз}$  – температура шин при нагреве током КЗ;

$\vartheta_{кз доп}$  – допустимая температура нагрева шин при КЗ (табл. 8.2);

$q_{min}$  – минимальное сечение проводника по термической стойкости

где  $C$  – функция, значение которой приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.2

Проводник	Допустимая температура при КЗ, °C
1	2
Шины: – медные; – алюминиевые; – стальные, присоединенные к аппаратам; – стальные, не соприкасающиеся с изоляционными материалами и выводами аппаратов	300 200 300 400

Окончание табл. 8.2

1	2
Неизолированные провода: – медные при тяжениях, Н/мм <sup>2</sup> :	250 200



менее 20; 20 и более; – алюминиевые при тяжении, Н/мм <sup>2</sup> :	200
менее 10; 10 и более; – алюминиевая часть сталеалюминиевых проводов	160 200
Кабели и изолированные провода с медными и алю миниевыми жилами и изоляцией: – поливинилхлоридной и резиновой; – полиэтиленовой; – этилен пропиленовой резиной	160 130 250
Кабели до 10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена: – температура жилы; – температура экрана	250 350

Таблица 8.3

Проводник и марка проводника	Значение функции С, А·с <sup>1/2</sup> /мм <sup>2</sup>		
Шины	При начальной температуре, °С		
70	90	120	
медные – МГМ, МГТ	170		
алюминиевые – АДО	90	81	68
– АД1Н	91	82	69
– АДОМ, АД1М	91	83	70
Алюминиевый сплав – АД31Т1	85	77	64
– АД31Т	82	74	62
– АД33Т1	77	71	59
– АД33Т	74	67	57
– АВТ1	73	66	55
– АВТ	71	63	53
– 1911	71	63	53
– 1915, 1915Т	66	60	51
– АМГ5	63	57	48
стальные при – $\vartheta_{\text{доп}} = 400$ °С	70	–	–
– 9	60	–	–
доп = 300 °С			

Окончание табл. 8.3

Проводник и марка проводника	Значение функции С, А·с <sup>1/2</sup> /мм <sup>2</sup>	
Кабели	При номинальном напряжении, кВ	
6	10	
с алюминиевыми сплошными жилами	92	94
и бумажной изоляцией;	98	100
с алюминиевыми	75	78
	62	65

многопроволочными жилами и бумажной изоляцией; с алюминиевыми жилами и поливинилхлоридной и резиновой изоляцией; с алюминиевыми жилами и полиэтиленовой изоляцией;	140	143
с медными сплошными жилами и бумажной изоляцией;	147	150
с медными многопроволочными жилами и бумажной изоляцией;	114	118
с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией;	94	98
с медными жилами и полиэтиленовой изоляцией		
Неизолированные провода	При допустимых температурах нагрева при КЗ, °С	
160	200	
медные – М, МГМ		
алюминиевые – А, АКП, АП, АпКП	–	142
алюминиевый сплав – АН, АНКП, АЖ	76	90
сталеалюминиевые – АС, АСК, АпС,	69	81
АСКС, АпКС, АпСК, АСКП	76	90

Жесткие шины в электроустановках крепятся к опорным изоляторам. Механическое напряжение в материале шин  $\sigma_{расч}$  и расчетная нагрузка на изоляторы  $P$  определяются с учетом частоты собственных колебаний шин  $f_{соб}$ :

где  $l$  – длина пролета, м;

$E$  – модуль упругости материала шины, Па;

41

$J$  – момент инерции шины относительно оси, перпендикулярной действию силы, м<sup>4</sup>;

$m$  – масса единицы длины шины, кг/м.

Значения  $J$  и  $E$  для стандартного сечения шин разных профилей приведены в табл. 8.4 и 8.5.

Таблица 8.4

Таблица 8.5

Основные характеристики материалов шин

Материал шины	Марка	Временное сопротивление разрыву $\sigma_{\text{разр}}$ , МПа	Допустимое напряжение $\sigma_{\text{доп}}$ , МПа	Модуль упругости $E$ , $10^{10}$ Па		
материала	в области сварного соединения	материала	в области сварного соединения			
Алюминий	АО, ААДО	118 59-69	118 59-69	82 41-48	82 41-48	7 7
Алюминиевый сплав	АД31Т АД31Т1 АВТ1 1915Т	127 196 304 353	120 120 152 318	89 137 213 247	84 84 106 223	7 7 7 7
Медь	МГМ МГТ	345-355 245-294	- -	171,5- 178 171,5- 206	- -	10 10

Для шин корытного сечения момент инерции определяется по каталогам допустимого тока. Если  $f_c > 200$  Гц, то шины и изоляторы рассматриваются как статическая система с нагрузкой, равной максимальной электродинамической силе, возникающей при трехфазном КЗ где  $a$  – расстояние между осями шин разных фаз, м.

Под действием этой силы в однополосных шинах прямоугольного или круглого сечения при расположении фаз в одной плоскости возникает напряжение

(  
 $W$  – момент сопротивления шины относительно оси, перпендикулярной действию силы, мз.

Если  $f_{\text{соб}} < 200$  Гц, то в выражение (8.8) вводится динамический коэффициент  $K_d$ , определяемый по кривым  $K_d = \varphi(f_{\text{соб}}, T_a)$  [8].

В случае, когда шины состоят из двух полос, между ними устанавливаются прокладки, пролет между которыми  $l_n$  выбирается из двух условий:

– отсутствие прикосновения полос при КЗ:

где  $a_n$  – расстояние между осями полос, см;

$K_f$  – коэффициент формы, определяемый по рис. 8.2;

– отсутствие механического резонанса

$2n$ $4$ $l < 0,133 \cdot 10^4 \cdot E_j$ $\cdot \leq$	(8.10)
$n$	$m$

где  $m_n$  – масса полосы на единицу длины, кг/м.

В расчет принимается меньшая из двух величин, определяемых по формулам (8.9) и (8.10).

Механическое напряжение в материале шин такой конструкции складывается из двух составляющих –  $\sigma_{мф}$ , вызванного силами взаимодействия фаз, и  $\sigma_{п}$ , вызванного взаимодействием полос в пакете одной фазы:

$$\sigma_{расч} = \sigma_{мф} + \sigma_{п}. \quad (8.11)$$

Напряжение  $\sigma_{мф}$  определяется так же, как и для однополосных шин, только вместо момента сопротивления шины подставляется момент сопротивления пакета. Момент сопротивления для пакетов из прямоугольных шин рассчитывается по соответствующим формулам (табл. 8.4), а для коробчатых шин принимается из.

Напряжение  $\sigma_{п}$ :

$K_{ф}$  – коэффициент формы, определяется по кривым (рис. 8.2);

$d$  – расстояние между осями шин в пакете, м. Для пакета из прямоугольных шин  $d$  равно двойной толщине шин ( $d = 2b$ ). Для коробчатых шин  $d = h$  и  $K_{ф} = 1$ ;

$h$  – ширина коробчатой шины.

Рис. 8.2. Кривые для определения коэффициента формы для двухполосных шин при  $d = 2b$

Условие электродинамической стойкости шин

$$\sigma_{расч} \leq \sigma_{доп} = 0,7\sigma_{разр}, \quad (8.14)$$

где  $\sigma_{доп}$ ,  $\sigma_{разр}$  – допустимое и разрушающее механические напряжения в материале шин (табл. 8.5).

Если в результате расчета получено, что  $\sigma_{расч} \geq \sigma_{доп}$ , то необходимо увеличить расстояние между фазами или уменьшить пролет между изоляторами, в пакетных токопроводах – уменьшить расстояние между прокладками и поверить расчет.

После механического расчета шин необходимо выбрать опорные изоляторы, к которым будут крепиться шины. Опорные изоляторы выбираются по следующим условиям:

– по номинальному напряжению  $U_{ном} \geq U_{эу}$ ;

– по допустимой нагрузке  $P_{доп} = 0,6P_{разр} \geq P_{расч}$ ,

поправочный коэффициент на высоту шины ( $K_h = 1$

в случае расположения шины плашмя на изоляторе);

$H$  – высота расположения оси шины:

$H_{из}$  – высота изолятора.

*Гибкие неизолированные провода.* Сечение проводов выбирается по экономической плотности тока, гибких шин – по допустимому току.

При напряжении 110 кВ и выше сечение проводов и их число

в фазе выбираются такими, чтобы избежать коронирования. Для этого при напряжениях 330 кВ и выше каждая фаза выполняется двумя, тремя и более проводами, то есть применяются расщепленные

провода. Расстояние между проводами в расщепленной фазе принимается при напряжении 220 кВ 20–30 см, 330–750 кВ – 40 см.

Минимально допустимые диаметры проводов (и их примерная марка) по условиям коронирования приведены в табл. 8.6.

Таблица 8.6

Напряжение, кВ	$d$ , мм	Марка провода
110	11,3	АС-70/11

220	21,6	АС-240/39
330	32,3	АС-600/72
	2 × 21,6 3 × 17,1	2 × АС-240/39 3 × АС-150/24
500	2 × 36,2	2 × АС-700/86
	3 × 25,2	3 × АС-330/43
750	4 × 36,2	4 × АС-400/86
	5 × 25,2	5 × АС-330/43

Выбранное сечение проверяется на термическое действие тока КЗ по (8.8). Расщепленные провода при этом рассматриваются как один провод суммарного сечения.

46

Если на сборных шинах, выполненных из гибких проводов, ток трехфазного КЗ  $I_{по} (z \geq) 20$  кА, то они проверяются на сжестывание.

Методика проверки гибких проводов на сжестывание приведена в [3, стр. 188]. Методика компьютерного расчета электродинамической стойкости гибких шин приведена в [5].

Токоведущие части, выполненные несколькими проводами в фазе, проверяются по электродинамическому взаимодействию проводников одной фазы [3, стр. 190].

### 8.3. Выбор кабелей

На электрических станциях преимущественно применяются кабели с многопроволочными алюминиевыми и медными жилами как один или несколько кабелей. Прокладываются кабели в кабельных полуэтажах, кабельных тоннелях, на металлических лотках, в воздухе.

На ТЭЦ потребители 6–10 кВ питаются по кабельным линиям, проложенным сначала в РУ станции, в кабельных тоннелях, а затем в земле.

Для обеспечения пожарной безопасности на электростанции применяются кабели, у которых изоляция оболочки и покрытия выполнена из самозатухающего поливинилхлоридного пластиката и кабели с пониженным дымо- и газовыделением.

Применяются также

кабели, в конструкции которых отсутствуют материалы, содержащие галогены.

В настоящее время большое количество кабелей электростанций имеют изоляцию из сшитого полиэтилена.

На АЭС, как правило, используются кабели с медными токопроводящими жилами.

Для цепей, где требуется функционирование

при пожаре, применяются огнестойкие кабели с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов.

Кабели выбирают:

– по напряжению  $U_{ном} \geq U_{эу}$ ;

– конструкции в зависимости от места прокладки, свойств среды, механических усилий, воздействующих на кабель, вида изоляции по таблицам областей применения различных марок кабелей выбирается требуемая марка кабеля [1,

– экономической плотности тока: по выражению (8.4) рассчитывается сечение кабеля  $q_{э}$ . Далее по таблицам [1, 2, 5] подбирается стандартное сечение жил кабеля и допустимый ток.

Выбранный кабель проверяется на нагрев при длительном протекании максимального тока нагрузки:

$I I K K K K$  фор доп  $\leq 1 2 3 \dots, n$  (8.16)

где  $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$  – поправочные коэффициенты на число рядом проложенных кабелей, температуру окружающей среды, глубину прокладки в земле, тепловое сопротивление земли и др. Поправочные коэффициенты определяются по ПУЭ или данным справочников (или заводов-изготовителей кабелей) [1, 5].

При выборе сечения кабелей следует учитывать их допустимую перегрузку по данным ПУЭ в зависимости от вида прокладки, предварительной нагрузки и длительности перегрузки.

Кабели, выбранные по рабочему режиму, проверяются на термическую стойкость при КЗ по выражению (8.8). При этом кабели небольшой длины проверяются по току КЗ в начале кабеля. Два и более параллельных кабеля проверяют по токам при КЗ непосредственно за пучком кабелей.

У одножильных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена термическая стойкость при КЗ проверяется отдельно для жилы и отдельно для экрана [5].

Проверка на термическую стойкость жилы проводится по условию где  $I_{по}(з)$  – периодическая составляющая тока трехфазного КЗ для жилы выбранного кабеля, кА;

доп 1сек ж – допустимый односекундный ток КЗ для жилы (определяется по [5, стр. 69] табл. 3.16).

$t_{кз} = t_{рз \text{ осн. защиты}} + t_{ов}$  – расчетная продолжительность КЗ, с.

Если условие (8.17) не выполняется – принимается большее сечение жилы и расчет повторяется.

Термическая стойкость экрана проверяется по условию

$I =$  – максимальное значение двойного тока КЗ на землю в начале кабельной линии, кА;

доп 1сек э – допустимый ток односекундного КЗ в экране [5, стр. 70, табл. 3.17].

Если условие (8.18) не выполняется, то необходимо принять большее сечение экрана, при котором это условие выполняется. Но при этом потребуются разземление экранов с одной стороны линии или транспозиция экранов.

В случае разземления экранов на разомкнутых концах экранов при нормальном режиме и при КЗ появляется напряжение. Величина этого напряжения не должна превышать 5 кВ. Методика расчета приближенного значения этого напряжения приведена в [5, стр. 70–71].

Выбранные кабели необходимо проверить на невозгорание при КЗ [7]. Проверка кабелей 6–10 кВ системы собственных нужд электростанций осуществляется путем сравнения расчетной температуры жил кабеля после КЗ при его отключении действием резервной защиты с предельной допустимой температурой невозгорания кабелей, указанной в табл. 8.7.

Таблица 8.7

Типы кабелей	Допустимые температуры нагрева жил кабелей, °С
--------------	--

длительно допустимая	при КЗ	при проверке на возгорание	При проверке при годности кабелей к дальнейшей эксплуатации после КЗ	
1	2	3	4	5
Бронированные кабели с бумажной изоляцией на напряжение: до 6 кВ до 10 кВ	65 60	200 200	400 360	200 200
Небронированные кабели с бумажной изоляцией на напряжение: до 6 кВ до 10 кВ	65 60	200 200	350 310	200 200

Окончание табл. 8.7

1	2	3	4	5	6
Кабели с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией	65	150	350	160	250
Кабели до 10 кВ с изоляцией из вулканизированного (сшитого) полиэтилена	90	250	400	250	300
Кабели с изоляцией из полимерной композиции, не содержащей галогенов	70	160	350	160	250
Кабели с изоляцией	90	250	360	250	280

из этилен пропиле новой резины					
--------------------------------------	--	--	--	--	--

Если расчетная температура  $\vartheta_{\text{кзн}}$  больше значения, указанного в графе 4 табл. 8.7, необходимо изменение уставок защит либо увеличение сечения жил кабелей. При этом в качестве резервной защиты для присоединений секции собственных нужд 6–10 кВ (и 0

следует принимать резервную защиту ввода питания секции.

Данные табл. 8.7 позволяют определить и пригодность кабелей к эксплуатации после отключения КЗ. Для этого рассчитывается температура жил кабеля за время КЗ и сопоставляется с данными графы 5 табл. 8.7. Если расчетная температура  $\vartheta_{\text{кзн}}$  не превышает этих данных – кабели пригодны к дальнейшей эксплуатации. Если расчетная температура находится в пределах между значениями граф 5 и 6 – кабели после соответствующего ремонта и испытаний пригодны к эксплуатации в течение года. Если температура превышает значения графы 6 – кабели не пригодны к эксплуатации и должны быть заменены.

Расчетным местом КЗ при проверке на невозгорание кабеля является точка в начале кабельной линии. Значение начальной температуры жил до КЗ определяется по формуле

где  $\vartheta_{\text{ср}}$ ,  $\vartheta_0$  – фактическая и стандартная температура окружающей среды ( $\vartheta_0$  для кабелей в земле – 15 °С, в воздухе – 25 °С);

$\vartheta_{\text{доп}}$  – длительно допустимая температура жил кабеля, °С (табл. 8.7);

$I_{\text{раб}}$ ,  $I_{\text{дл. доп}}$  – рабочий и длительно допустимый токи и кабеля, А. Расчетная температура жилы кабеля после КЗ определяется по выражению

$\nu$  – для алюминиевых жил – 45,65 мм<sup>2</sup>/кА<sup>2</sup>·С; для медных – 19,58 мм<sup>2</sup>/кА<sup>2</sup>·С;

$V_{\text{кз}}$  – квадратичный тепловой импульс тока КЗ

$$V_{\text{кз}} = \int_{t_{\text{откл}}}^{t_{\text{пос}}} I^2 dt = I_{\text{пос}}^2 \left( 0,3 t_{\text{откл}} + 0,1 \int_{t_{\text{откл}}}^{t_{\text{пос}}} I dt \right) \quad (8.21)$$

$I_{\text{пос}}$  – начальное значение периодической составляющей КЗ от источников питания, кА;

$t_{\text{откл}} = t_{\text{рез. рз}} + t_{\text{откл. выкл}}$  – продолжительность существования КЗ, с;

$t_{\text{рез. рз}}$  – время срабатывания резервной защиты кабельной линии, с;

$t_{\text{откл. выкл}}$  – полное время отключения выключателя С;

$I_{\text{по эд}}$  = 5,5  $\sum I_{\text{ном эд}}$  – начальное значение периодической составляющей тока подпитки от электродвигателей, кА;

$\sum I_{\text{ном эд}}$  – суммарный номинальный ток одновременно работающих асинхронных электродвигателей единичной мощности 100 кВт и более, непосредственно связанных с точкой КЗ;

$q$  – сечение жилы кабеля, мм<sup>2</sup>;

$T_{\text{аз}} = 0,1$  с – эквивалентная постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ от источников питания (для собственных нужд 6–10 кВ).



#### **8.4. Выбор комплектных и гибких многопроволочных токопроводов**

На электрических станциях в качестве токоведущих частей в цепях генераторов применяются комплектные и гибкие многопроволочные токопроводы.

Гибкие многопроволочные токопроводы используются на ТЭЦ для соединения генераторов мощностью менее 100 МВт с генераторными распределительными устройствами (ГРУ). Они выполняются пучком проводов. Два провода пучка каждой фазы сталеалюминиевые, они несут механическую нагрузку пучка. Остальные провода алюминиевые и являются токонесущими. Сечение токопровода определяется по экономической плотности тока по выражению (8.4). Из этого сечения рассчитывается сечение несущих проводов

$$q_{\text{нес}} \approx 0,15q_{\text{эк.}}$$

Число и сечение токоведущих проводов

$$nq + q_{\text{нес}}^2 \approx q_{\text{эк.}}$$

где  $n$  – число токоведущих проводов.

Сечение несущих проводов рекомендуется брать на ступень больше токонесущих.

Выбранное сечение токопровода проверяется по длительно допустимому току, термическому и динамическому действию тока КЗ.

Генераторы  $\geq 60$  МВт с повышающими трансформаторами соединяются пофазно-экранированными токопроводами.

Пофазно-экранированные токопроводы выбираются аналогично генераторным выключателям:

- по напряжению  $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{эу}}$ ;
- по току  $I_{\text{ном}} \geq I_{\text{фор}}$ ;
- проверяются на электродинамическую стойкость  $i_{\text{эд}} \geq i_{\text{у}}$  и на термическую стойкость  $I t_{\text{тс}} \geq I t_{\text{тс к 2}} \geq B$ .

Отпайка от генераторного токопровода до трансформатора собственных нужд выполняется пофазно-экранированным токопроводом на номинальный ток ТСН и проверяется на стойкость при КЗ по суммарному ударному току и суммарному термическому импульсу тока КЗ, определяемым по результатам расчета ТКЗ на выводах генератора.

Комплектные токопроводы магистралей резервного питания секций собственных нужд выбираются подобно рассмотренному выше для пофазно-экранированных токопроводов.

#### **8.5. Выбор комплектных распределительных устройств (КРУ)**

Распределительные устройства собственных нужд электростанций всех типов, РУ потребителей на ТЭЦ выполняются комплектными внутренней установки с выкатными выключателями. КРУ состоят из закрытых шкафов со встроенными аппаратами, приборами

и вспомогательными устройствами и изготавливаются сериями.

Каждый шкаф серии представляет собой одну ячейку КРУ и содержит выключатель, разъединяющие контакты, измерительные трансформаторы тока и другое оборудование. Номинальные токи и стойкость к действию токов КЗ любого оборудования, входящего в состав шкафов КРУ, скоординированы с параметрами установленных

выключателей. Поэтому условия выбора выключателей являются одновременно и условиями выбора шкафов КРУ. Изготовители для каждой серии шкафов КРУ указывают номинальное напряжение, номинальные токи сборных шин и главных цепей (присоединений к сборным шинам), тип и номинальные токи применяемых выключателей, ток и время термической стойкости для главных цепей, ток электродинамической стойкости главных цепей, типы и параметры применяемых трансформаторов тока и напряжения, ограничителей перенапряжений и др. Приводятся так же возможные типовые схемы главных цепей (сетка схем), типовые схемы вторичных соединений, варианты размещения шкафов в помещении РУ. КРУ выбирается в следующей последовательности. По типу и параметрам выбранных выключателей для РУ по справочникам или данным изготовителей подбирается конкретная серия шкафов с параметрами, соответствующими выключателю. Для намеченной серии по сетке схем главных цепей набирается состав шкафов, необходимых для выполнения РУ согласно разработанной ранее схеме электрических соединений. Далее намечается порядок размещения секции в помещении РУ (в один или два ряда) и шкафов в пределах каждой секции. При этом учитывается расположение помещения КРУ в компоновке электростанции и соответствующее расположение питающих вводов; число присоединений; выполнение отходящих линий и др. Разрабатывается конструктивное исполнение питающих шинных вводов в шкафы (сверху, сбоку или сзади). Решение зависит от возможностей представленных набором схем главных цепей принятой серии шкафов.

Соединения между секциями КРУ осуществляются обычно с помощью двух шкафов: один шкаф с выключателем и боковым шинным вводом, второй – без выключателя с шинной перемычкой между втычными контактами и боковым шинным вводом.

### **8.6. Пример выбора токоведущих частей в главной схеме ТЭЦ**

**Пример 11.** Выбрать сборные шины 10,5 кВ ГРУ ТЭЦ, изоляторы к ним, схема и параметры которой приведены в примерах 7 и 8.

**Решение.** Согласно ПУЭ сборные шины и ошиновка в пределах распределительных устройств по экономической плотности тока не выбираются, поэтому выбор производится по допустимому току.

Наибольший ток в цепи генераторов и сборных шин:

Принимаем алюминиевые шины коробчатого сечения 2 (125 × 55 × 6,5) мм<sup>2</sup>,  $I_{доп. ном} = 4640$  А. С учетом поправочного коэффициента на температуру 0,94  $I_{доп} = 4640 \times 0,94 = 4361$  А, что меньше наибольшего тока, поэтому выбираем шины 2 (150 × 65 × 7) мм<sup>2</sup> сечением 2 × 1785 мм<sup>2</sup>,  $I_{доп} = 5650 \times 0,94 = 5311$  А >  $I_{max} = 4558$  А.

**Проверка сборных шин на термическую стойкость.** По табл. 6.1

.72,32 кА, тогда тепловой импульс тока КЗ, кА<sup>2</sup>с:

$V_{кп} = I_{кз}^2 t_{откл} = 72,32^2 \cdot 4 = 10511,14$  (кА<sup>2</sup>с),

где  $t_{откл} = 4$  с для цепей генераторов мощности 60 МВт и более (время действия резервной защиты);

$T_a = 0,185$  с на шинах электростанций 6–10 кВ с генераторами 30–60 МВт (табл. 5 первой части пособия).

Минимальное сечение по условиям термической стойкости что меньше выбранного сечения  $2 \times 1785$ . Следовательно, шины термически стойки ( $S$  принимаем по табл. 8.3).

**Проверка сборных шин на механическую прочность.** По табл. 6.1

находим  $i_y = 198,8$  кА. Шины коробчатого сечения обладают большим моментом инерции, поэтому расчет выполняется без учета колебательного процесса в механической конструкции шин. Принимаем, что швеллеры шин соединены жестко по всей длине сварным

швом, тогда момент сопротивления  $W_{y0-y0} = 167$  см<sup>3</sup>.

При расположении шин в вершинах прямоугольного треугольника расчетную формулу принимаем поэтому шины механически прочны.

**Выбор изоляторов.** Выбираем опорные изоляторы ОФ-10-2000УЗ,  $F_{разр} = 20\,000$  Н, высота изолятора  $H_{из} = 134$  мм. Проверяем изоляторы на электродинамическую стойкость. Максимальная сила, действующая на изгиб где  $F_{расч} = khFu = 1,61 \cdot 10,550 = 16\,985$  кН  $> 0,6 F_{разр} = 12$  кН, таким образом, изолятор ОФ-10-2000УЗ не проходит по механической прочности. Выбираем изолятор ОФ-10-3000УЗ,  $F_{разр} = 30$  кН, тогда  $F_{расч} = 16,985$  кН  $< 0,6 \cdot 30\,000$  Н = 18 кН.

Выбираем проходной изолятор П-10-5000-4250,  $U_{ном} = 10$  кВ,  $I_{ном} = 5000$  А  $> I_{max} = 4558$  А;  $F_{разр} = 42,50$  кН.

Проверяем изолятор на электродинамическую стойкость  $F_{расч} = 0,5F_{и} = 0,5 \cdot 123,5 = 6,275$   $< 0,6F_{разр} = 0,6 \cdot 42,5$  кН = 25,5 кН.

**Выбор комплектного токопровода.** От выводов генератора до фасадной стены главного корпуса токоведущие части выполнены комплектным пофазно-экранированным токопроводом. По [2] выбираем ТЭНЕ-10-5000-250 на номинальное напряжение 20 кВ, номинальный ток 6300 А, электродинамическую стойкость главной цепи 300 кА, 630; ток термической стойкости  $I_{тер} = 120$  кА,  $t_{тер} = 3$  с.

Проверяем токопровод:

$I_{max} \leq I_{ном}$ ;  $4558$  А  $< 6300$  А;

дин;  $83$  кА  $< 300$  кА

$I t_{тер} \leq I_{тер} t_{тер} = 4239$  кА с  $< 120 \cdot 3 = 360$  кА с.

## 8.7. Пример выбора токоведущих частей в главной схеме АЭС

**Пример 12.** Выбрать токоведущие части в главной схеме АЭС по исходным данным раздела 3.1 первой части (рис. 7.2).

**Решение. Выбор генераторного токопровода.** Для соединения турбогенератора ТЗВ-1200 с трансформатором  $3 \times$ ОРЦ 417/750/2 принимаем комплектный ТЭНЕ-24-18000-560 УХЛ1 с параметрами  $U_{ном} = 24$  кВ,  $I_{ном} = 18\,000$  А,  $i_{дин} = 560$  кА,  $I_{тер} = 220$  кА,  $t_{тер} = 3$  с, удовлетворяющий условиям нормального режима:  $U_{ном} = U_{на}$ ,  $I_{фор} = 16\,898$  А, и режима КЗ  $i_{дин} = 560$  кВ  $> i_{удг} = 270,45$  кА,  $I t_{тер} \leq I_{тер} t_{тер} = 220 \cdot 3 = 660$  кА с.

Токопровод оборудован встроенными трансформаторами тока типа ТШЛ-24-20000/1, трансформаторами напряжения типа ВВГ в каждой фазе для

нужд

релейной защиты установлено по три трансформатора тока с двумя сердечниками класса точности 5р и один ТТ для измерений класса 0,2. В нулевых выводах генератора установлены трансформаторы тока ТШЛ-24-10000/1 с тремя сердечниками класса 5р. В схеме соединения в звезду обмоток генератора всех шести фаз предусматриваются по одному трансформатору тока с двумя сердечниками класса 5р и коэффициентом трансформации 1000/1. В токопровод встроены трансформаторы напряжения: по пять в каждой фазе в линейных выводах генератора до генераторного выключателя и по два в каждой фазе со стороны блочного трансформатора до генераторного выключателя (класс точности ТН-0,2).

Дополнительно для нужд релейной защиты предусматривается по одному трансформатору напряжения, подключенному к цепи соединения в звезду фаз генератора

**Выбор сборных шин и токопроводов ОРУ-750 кВ и ОРУ-330 кВ.**

Сечение сборных шин ОРУ-750 кВ выбираем по допустимому току при максимальной нагрузке на шинах, равной току наиболее мощного присоединения – блока

Блочный трансформатор не может быть нагружен мощностью большей, чем мощность генератора. Поэтому  $I_{\max} = I_{\text{норм}} = 1,03 \text{ кА}$ . По [2, стр. 356, табл. 7.30] с учетом данных табл. 8.6 принимаем пять проводов в фазе марки АС-330/43 с допустимым током  $5 \cdot 700 = 3500 \text{ А}$ .

Поскольку ток КЗ на шинах 750 кВ меньше  $20 \text{ кА}$  ( $19,9 I_{\text{по}(3)} \text{ кА} < 20 \text{ кА}$ ), проверку шин на схлестывание не проводим. Проверку на термическую стойкость так же не проводим, так как шины выполнены голыми проводами на открытом воздухе.

Для соединения выводов 750 кВ блочного трансформатора со сборными шинами применяем гибкие провода АС. Сечение выбирается

В итоге по условиям коронирования токопровод 750 кВ блока 1200 МВт выполняется пятью проводами  $5 \times \text{АС-300/43}$  суммарным сечением  $1650 \text{ мм}^2$ .

Проверяем токопровод по допустимому току:

$$I_{\max} = 1030 \text{ А} < 5 \cdot 700 = 3500 \text{ А}.$$

Проверку на схлестывание и термическую стойкость не проводим.

Аналогично выбираем сборные шины и токопроводы в ОРУ 330 кВ.

Максимальный ток наиболее мощного присоединения к шинам 330 кВ АТ ЗХАОДЦ 333 : 750 330 24

Сборные шины выполняем из двух проводов  $2 \times \text{АС-500/64}$  с допустимым током  $2 \cdot 945 = 1890 \text{ А}$ . Поскольку по условиям коронирования минимальное допустимое сечение двух проводов при

напряжении 330 кВ меньше принятого, коронирование будет отсутствовать.

На схлестывание и термическую стойкость выбранные шины не проверяем.

Токопровод, соединяющий выводы 330 кВ АТ со сборными шинами, выбираем по экономической плотности тока

По [2, стр. 357, табл. 7.30] для токопровода принимаем три провода АС-600/72 суммарного сечения 1740 мм<sup>2</sup>.

Проверим токопровод по допустимому току

$$I I_{\max \text{ доп}} = 1750 \text{ А} = < 3 \cdot 1050 \text{ А} = 3150 \text{ А}.$$

Проверку на сжестывание и термическую стойкость не выполняем.

**Выбор токопроводов от выводов трансформатора собственных нужд до КРУ-10 кВ собственных нужд.** Определим наибольший рабочий ток на стороне 10 кВ трансформатора собственных нужд с расщепленной обмоткой низшего напряжения:

Связь выводов ТСН и КРУ СН можно выполнить комплектным токопроводом либо пучком кабелей. Для рабочих трансформаторов собственных нужд длина связи от выводов 10 кВ ТСН до КРУ СН невелика, поэтому применяется комплектный токопровод пофазноэкранированный ТЭНЕ-10-3150-128 УХЛ1 со следующими параметрами:  $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$ ,  $I_{\text{ном}} = 3150 \text{ А}$ ,  $i_{\text{дин}} = 128 \text{ кА}$ ,  $I_{\text{тер}} = 100 \text{ кА}$ . Токопровод удовлетворяет условиям нормального режима ( $U_{\text{ном}} = U_{\text{эу}}$ ,

$$I_{\text{ном}} = 3150 \text{ А} > 2312 \text{ А}) \text{ и электродинамической } (i_{\text{дин}} = 128 \text{ кА} > i_{\text{уд}} = 49,9 \text{ кА}) \text{ и термической стойкости } (100 \cdot 3 \cdot 30 \cdot 000 \cdot I_{\text{тер}} \cdot t_{\text{тер}} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 > \dots = \text{кА} \cdot \text{с})$$

Расстояние от резервных трансформаторов собственных нужд до секций собственных нужд велико (может составлять несколько сотен метров). Поскольку удельное сопротивление комплектного токопровода (Ом/км) значительно больше, чем удельное сопротивление пучка кабелей, то применение последнего позволяет улучшить условия самозапуска собственных нужд. Поэтому на АЭС и КЭС с агрегатами большой мощности связь от выводов резервных трансформаторов собственных нужд до секции КРУ собственных нужд выполняется кабельными линиями (из пучков кабелей). При выборе сечения кабелей обязательно осуществляется проверка на их невозгораемость.

*Выбор КРУ в системе собственных нужд (ячеек рабочего питания и резервирования секций).* Поскольку в качестве выключателей

рабочего питания секции собственных нужд приняты выключатели

ВБЧЭ-10-40/3150 (см. табл. 7.3), то по их параметрам выбираем

шкафы КРУ серии К-105. Основные технические данные шкафов:

$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$ , номинальный ток сборных шин – 3150 А, номинальный ток главной цепи – 3150 А, ток термической стойкости для главных цепей – 40 кА, время термической стойкости  $t_{\text{тер}} = 3 \text{ с}$ , номинальный ток электродинамической стойкости – 128 кА.

Результаты выбора токоведущих частей и электрических аппаратов цепей генератора 1200 МВт приведены на рис.