МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе _____ Г.Ю. Нагорная
«27» 03 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрическая часть ГЭС

Уровень образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электроснабжение

Форма обучения очная (заочная)

Срок освоения ОП 4 года(5 лет)

Институт Инженерный

Кафедра разработчик РПД Электроснабжение

Выпускающая кафедра Электроснабжение

Начальник
учебно-методического управления _____ Семенова Л.У.

Директор института _____ Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Шпак О.В.

Черкесск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 3
3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ 4
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 5
4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы 5
4.2 Содержание дисциплины 6
4.2.1 Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля 6
4.2.2 Лекционный курс 7
4.2.3 Лабораторный практикум 9
4.2.4 Практические занятия 10
4.3 Самостоятельная работа обучающегося 13
5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 14
5.1 Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям 14
5.2 Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям 15
5.3 Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям 16
5.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 16
6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 24
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 24
7.1 Перечень основной и дополнительной литературы 24
7.3 Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение 26
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 28
8.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий 28
8.2 Требования оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся 30
8.3 Требования специализированному оборудованию 30
9 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 30
Приложение 1. 32
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ 32
Приложение 2. 45
Аннотация рабочей программы дисциплины 45

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Электрическая часть ГЭС» являются подготовка обучающихся к профессиональной деятельности в области эксплуатации, проектирования и исследования электрооборудования гидроэлектростанций.

– Подготовка к работе по эксплуатации основного электрооборудования электрической части гидростанций (генераторов, трансформаторов, распределительных устройств).

– Формирование навыков проверки технического состояния оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

– Способность контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики и осуществлять оперативные изменения схем их работы.

– Готовность к монтажу, регулировке, испытаниям и сдаче в эксплуатацию электротехнического оборудования.

– Приобретение навыков выбора компоновочных решений для ГЭС.

– Способность выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и вести научные изыскания в области электроэнергетики.

В результате освоения содержания дисциплины обучающийся должен знать современное электрооборудование, основные схемы электрических соединений станций и подстанций, а также особенности конструкций распределительных устройств; уметь использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин; владеть навыками проектирования и эксплуатации электрической части ГЭС.

Задачи дисциплины «Электрическая часть ГЭС» направлены на формирование у студентов практических навыков работы с электротехническим оборудованием гидроэлектростанций.

В рамках учебного процесса решаются следующие задачи:

– Изучение физических процессов, протекающих в электрооборудовании при его работе (нагрев проводников, электродинамические усилия).

– Освоение принципов преобразования энергии потока воды в электрическую энергию и роли электрической части в этом технологическом цикле.

– Ознакомление с нормативно-технической документацией, правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и стандартами надежности в электроэнергетике.

– Изучение состава и характеристик оборудования.

– Изучение основных схем электрических соединений электростанций и подстанций различных типов.

– Развитие способности контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики.

– Обучение методам испытаний электрооборудования, диагностике состояния и оценки остаточного ресурса машин.

– Организация профилактических осмотров, текущего ремонта и оперативных переключений в главных схемах ГЭС.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1 Дисциплина “Электрические станции и подстанции” относится к базовой части Блока 1 Дисциплины (модули), имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2 В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1.Основы проектной деятельности 2.Теоретические основы электротехники 3.Электрические машины 4.Приемники и потребители электрической энергии 5.Электрические аппараты 6.Инженерные расчеты в электротехнике	1.Техника высоких напряжений 2.Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий 3.Электробезопасность 4.Преддипломная практика 5.Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции, обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки 13.03.02 и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП.

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
6	ПК-4	Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи	ПК-4.1. Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи ПК-4.2. Способен осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи
7	ПК-5	Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	ПК-5.1. Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи ПК-5.2. Техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Семестры**
			№ 8
			часов
1		2	3
Аудиторная контактная работа (всего)		**36**	**36**
В том числе:		-	-
Лекции (Л)		12	12
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		12	12
Лабораторные работы (ЛР)		12	12
Контактная внеаудиторная работа, в том числе:		**1,7**	**1,7**
Групповая и индивидуальная консультация		1,7	1,7
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)		**70**	**70**
Работа с книжными источниками		20	20
Работа с видеолекциями и презентациями		5	5
Подготовка к занятиям (ПЗ)		17	17
Подготовка к занятиям (ЛР)		24	24
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)		4	4
Промежуточная аттестация	**Зачет (З)**	**(З)**	**(З)**
	Прием зачета, час	0,3	0,3
ИТОГО:	**часов**	**108**	**108**
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	**3**	**3**

Заочная форма обучения

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Семестры**
			№ 10
			часов
1		2	3
Аудиторная контактная работа (всего)		**16**	**16**
В том числе:			
Лекции (Л)		4	4
Практические занятия (ПЗ)		6	6
Лабораторные работы (ЛР)		6	6
Внеаудиторная контактная работа		**1**	**1**
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)**		**87**	**87**
Контрольная работа (К)		30	30
Работа с видеолекциями и презентациями		10	10
Подготовка к занятиям (ПЗ)		10	20
Подготовка к занятиям (ЛР)		20	20
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)		17	17
Промежуточная аттестация	**Зачет (З)**	**(З)**	**(З)**
	Прием зачета, час	0,3	0,3
	СРО, час.	3,7	3,7
ИТОГО: Общая трудоемкость	**часов**	**108**	**108**
	зач. ед.	**3**	**3**

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающегося (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестаций
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме	2	-	2	12	16	входной контроль (устный опрос)
2		Синхронные генераторы ГЭС	2	12	2	26	52	текущий контроль (контрольный опрос)
3		Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС	2	-	2	7	11	тестовый контроль
4		Коммутационные аппараты и проводники	2	-	2	7	11	текущий контроль (контрольный опрос, контрольная работа)
5		Главные схемы электрических соединений ГЭС	2	-	2	7	11	тестовый контроль
6		Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования	2	-	2	11	15	текущий контроль (контрольный опрос)
7		Внеаудиторная контактная работа					1,7	*индивидуальные и групповые консультации*
8		Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		Итого 6 семестр	**12**	**12**	**12**	**70**	**108**	

Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестаций
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр 10								
9	10	Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме Синхронные генераторы ГЭС Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС Коммутационные аппараты и проводники	2	6	4	45	59	входной контроль (устный опрос)
10		Главные схемы электрических соединений ГЭС Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования	2	-	2	42	44	контрольная работа, тестовый контроль
11		Внеаудиторная контактная работа					4,7	*индивидуальные и групповые консультации*
12		Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		Итого 6 семестр	**4**	**6**	**6**	**87**	**108**	

4.2.2 Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	ОФО	ЗФО
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Семестр 8 ОФО, 10 ЗФО					
1	**Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме**	Общие сведения о ГЭС как элементе электроэнергетической системы (ЭЭС).	Классификация гидроэлектростанций (по напору, мощности, схеме использования водотока). Особенности режима работы ГЭС в ЭЭС (пиковый резерв, регулирование частоты и напряжения, быстрое изменение нагрузки).	2	2

			Основное силовое оборудование: связь гидротурбины и гидрогенератора. Состав электрической части станции: главные цепи, система собственных нужд, устройства управления и защиты.		
2	**Синхронные генераторы ГЭС**	Режимы работы, конструкции и эксплуатационные характеристики гидрогенераторов.	Принцип действия синхронной машины. Отличия гидрогенераторов от турбогенераторов (явнополюсная конструкция, большой диаметр ротора, низкая частота вращения). Системы охлаждения (воздушное, водяное, форсированное). Основные параметры и характеристики: активная и реактивная мощность, КПД, перегрузочная способность. Параллельная работа с сетью. Способы синхронизации.	2	
3	**Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС**	Повышающие подстанции ГЭС, особенности трансформации больших мощностей.	Назначение силовых трансформаторов для связи генератора с распределительным устройством высокого напряжения. Групповые (однофазные) и трехфазные трансформаторные агрегаты. Автотрансформаторные схемы. Нагрузочная способность трансформаторов. Допустимые систематические и аварийные перегрузки. Регулирование напряжения под нагрузкой (РПН). Потери энергии и методы их снижения.	2	
4	**Коммутационные аппараты и проводники**	Электрические аппараты распределительных устройств и токоведущие части	Выключатели высокого напряжения (элегазовые, вакуумные): назначение, принципы гашения дуги, выбор по номинальным параметрам и отключающей способности. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Их роль в оперативных переключениях. Измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН). Шинопроводы, кабели и гибкие связи. Расчет шин на термическую и электродинамическую стойкость при коротком замыкании.	2	

5	**Главные схемы электрических соединений ГЭС**	Конфигурация главных цепей электростанции	Типы схем распределительных устройств: блочные («генератор-трансформатор»), схемы со сборными шинами, укрупненные блоки. Особенности схем мощных высоконапорных ГЭС (необходимость расщепления обмоток низкого напряжения, полуторные схемы). Технико-экономическое обоснование выбора главной схемы. Система собственных нужд (СН) ГЭС: потребители СН, классификация надежности, схемы питания рабочего и резервного ввода СН.	2	2
6	**Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования**	Физическое исполнение электроустановок и современные методы контроля состояния.	Открытые (ОРУ), закрытые (ЗРУ) и комплектные (КРУЭ) распределительные устройства. Компоновка ОРУ-110/220/500 кВ. Заземляющие устройства станций. Молниезащита и защита от перенапряжений. Современные системы мониторинга и диагностики (мониторинг частичных разрядов, тепловизионный контроль, вибродиагностика подшипников генераторов). Перспективы развития электрической части ГЭС (цифровые подстанции, применение силовой электроники — FACTS).	2	
Итого 8 семестр ОФО, 10 семестр ЗФО				**12**	**4**

4.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	ОФО	ЗФО
1	2	3	4	5	6
Семестр 8 ОФО, 10 ЗФО					
1	**Синхронные генераторы ГЭС**	Л.р. №1 Ручное управление включением синхронного генератора на параллельную работу по способу самосинхронизации	Повторение теоретического материала. Выполнение условий синхронизации генератора на параллельную работу синхронного генератора с электрической системой на лабораторном стенде. Оформление лабораторной работы.	6	2
2	**Синхронные генераторы ГЭС**	Л.р. №2 Автоматическое управление режимом автономно работающего синхронного генератора	Повторение теоретического материала. Выполнение мер, обеспечивающих стабильные параметры автономно работающего синхронного генератора вырабатываемой электроэнергии (прежде всего напряжение и частоту)	6	4

			при изменяющейся нагрузке и прочих возмущениях на лабораторном стенде. Оформление лабораторной работы.		
	Итого Семестр (8 ОФО) 10 ЗФО)			**12**	**6**
	Всего			**12**	**6**

Перечень лабораторных работ по дисциплине «Электрическая часть ГЭС», направленных на закрепление теоретических знаний и получение практических навыков работы с основным электрооборудованием:

1. Ручное управление включением синхронного генератора на параллельную работу по способу самосинхронизации

Цель: Приобрести практические навыки ручного включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью по способу самосинхронизации

Краткое содержание: Освоить порядок операций при ручном управлении включением в режиме самосинхронизации; экспериментально оценить величину броска тока при включении невозбуждённого синхронного генератора в сеть и сопоставить её с расчётной; изучить процесс втягивания генератора в синхронизм после подачи возбуждения; проанализировать влияние отклонения частоты генератора от частоты сети на величину ударного тока и динамику входа в синхронизм; закрепить понимание ограничений и области применения метода самосинхронизации.

2. Автоматическое управление режимом автономно работающего синхронного генератора

Цель: освоить принципы и приобрести практические навыки автоматического управления режимом автономно работающего синхронного генератора

Краткое содержание: изучить взаимодействие систем автоматического регулирования частоты вращения и автоматического регулирования возбуждения при изменении нагрузки; экспериментально оценить качество поддержания напряжения и частоты в автономном режиме при набросе и сбросе нагрузки; определить статические и динамические характеристики регулирования; сопоставить фактические показатели работы синхронного генератора с допустимыми нормами и требованиями к стойкости оборудования; проанализировать влияние характера нагрузки на стабильность режима и работу автоматики.

4.2.4 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практического занятия	Содержание практического занятия	ОФО	ЗФО
1	2	3	4	5	6
Семестр 8 ОФО, 10 ЗФО					
1	**Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме**	Анализ баланса мощности в энергорайоне с ГЭС	На примере условного энергоузла рассчитать покрытие нагрузки за счёт ГЭС, определить долю ГЭС в балансе, оценить влияние суточного регулирования стока на режим работы станции	2	2
2	**Синхронные генераторы ГЭС**	Расчёт характеристик синхронного генератора	По паспортным данным рассчитать сверхпереходные и переходные ЭДС, построить U-образную характеристику, оценить пределы устой-	2	

			чивости.		
3	**Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС**	Выбор трансформаторов связи ГЭС по расчётной мощности	Учесть графики нагрузки, коэффициенты одновременности, резервирование и перспективы развития; проверить выбранные трансформаторы по допустимой аварийной перегрузке	2	2
4	**Коммутационные аппараты и проводники**	Выбор выключателей, разъединителей и трансформаторов тока по расчётным условиям	Для заданной цепи определить расчётные токи, токи КЗ, динамическую и термическую стойкость; сопоставить с каталожными данными.	2	
5	**Главные схемы электрических соединений ГЭС**	Разработка вариантов главной схемы ГЭС	Рассмотреть несколько типовых решений (одна система шин, две системы шин с обходной, полуторная схема и т. д.), оценить надёжность, ремонтопригодность, стоимость; выбрать оптимальный вариант.	2	2
6	**Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования**	Сравнительный анализ ОРУ и ЗРУ для ГЭС.	По заданным условиям (климат, габариты площадки, требования к надёжности) выбрать тип РУ, обосновать компоновку, размещение оборудования и габариты ячеек	2	
	Итого			**12**	**6**
	Всего			**12**	**6**

Перечень практических работ по дисциплине «Электрическая часть ГЭС», ориентированных на выполнение инженерных расчетов:

1. Анализ баланса мощности в энергорайоне с ГЭС

Цель: научиться составлять и анализировать баланс мощности в энергосистеме, которая включает гидроэлектростанцию, и на этой основе определять её ключевые параметры и роль в покрытии графика нагрузки

Краткое содержание: Работа начинается с анализа годового графика электрической нагрузки энергосистемы и исходных данных по гидрологии. Определяется потенциальная мощность, которую ГЭС может вырабатывать в разные месяцы, исходя из доступного водного стока и напора.

2. Расчёт характеристик синхронного генератора

Цель: освоить аналитические методы расчёта и построения рабочих характеристик синхронного генератора для оценки его свойств и устойчивости

Краткое содержание: Строится векторная диаграмма для номинального режима, по которой определяются ток возбуждения, КПД и изменение напряжения при сбросе нагрузки. Далее проводится расчёт и построение рабочих характеристик: характеристики холостого хода, внешней характеристики, регулировочной характеристики и зависимости КПД от нагрузки. На третьем этапе рассчитывается угловая характеристика — зависимость электромагнитной мощности от угла нагрузки, по которой определяются максимальная мощность и статическая перегружаемость генератора. Четвёртый этап включает построение U-образной характеристики, показывающей зависимость тока статора от тока возбуждения и позволяющей определить границы допустимых режимов работы. На пятом, заключительном этапе, выполняются расчёты уста-

новившихся токов трёхфазного, двухфазного и однофазного короткого замыкания, а также ударного тока, необходимые для выбора защитного оборудования.

3. Выбор трансформаторов связи ГЭС по расчётной мощности

Цель: научиться выбирать трансформаторы для связи между распределительными устройствами разных напряжений на ГЭС, чтобы обеспечить надёжную передачу мощности в энергосистему в любых режимах работы

Краткое содержание: рассчитывается мощность, которая должна пройти через трансформатор связи в трёх режимах: в нормальном режиме при максимальной и минимальной нагрузках на шинах среднего напряжения; в аварийном режиме при отключении одного генератора, присоединённого к этим шинам. Расчёт ведётся по формуле баланса мощностей с учётом генерации, нагрузки и собственных нужд.

Далее проводится выбор номинальной мощности: по наибольшему полученному перетоку с учётом допустимой аварийной перегрузки подбирается ближайший больший трансформатор из каталога.

4. Выбор выключателей, разъединителей и трансформаторов тока по расчётным условиям

Цель: освоить методику обоснованного выбора высоковольтного оборудования для распределительных устройств ГЭС путём сопоставления их каталожных данных с расчётными параметрами электроустановки — рабочими токами и токами короткого замыкания.

Краткое содержание: определяются расчётные режимы и вычисляются максимальные рабочие токи для каждого присоединения — в нормальном режиме и утяжелённо. На втором этапе рассчитываются параметры токов короткого замыкания: ударный ток, периодическая и апериодическая составляющие в момент отключения, тепловой импульс. Третий этап — предварительный выбор аппаратов из каталога по напряжению и максимальному току. На четвёртом этапе выполняются проверки: выключатели проверяются на электродинамическую и термическую стойкость, а также на отключающую способность по симметричному и апериодическому току; разъединители — только на электродинамическую и термическую стойкость; трансформаторы тока — на электродинамическую и термическую стойкость, а также на допустимую вторичную нагрузку. На заключительном этапе результаты сводятся в таблицы и делается вывод о пригодности выбранного оборудования.

5. Разработка вариантов главной схемы ГЭС

Цель: освоить методику разработки и сравнения вариантов главной электрической схемы ГЭС, научиться выбирать рациональную структуру распределительных устройств, обеспечивающую надёжность, гибкость и экономичность при передаче мощности в энергосистему.

Краткое содержанию: анализируются исходные данные: количество и мощность генераторов, количество и мощность трансформаторов, число и напряжения распределительных устройств, количество присоединений к энергосистеме, категорийность потребителей по надёжности, а также требования системного оператора к надёжности схемы. Затем разрабатываются 2–3 конкурентоспособных варианта главной схемы, различающихся: способом соединения генераторов с трансформаторами, схемой распределительных устройств, наличием и мощностью трансформаторов связи между РУ разных напряжений. На третьем этапе для каждого варианта рассчитываются капитальные затраты на оборудование и эксплуатационные расходы, оценивается надёжность и определяется интегральный показатель — приведённые затраты. На четвёртом этапе выполняется технико-экономическое сравнение вариантов по критерию минимума приведённых затрат с учётом ущерба от недоотпуска электроэнергии при аварийных отключениях. На заключительном этапе оформляется итоговый вывод с обоснованием выбора оптимального варианта и описанием его преимуществ и недостатков.

6. Сравнительный анализ ОРУ и ЗРУ для ГЭС.

Цель: Научиться проводить технико-экономический анализ различных типов распределительных устройств применительно к условиям ГЭС, чтобы обоснованно выбрать оптималь-

ный вариант, обеспечивающий баланс надёжности, экономичности и эксплуатационных удобств

Краткое содержание: анализ принципов устройства и компоновки ОРУ и ЗРУ. Рассматриваются случаи, когда ЗРУ предпочтительнее: стеснённые условия площадки, агрессивная среда, суровый климат; а когда более выгодно ОРУ: наличие больших свободных территорий и относительно мягкий климат. Оценка экономической эффективности: расчёт приведённых затрат и других показателей для выбора наиболее экономичного варианта с учётом долгосрочной перспективы .Итогом занятия является обоснованный выбор типа распределительного устройства для конкретных условий проектируемой ГЭС.

4.3 Самостоятельная работа обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
Семестр 8				
1	Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме	1.1	Работа с книжными источниками	4
		1.2	Работа с видеолекциями и презентациями	1
		1.3	Подготовка к занятиям (ПЗ)	7
2	Синхронные генераторы ГЭС	2.1	Подготовка к занятиям (ПЗ)	2
		2.2	Подготовка к занятиям (ЛР)	24
3	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС.	3.1	Работа с книжными источниками	4
		3.2	Работа с видеолекциями и презентациями	1
		3.3	Подготовка к занятиям (ПЗ).	2
4	Коммутационные аппараты и проводники	4.1	Работа с книжными источниками	4
		4.2	Работа с видеолекциями и презентациями	1
		4.3	Подготовка к занятиям (ПЗ).	2
5	Главные схемы электрических соединений ГЭС	5.1	Работа с книжными источниками	4
		5.2	Работа с видеолекциями и презентациями	1
		5.3	Подготовка к занятиям (ПЗ).	2
6	Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования	6.1	Работа с книжными источниками	4
		6.2	Работа с видеолекциями и презентациями	1
		6.3	Подготовка к занятиям (ПЗ).	2
		6.4	Подготовка к промежуточному контролю	4
	Итого 8 семестр			**70**

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
Семестр 10				
1	Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме Синхронные генераторы ГЭС Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС Коммутационные аппараты и проводники	1.1	Подготовка к выполнению разделов контрольной работы.	15
		1.2	Просмотр видеолекций	5
		1.3	Подготовка к практическим занятиям	5
		1.4	Подготовка к лабораторным работам.	20
2	Главные схемы электрических соединений ГЭС Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования	1.1	Подготовка к выполнению разделов контрольной работы.	15
		1.2	Просмотр видеолекций	5
		1.3	Подготовка к практическим занятиям	5
		1.4	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	17
	Итого 10 семестр			**87**

5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1 Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться уже на самой лекции. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал - это необходимое условие для его понимания, но студенту недостаточно только слушать лекцию. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Однако, как бы внимательно обучающийся не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Поэтому необходимым условием является конспектирование лекции. Таким образом, на лекции обучающийся должен совместить два момента внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. При этом лекция не должна превращаться в урок-диктант. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию, конспектируйте только самое важное. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам.

При конспектировании лекции необходимо обращать внимание обучающихся на ряд правил:

- Вести конспект необходимо в отдельной тетради, т. к. разрозненные листы, как правило, всегда теряются.
- Записи осуществлять максимально чётко и ясно, что бы в дальнейшем не возникала необходимость в «расшифровке» собственных записей.
- Увеличить скорость письма до 120 букв в минуту.
- При записи конспектов оставлять поля, для последующих пометок, в тексте выделять темы, разделы, ключевые моменты.
- В конспекте по возможности применять сокращения слов и условные знаки.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. От того насколько эффективно обучающийся это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать.

Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции. Опыт показывает, что предсессионный штурм непродуктивен, материал запоминается ненадолго. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

5.2 Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям

Подготовка к лабораторным занятиям и практикумам носит различный характер, как по содержанию, так и по сложности исполнения. Проведение задач энергетического обследования предполагает хорошее знание конструкции, принципа работы измерительных приборов, их возможностей, умение вносить своевременные поправки для получения более точных результатов, а также методики обработки результатов.

Многие лабораторные занятия требуют большой исследовательской работы, изучения дополнительной научной и специальной технической литературы. Прежде чем приступить к выполнению такой работы, обучающемуся необходимо ознакомиться обстоятельно с содержанием задания, уяснить его, оценить с точки зрения восприятия и запоминания все составляющие его компоненты. Это очень важно, так как при проработке соответствующего материала по конспекту лекции или по рекомендованной литературе могут встретиться определения, факты, пояснения, которые не относятся непосредственно к заданию. Обучающийся должен хорошо знать и понимать содержание задания, чтобы быстро оценить и отобрать нужное из читаемого. Далее, в соответствии со списком рекомендованной литературы, необходимо отыскать материал к данному заданию по всем пособиям.

Весь подобранный материал нужно хотя бы один раз прочитать или внимательно просмотреть полностью. По ходу чтения помечаются те места, в которых содержится ответ на вопрос, сформулированный в задании. Читая литературу по теме, обучающийся должен мысленно спрашивать себя, на какой вопрос задания отвечает тот или иной абзац прорабатываемого пособия. После того, как материал для ответов подобран, желательно хотя бы мысленно, а лучше всего устно или же письменно, ответить на все вопросы. В случае, если обнаружится пробел в знаниях, необходимо вновь обратиться к литературным источникам и проработать соответствующий раздел. Только после того, как преподаватель убедится, что обучающийся хорошо знает необходимый теоретический материал, что его ответы достаточно аргументированы и доказательны, можно считать обучающегося подготовленным к выполнению лабораторных работ.

Перед началом работы обучающийся должен ответить на контрольные вопросы преподавателя. При неудовлетворительных ответах обучающийся не допускается к проведению лабораторной работы. Однако он должен оставаться в лаборатории и повторно готовиться к ответу на контрольные вопросы. При успешной повторной сдаче, если до конца занятия остается достаточное количество времени, преподаватель может допустить обучающегося к выполне-

нию работы, в противном случае обучающийся выполняет работу в дополнительное время.

При проведении измерений необходимо осознавать цель работы, точность, с которой нужно вести измерения, представлять себе правильно ли протекает эксперимент.

Лабораторная работа считается выполненной только в том случае, когда отчет по ней принят. Рекомендуется составлять отчет сразу после проведения работы, это позволит сократить трудозатраты на ее оформление и защиту.

Защита лабораторных работ должна происходить, как правило, в часы, отведенные на лабораторные занятия. Обучающийся может быть допущен к следующей лабораторной работе только в том случае, если у него не защищено не более двух предыдущих работ.

5.3 Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям

В процессе подготовки и проведения практических занятий обучающиеся закрепляют полученные ранее теоретические знания, приобретают навыки их практического применения, опыт рациональной организации учебной работы, готовятся к сдаче зачёта, зачета с оценкой.

В начале семестра обучающиеся получают сводную информацию о формах проведения занятий и формах контроля знаний. Тогда же обучающимся предоставляется список тем лекционных и практических заданий, а также тематика рефератов. Каждое практическое занятие по соответствующей тематике теоретического курса состоит из вопросов для подготовки, на основе которых проводится устный опрос каждого обучающегося. Также после изучения каждого раздела обучающиеся для закрепления пройденного материала:

- решают тесты, контрольные задачи;
- защищают реферативные работы по дополнительным материалом курса.

Поскольку активность обучающегося на практических занятиях является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к таким занятиям требует от обучающегося ответственного отношения.

При подготовке к занятию обучающиеся в первую очередь должны использовать материал лекций и соответствующих литературных источников. Самоконтроль качества подготовки к каждому занятию обучающиеся осуществляют, проверяя свои знания и отвечая на вопросы дл самопроверки по соответствующей теме.

Входной контроль осуществляется преподавателем в виде проверки и актуализации знаний обучающихся по соответствующей теме. Входной контроль осуществляется преподавателем проверкой качества и полноты выполнения задания.

Типовой план практических знаний:

1 Изложение преподавателем темы занятия, его целей и задач.
2 Выдача преподавателем задания обучающимся, необходимые пояснения.
3 Выполнения задания обучающимися под наблюдением преподавателя. Обсуждение результатов. Резюме преподавателя.
4 Общее подведение итогов занятия преподавателем и выдача домашнего задания.

Обучающийся при подготовке к практическому занятию может консультироваться с преподавателем и получать от него наводящие разъяснения.

5.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме дисциплины обучающимся предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

При выполнении самостоятельной работы обучающимся следует:

- руководствоваться графиком проведения самостоятельной работы;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы.
- использовать при подготовке соответствующих нормативных документов СевКавГА (при утверждении таковых);
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

При выполнении самостоятельной работы по дисциплине обучающимся необходимо использовать основную и дополнительную литературу по дисциплине.

Работа с литературными источниками и интернет - ресурсами

В процессе изучения дисциплины студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебными пособиями и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

1. Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться;

2. Перечень должен быть систематизированным (что необходимо для практических занятий, экзаменов).

3. Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге

4. Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

5. При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками, которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

6. Все прочитанные книги, учебные пособия и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Составление конспекта

При составлении конспекта необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Подготовка к тестированию

Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, тестирование имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно выполнить тест. Можно дать следующие методические рекомендации:

Прежде всего, следует внимательно изучить структуру теста, оценить объем времени, выделяемого на данный тест, увидеть, какого типа задания в нем содержатся. Это поможет настроиться на работу.

Лучше начинать отвечать на те вопросы, в правильности решения которых нет сомнений, не останавливаясь пока на тех, которые могут вызвать долгие раздумья. Это позволит успокоиться и сосредоточиться на выполнении более трудных вопросов.

Очень важно всегда внимательно читать задания до конца, не пытаясь понять условия «по первым словам» или выполнив подобные задания в предыдущих тестированиях. Такая спешка нередко приводит к досадным ошибкам в самых легких вопросах.

Если Вы не знаете ответа на вопрос или не уверены в правильности, следует пропустить его и отметить, чтобы потом к нему вернуться.

Психологи также советуют думать только о текущем задании. Как правило, задания в тестах не связаны друг с другом непосредственно, поэтому необходимо концентрироваться на данном вопросе и находить решения, подходящие именно к нему. Кроме того, выполнение этой рекомендации даст еще один психологический эффект – позволит забыть о неудаче в ответе на предыдущий вопрос, если таковая имела место.

Темы и вопросы для самостоятельного изучения

Устройство ГЭС и технология производства электроэнергии

1. Принцип работы ГЭС: преобразование энергии водного потока в электрическую.
2. Классификация ГЭС по напору, мощности и типу гидротехнических сооружений.

3. Деривационные и плотинные ГЭС: конструктивные отличия и особенности эксплуатации.

4. Машинный зал ГЭС: компоновка гидроагрегатов и вспомогательного оборудования.

5. Гидротехнические сооружения ГЭС: плотины, водосбросы, водозаборы.

Основное электрооборудование ГЭС

6. Синхронные гидрогенераторы: конструкции, системы охлаждения и возбуждения.

7. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС: схемы соединения и режимы работы.

8. Высоковольтные выключатели ГЭС: элегазовые, вакуумные, масляные — сравнительный анализ.

9. Разъединители, заземляющие ножи и короткозамыкатели в схемах ГЭС.

10. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение и схемы включения.

Электрические схемы и распределительные устройства

11. Блочные схемы «генератор-трансформатор»: преимущества и недостатки.

12. Схемы распределительных устройств с одной секционированной системой шин.

13. Схемы распределительных устройств с двойной системой шин.

14. Полуторные схемы распределительных устройств ГЭС: область применения и особенности.

15. Компоновка открытых (ОРУ) и закрытых (ЗРУ) распределительных устройств ГЭС.

16. Особенности схем собственных нужд ГЭС: потребители, надежность электроснабжения.

Режимы работы, устойчивость и регулирование

17. Режимы работы ГЭС в энергосистеме: базовая нагрузка, пиковый резерв, регулирование частоты.

18. Параллельная работа генераторов ГЭС: распределение активной и реактивной мощности.

19. Регулирование напряжения и реактивной мощности ГЭС: системы возбуждения генераторов.

20. Устойчивость ГЭС: статическая и динамическая устойчивость синхронных машин.

21. Переходные процессы в электрической части ГЭС при коротких замыканиях.

Эксплуатация, диагностика и надежность

22. Организация технического обслуживания и ремонта электрооборудования ГЭС.

23. Методы диагностики состояния изоляции обмоток генераторов и трансформаторов.

24. Мониторинг частичных разрядов и тепловизионный контроль электрооборудования ГЭС.

25. Оценка остаточного ресурса оборудования ГЭС: методы и нормативная база.

26. Анализ аварийных режимов и отказов электрооборудования ГЭС: статистика и профилактика.

Проектирование и расчетные задачи

27. Выбор главной схемы электрических соединений ГЭС: технико-экономическое обоснование.

28. Расчет токов короткого замыкания в схемах ГЭС: методы и программное обеспечение.

29. Проверка электрооборудования ГЭС на электродинамическую и термическую стойкость.

30. Автоматизация управления электрической частью ГЭС: современные системы SCADA и цифровые подстанции.

Контрольные вопросы (самоконтроль)

Тема: Общие сведения о ГЭС как элементе электроэнергетической системы (ЭЭС).

Классификация гидроэлектростанций

1. Какие типы ГЭС выделяют по напору воды? Приведите примеры высоконапорных и низконапорных станций.

2. Чем отличаются русловые ГЭС от приплотинных?

3. Что такое деривационная ГЭС и в чём её конструктивные особенности?

4. Какие ГЭС называются гидроаккумулирующими (ГАЭС) и каково их назначение в энергосистеме?

5. Опишите классификацию ГЭС по установленной мощности и приведите примеры станций разной мощности.

Особенности режима работы ГЭС в ЭЭС

6. Какова роль ГЭС в покрытии пиковых нагрузок энергосистемы?

7. Объясните, как ГЭС участвуют в регулировании частоты электрического тока.

8. Почему ГЭС способны быстро изменять нагрузку и какие технологические особенности этому способствуют?

9. Как ГЭС влияют на уровень напряжения в энергосистеме?

10. Опишите особенности суточного графика нагрузки ГЭС и факторы, влияющие на выработку электроэнергии.

Основное силовое оборудование: связь гидротурбины и гидрогенератора

11. Как устроена связь гидротурбины и гидрогенератора на ГЭС?

12. Какие типы гидротурбин применяются на ГЭС и в чём их различия?

13. Опишите конструкцию гидрогенератора и его отличия от турбогенератора.

14. Какие системы возбуждения применяются для гидрогенераторов и каковы их особенности? **15.** Что такое направляющий аппарат гидротурбины и какую функцию он выполняет?

Тема «Синхронные генераторы ГЭС»

Принцип действия и конструктивные особенности

1. Опишите принцип действия синхронной машины: как преобразуется механическая энергия вращения ротора в электрическую энергию на зажимах статора.

2. В чем заключается принципиальное отличие явнополюсной конструкции гидрогенератора от неявнополюсной конструкции турбогенератора?

3. Как низкая частота вращения гидротурбины влияет на число полюсов, диаметр ротора и габаритные размеры генератора? Почему у гидрогенераторов всегда большой диаметр ротора?

4. Объясните физическую причину возникновения реактивного момента при нагрузке синхронной машины. Что такое угол нагрузки (θ или δ) и как он связан с передаваемой активной мощностью?

5. Какие типы демпферных (успокоительных) обмоток применяются в гидрогенераторах и какую роль они играют при переходных процессах и несимметричных режимах?

Системы охлаждения

6. Сравните косвенное воздушное охлаждение (по замкнутому и разомкнутому циклам) с непосредственным водяным охлаждением обмотки статора по эффективности отвода тепла.

7. Для каких мощностей гидрогенераторов применяется форсированное охлаждение водородом? Назовите его основные преимущества перед воздушным и главные требования к герметичности корпуса.

8. Как осуществляется контроль температуры наиболее нагретых точек обмоток и стали статора? Что произойдет со станцией при срабатывании защиты от перегрева генератора?

Основные параметры и характеристики

9. Дайте определение номинальной активной (Рном) и реактивной (Qном) мощности гидрогенератора. От чего зависит располагаемая активная мощность агрегата в конкретный момент времени?

10. Из каких составляющих складываются потери энергии в гидрогенераторе и как рассчитывается его коэффициент полезного действия (КПД)? При каком режиме работы КПД достигает максимального значения?

11. Что такое перегрузочная способность гидрогенеатора? Запишите формулу через отношение максимальной электромагнитной мощности к номинальной и объясните, какими конструктивными параметрами она определяется.

Параллельная работа и синхронизация

12. Перечислите четыре строгих условия точной ручной синхронизации генератора с сетью. К каким последствиям приведет включение выключателя при несоблюдении каждого из них?

13. Опишите процесс автоматической самосинхронизации. В каких аварийных ситуациях этот метод является предпочтительным, несмотря на бросок тока в сети?

14. Как распределяются активная и реактивная мощности между параллельно работающими генераторами одной ГЭС? Какой параметр турбины регулирует активную мощность, а какой — ток возбуждения генератора для регулирования реактивной мощности?

15. Что такое U-образная характеристика синхронного генератора? Покажите на ней зоны перевозбуждения и недовозбуждения, а также поясните, почему генератор может выдавать или потреблять реактивную мощность.

Тема: Силовые трансформаторам ГЭС

Назначение трансформаторов и схемы включения

1. Каково основное назначение силовых трансформаторов связи ГЭС?

2. Почему генераторы ГЭС чаще всего соединяются с трансформаторами по блочной схеме?

3. Какие типы трансформаторов применяются для связи генератора с распределительным устройством высокого напряжения?

4. Что такое групповой трансформаторный агрегат?

5. В каких случаях применяются однофазные трансформаторы вместо трехфазных?

Автотрансформаторные схемы

6. Каковы преимущества автотрансформаторных схем по сравнению с трансформаторными?

7. Почему автотрансформаторы не применяются для связи генератора с распределительным устройством низкого напряжения?

8. Как рассчитывается мощность автотрансформатора, используемого на ГЭС?

Нагрузочная способность трансформаторов

9. Что такое нагрузочная способность трансформатора?

10. Как определяется номинальная мощность трансформатора?

11. Что такое систематические перегрузки трансформатора?

12. Как рассчитываются аварийные перегрузки трансформатора?

13. Какие факторы влияют на величину допустимой систематической перегрузки?

Регулирование напряжения под нагрузкой (РПН)

14. Что такое РПН и зачем оно применяется на трансформаторах ГЭС?

15. Где располагается устройство РПН в обмотке трансформатора?

Контрольные вопросы к разделу «Силовые трансформаторы ГЭС»

Назначение силовых трансформаторов и связь с генератором

1.Каково основное назначение повышающих силовых трансформаторов на ГЭС? Почему передача электроэнергии в энергосистему осуществляется на высоких напряжениях (110, 220, 500 кВ)?

2.Опишите схему блока «генератор-трансформатор». Какие преимущества дает отказ от сборных шин генераторного напряжения при такой компоновке?

3.Для чего между выводами генератора и обмоткой низшего напряжения трансформатора часто устанавливаются генераторные распределительные устройства (ГРУ) или токоограничивающие реакторы?

Групповые агрегаты и автотрансформаторные схемы

4. В каких случаях на мощных гидроэлектростанциях применяются групповые однофазные трансформаторы вместо трехфазных? Назовите их главные конструктивные достоинства.

5. Что такое расщепленная обмотка низкого напряжения трансформатора и для чего она применяется в схемах блоков ГЭС?

6. Объясните принцип работы автотрансформатора. При каком соотношении номинальных напряжений (UBH/UCHU) его применение экономически наиболее оправдано по сравнению с обычным трехобмоточным трансформатором?

Нагрузочная способность: систематические перегрузки

7. Дайте определение нагрузочной способности трансформатора. Чем ограничивается длительная нагрузка трансформатора сверх номинала?

8. Что такое систематическая перегрузка? Приведите пример суточного графика нагрузки ГЭС, при котором возникает необходимость в расчете систематической перегрузки.

9. На какие физические процессы опирается стандарт (например, ГОСТ 14209-97), разрешающий систематические перегрузки без сокращения срока службы изоляции?

Нагрузочная способность: аварийные перегрузки

10. Что такое аварийная перегрузка трансформатора и какова её главная цель?

11. Сравните допустимую длительность и кратность аварийной перегрузки со значениями для систематической. Почему время аварийной перегрузки жестко ограничено несколькими часами?

12. Как температура верхних слоев масла влияет на скорость термического старения изоляции бумажной обмотки во время перегрузок?

Регулирование напряжения под нагрузкой и потери энергии

13. Как работает устройство регулирования напряжения под нагрузкой (РПН)? Какой элемент конструкции РПН позволяет переключать ответвления обмотки без разрыва тока нагрузки?

14. Из каких основных составляющих складываются суммарные потери мощности в силовом трансформаторе? Какая из них зависит от квадрата передаваемой нагрузки, а какая остается практически постоянной?

15. Перечислите основные методы снижения потерь энергии в трансформаторах ГЭС (применение холоднокатаной стали, увеличение сечения проводников, использование систем форсированного охлаждения). К каким негативным последствиям (рост стоимости, габаритов) они приводят?

Тема: Коммутационные аппараты и токоведущие части ГЭС

Выключатели высокого напряжения

1. Каково основное назначение выключателей высокого напряжения (ВВ) в схемах ГЭС?

2. Опишите принцип гашения дуги в элегазовых выключателях. Почему элегаз (SF_6) обладает лучшими дугогасящими свойствами по сравнению с воздухом?

3. В чём заключается принцип гашения дуги в вакуумных выключателях?

4. Каковы преимущества и недостатки вакуумных и элегазовых выключателей по сравнению с масляными?

5. Что такое отключающая способность выключателя? Как она связана с током короткого замыкания (*ТКЗ*) в схемах ГЭС?

6. Какие номинальные параметры выключателей учитываются при их выборе для главных схем ГЭС?

7. Почему выключатели ГЭС должны обладать высокой скоростью отключения?

Разъединители, отделители, короткозамыкатели

8. Каково назначение разъединителя в схемах ГЭС? Почему разъединителем нельзя отключать токи нагрузки?

9. Объясните назначение отделителя и короткозамыкателя в схемах генераторного распределительного устройства ГЭС.

10. Какие операции выполняются разъединителями и отделителями при выводе генератора в ремонт?

11. Почему короткозамыкатели применяются преимущественно в схемах генераторного напряжения ГЭС?

12. Какие меры безопасности применяются при оперировании разъединителями под нагрузкой?

Измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН)

13. Каково назначение трансформаторов тока (ТТ) в схемах ГЭС?

14. Объясните принцип работы трансформатора напряжения (ТН) и его назначение для защиты и измерений.

15. Какие классы точности применяются для трансформаторов тока и напряжения в схемах ГЭС?

16. Как выполняется вторичная обмотка трансформатора тока и почему важно соблюдать полярность обмоток?

17. Какие опасности возникают при размыкании вторичной цепи трансформатора тока под нагрузкой?

Шинопроводы, кабели и гибкие связи

18. Какие типы токопроводов применяются для внутренней и наружной прокладки на ГЭС?

19. Как рассчитать сечение шин на термическую стойкость при коротком замыкании?

20. Объясните понятие электродинамической стойкости шинопроводов. Какие силы действуют между фазами при трёхфазном КЗ?

21. Каковы преимущества и недостатки гибких шин по сравнению с жёсткими?

22. Какие марки кабелей используются для прокладки внутри здания ГЭС и в открытых распределительных устройствах?

23. Почему для токопроводов собственных нужд ГЭС часто применяют кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена?

Тема: Схема электрических соединений ГЭС

Типы схем распределительных устройств

1. Опишите блочную схему «генератор-трансформатор». В чём её основное преимущество и для каких ГЭС она применяется?

2. Какие схемы распределительных устройств (РУ) относятся к схемам со сборными шинами? Назовите их основные разновидности.

3. Что такое укрупнённый блок? В каких случаях целесообразно применять укрупнённые блоки на ГЭС?

4. Сравните надёжность блочных схем и схем со сборными шинами при отказе одного выключателя.

5. Почему блочные схемы считаются наиболее простыми и надёжными для мощных ГЭС?

Особенности схем мощных высоконапорных ГЭС

6. Почему на мощных высоконапорных ГЭС возникает необходимость расщепления обмотки низкого напряжения генератора?

7. Объясните принцип построения полуторных схем распределительных устройств. Почему они называются «полуторными»?

8. Какие преимущества дают полуторные схемы по сравнению с двойной системой шин?

9. Почему схемы мощных ГЭС часто выполняются с двумя трансформаторами на два генератора?

Технико-экономическое обоснование выбора главной схемы

10. Какие критерии используются для выбора главной схемы электрических соединений ГЭС?

11. Что включает в себя технико-экономическое обоснование выбора схемы РУ ГЭС?

12. Как оценивается надёжность главной схемы ГЭС при сравнении различных вариантов?

13. Какие капитальные затраты учитываются при расчёте экономического обоснования схемы ГЭС?

14. Как оценивается ущерб от недоотпуска электроэнергии при аварийных и плановых ремонтах схемы?

15. Какие показатели надёжности (вероятность отказа, среднее время восстановления) используются при сравнении вариантов схем ГЭС?

Система собственных нужд (СН) ГЭС

16. Какие основные потребители собственных нужд (СН) существуют на ГЭС?

17. Как классифицируются потребители СН ГЭС по категориям надёжности электроснабжения?

18. Опишите схему рабочего и резервного питания потребителей первой категории СН ГЭС.

19. Почему система СН ГЭС должна обеспечивать высокую надёжность электроснабжения?

20. Какие источники питания используются для потребителей первой и второй категории СН ГЭС?

21. Как обеспечивается питание СН при потере рабочих вводов на ГЭС?

6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	ОФО	ЗФО
1	2	3	4		
1	**6**	Общие сведения о ГЭС как элементе электроэнергетической системы (ЭЭС).	Лекция-визуализация.	2	-
2		Режимы работы, конструкции и эксплуатационные характеристики гидрогенераторов.	Дистанционные, телекоммуникационные, мультимедийные технологии	2	-
3		Повышающие подстанции ГЭС, особенности трансформации больших мощностей.	Лекция-визуализация.	2	2
4		Электрические аппараты распределительных устройств и токоведущие части	Дистанционные, телекоммуникационные, мультимедийные технологии	2	-
		Итого 8 семестр		**8**	**2**

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Вантеев, А. И. Обслуживание электрических подстанций: теория и практика : учебное пособие / А. И. Вантеев. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-9729-0538-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/114938.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Варганова, А. В. САПР понизительных подстанций с высшим напряжением 35-220 кВ : учебное пособие / А. В. Варганова, Е. А. Панова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 140 с. — ISBN 978-5-9729-1681-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/143250.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Выбор электрооборудования и разработка главной схемы тепловой электрической станции : учебное пособие / М. А. Купарев, В. И. Ключенович, И. И. Литвинов, В. К. Терехов. —

Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 164 с. — ISBN 978-5-7782-3511-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91190.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Губарев, А. Ю. Паротурбинные установки тепловых электрических станций : учебное пособие / А. Ю. Губарев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 104 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/111767.html . — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Михайлов, И. Е. Регулирование стока, оборудование и проектирование зданий гидроэлектростанций : учебное пособие / И. Е. Михайлов. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 342 с. — ISBN 978-5-7264-1565-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/65701/details (дата обращения: 16.10.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Михеев, Г. М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования / Г. М. Михеев. — 3-е изд. — Саратов : Профобразование, 2024. — 297 с. — ISBN 978-5-4488-0089-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/145936/details . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Хвостиков, А. С. Основы проектирования электростанций : учебное пособие / А. С. Хвостиков, В. И. Леонтьев. — Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. — 64 с. — ISBN 978-5-7765-1425-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/122765.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8. Щегольков, А. В. Электрические сети и комплексы : учебное пособие / А. В. Щегольков, А. В. Кобелев. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 96 с. — ISBN 978-5-8265-2755-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/145347.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

а. Электрическая часть тепловых электрических станций : учебник / М. А. Купарев, И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 275 с. — ISBN 978-5-7782-4042-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/98683.html . — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

Дополнительная литература:

1. Доронин, М. С. Основы расчета технико-экономических показателей тепловых электрических станций : учебное пособие / М. С. Доронин. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 72 с. — ISBN 978-5-7433-2952-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/76495.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Кокин, С. Е. Схемы электрических соединений подстанций : учебное пособие / С. Е. Кокин, С. А. Дмитриев, А. И. Хальясмаа. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 100 с. — ISBN 978-5-7996-1457-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/68483.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Красник, В. В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств : производственно-практическое пособие / В. В. Красник. — Москва : ЭНАС, 2016. — 319 с. — ISBN 978-5-4248-0005-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/76954.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Практикум : учебное пособие / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 99 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/105239.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Локалов, Г. А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций : учебное пособие / Г. А. Локалов, В. М. Марковский ; под редакцией К. Э. Аронсон. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 140 с. — ISBN 978-5-7996-1624-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/69653.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / . — Москва : ЭНАС, 2014. — 264 с. — ISBN 978-5-4248-0041-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/76185.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебное пособие / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 400 с. — ISBN 978-5-7782-2695-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/91729/details . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8. Тепловая электрическая станция - это очень просто : учебное пособие / К. Э. Аронсон, Ю. М. Бродов, Н. В. Желонкин, М. А. Ниренштейн ; под редакцией Ю. М. Бродов. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 204 с. — ISBN 978-5-7996-1726-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/66209.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Методические материалы

7.2 Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети интернет

1. https://ro-edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/ Национальная электронная библиотека (НЭБ) — федеральная государственная информационная система
3. Лекториум https://www.lektorium.tv/ Образовательная платформа с видеолекциями, онлайн-курсами и дополнительными образовательными материалами.
4. eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/ Научная электронная библиотека и информационно-аналитическая система, обеспечивающая поиск российских научных публикаци

7.3 Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный договор № 100164437126100227 Срок действия: с 28.10.2026 до 30.11.2027
Консультант Плюс	Договор № 7 от 15.01.2026 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 14172/26ПК от 24.06.2026 г. Срок действия: с 01.07.2026 г. по 30.06.2027 г.
ЛИРА	Сублицензионный договор № 2066/А от 21.01.2014 г.
MATLAB	Гос. контракт № 0379100003114000018 от 16 мая 2014 г.
Кодекс	Лицензионное соглашение № 5/4072 от 29.03.2026 г.
Бесплатное ПО	

LibreOffice, МойОфис, Visual Studio Community, Sumatra PDF, 7-Zip, Adobe Acrobat Reader, МТС Линк, 1С: Предприятие Учебная версия, Lazarus, Firebird, IBE Expert, VBA, MySQL, Virtual box, Visual Studio Code, Интерпретатор Python, Cisco Packet Tracer, Notepad++, StarUML – унифицированный язык моделирования, PostgreSQL, Blender 3D, ArchiCAD.Учебная версия, Simulink, Electronics Workbench, Компас 3d/.Учебная версия, Project, STDU Viewer, МКБ-10, Графический векторный редактор Inkscape, Графический редактор Krita, Программа для чертежей и 3d – Компас, Nanocad

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Адрес	Наименование оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий	Оснащенность оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий	Приспособленность для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
КЧР, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 35-41 Учебный корпус № 3 Ауд.336	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Лаборатория электрической части станций и подстанций. Лаборатория релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.	Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: Проектор (в комплекте настенный экран) с Ноутбуком - 1 шт. Лабораторное оборудование: **1-** Стенд для учебной лаборатории «Электрические станции и подстанции» (в комплекте с персональным компьютером : Процессор , монитор, клавиатура, мышь -1 шт. **2-** Стенд для учебной лаборатории «Основы электроники– 1 шт. **3-**Стенд для учебной лаборатории «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения» (в комплекте с Ноутбуком).- 1 шт. Учебно-наглядные пособия - (Распределительный пункт подстанции, трансформаторы тока, шины, автоматические выключатели, разъединители, разрядники, защитное, измерительное и коммутационное оборудование подстанции.) Специализированная мебель: Стол ученический – 10 шт. Стул ученический - 20 шт. Стол преподавателя – 3 шт.	Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок

		Стул-кресло мягкий преподавателя- 1 шт. Стул мягкий преподавателя – 2 шт. Сейф- 1 шт. Книжный шкаф-1 шт. 10-дверный железный шкаф – 1 шт. Блок силовой 380/220- 1 шт. Учебно-наглядные пособия Жалюзи вертикальные-3шт.	

4. Помещение для самостоятельной работы.

Библиотечно-издательский центр. Отдел обслуживания печатными изданиями

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории:
Экран настенный – 1 шт.
Проектор – 1 шт.
Ноутбук – 1 шт.
Рабочие столы на 1 место – 21 шт.
Стулья – 55 шт.

Библиотечно-издательский центр. Отдел обслуживания электронными изданиями

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории:
Интерактивная система - 1 шт.
Монитор – 21 шт.
СетевойтерминалOfficeStation -18 шт.
Персональный компьютер -3 шт.
МФУ – 2 шт.
Принтер– 1 шт.
Специализированная мебель:
рабочие столы на 1 место – 24 шт.
стулья – 24 шт.

Библиотечно-издательский центр. Информационно- библиографический отдел

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «СевКавГА»:
Персональный компьютер – 1шт.
Сканер – 1шт.
Специализированная мебель:
Рабочие столы на 1 место - 6 шт.
Стулья - 6 шт.

8.2 Требования оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком.
2. Рабочее место обучающегося, оснащенное компьютером с доступом к сети «Интернет», для работы в электронных образовательных средах, а также для работы с электронными учебниками.

8.3 Требования специализированному оборудованию

Нет

9 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записыва-

ющих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

Приложение 1.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Электрическая часть ГЭС

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Электрические часть ГЭС

(наименование дисциплины)

1 Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-4	Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи
ПК-5	Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи

2 Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы) дисциплины	**Формируемые компетенции (коды)**	
	ПК-4	ПК-5
Введение. Роль электрической части ГЭС в энергосистеме	+	+
Синхронные генераторы ГЭС	+	+
Силовые трансформаторы и автотрансформаторы ГЭС	+	+
Коммутационные аппараты и проводники	+	+
Главные схемы электрических соединений ГЭС	+	+
Конструкции распределительных устройств и диагностика оборудования	+	+

3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

ПК-4 Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**				**Средства оценивания результатов обучения**	
	неудовлетв	**удовлетв**	**хорошо**	**отлично**	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-4.1. Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи	Не способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи	Частично способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи	Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи, но допускает несущественные ошибки	Способен в полном объеме сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи	ОФО: Устный опрос, Тестирование ЗФО: Устный опрос, Контрольная работа Тестирование	Зачет
ПК-4.2. Способен осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи	Не способен осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи	Частично способен осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи	Способен осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи, но допускает несущественные ошибки	Способен в полной мере осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи		

ПК-5 Способен осуществлять планирование и введение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**				**Средства оценивания результатов обучения**	
	неудовлетв	**удовлетв**	**хорошо**	**отлично**	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-5.1. Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	Не способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	Частично способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи, но допускает несущественные ошибки	Способен в полной мере сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	ОФО: Устный опрос, Тестирование ЗФО: Устный опрос, Контрольная работа Тестирование	Зачет
ПК-5.2. Техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи	Не умеет проводить техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи	Частично умеет проводить техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи	Умеет проводить техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи, но допускает несущественные ошибки	Умеет в полной мере проводить техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи		

4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине «Электрические часть ГЭС»

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Электроснабжение»

Вопросы к зачету

1. Назовите основные типы ГЭС по напору воды и приведите примеры сооружений для создания напора.
2. В чём заключаются конструктивные отличия русловых ГЭС от приплотинных?
3. Что такое деривационная ГЭС и как создаётся напор на таких станциях?
4. Опишите принцип работы гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС) и её назначение в энергосистеме.
5. Как классифицируются ГЭС по установленной мощности?
6. Опишите принцип действия синхронного генератора.
7. В чём заключаются конструктивные отличия гидрогенераторов от турбогенераторов?
8. Почему гидрогенераторы имеют большой диаметр ротора и низкую частоту вращения?
9. Какие типы гидротурбин применяются на ГЭС?
10. Объясните назначение демпферной обмотки гидрогенератора.
11. Какие системы охлаждения применяются для гидрогенераторов?
12. Что такое форсированное охлаждение водородом и для каких мощностей оно применяется?
13. Как определяется номинальная активная мощность гидрогенератора?
14. Что такое перегрузочная способность генератора?
15. Как регулируется реактивная мощность генератора?
16. Каково назначение повышающих трансформаторов на ГЭС?
17. Опишите схему блока «генератор-трансформатор».
18. Что такое групповой трансформаторный агрегат?
19. В каких случаях применяются однофазные трансформаторы?
20. Объясните принцип работы автотрансформатора.
21. Что такое нагрузочная способность трансформатора?
22. Чем отличаются систематические перегрузки трансформатора от аварийных?
23. Как рассчитывается допустимая систематическая перегрузка трансформатора?
24. Каковы ограничения по времени и величине аварийной перегрузки?
25. Что такое РПН и зачем оно применяется?
26. Где располагается устройство РПН в обмотке трансформатора?
27. Из каких составляющих складываются потери энергии в трансформаторе?
28. Как влияет температура верхних слоёв масла на срок службы изоляции при перегрузках?
29. Каковы основные типы выключателей высокого напряжения, применяемых на ГЭС?
30. Опишите принцип гашения дуги в элегазовом выключателе.
31. В чём заключается принцип гашения дуги в вакуумном выключателе?
32. Что такое отключающая способность выключателя?
33. Какие номинальные параметры выключателей учитываются при их выборе?
34. Каково назначение разъединителя в схемах ГЭС?
35. Почему разъединителем нельзя отключать токи нагрузки?
36. Объясните назначение отделителя и короткозамыкателя.
37. Какие операции выполняются разъединителями и отделителями при выводе генератора в ремонт?
38. Каково назначение трансформаторов тока (ТТ)?
39. Каково назначение трансформаторов напряжения (ТН)?
40. Какие классы точности применяются для ТТ и ТН?
41. Почему важно соблюдать полярность обмоток трансформатора тока?

42. Какие опасности возникают при размыкании вторичной цепи трансформатора тока под нагрузкой?
43. Какие типы токопроводов применяются на ГЭС?
44. Как рассчитать сечение шин на термическую стойкость?
45. Что такое электродинамическая стойкость шинопроводов?
46. Какие марки кабелей используются для прокладки внутри здания ГЭС?
47. Почему для токопроводов собственных нужд часто применяют кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена?
48. Опишите блочную схему «генератор-трансформатор».
49. Какие схемы распределительных устройств относятся к схемам со сборными шинами?
50. Что такое укрупнённый блок?
51. В чём преимущества блочных схем по сравнению со схемами со сборными шинами?
52. Почему на мощных высоконапорных ГЭС возникает необходимость расщепления обмотки низкого напряжения генератора?
53. Объясните принцип построения полуторных схем распределительных устройств.
54. Какие преимущества дают полуторные схемы?
55. Какие критерии используются для выбора главной схемы электрических соединений ГЭС?
56. Что включает в себя технико-экономическое обоснование выбора схемы?
57. Как оценивается надёжность главной схемы ГЭС?
58. Какие показатели надёжности используются при сравнении вариантов схем?
59. Какие основные потребители собственных нужд (СН) существуют на ГЭС?
60. Как классифицируются потребители СН ГЭС по категориям надёжности?

Критерии оценки зачета:

Оценка «зачтено» выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений.

Оценка «незачтено» выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в основных понятий дисциплины.

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра Электроснабжение

Тесты для текущей аттестации

по дисциплине «Электрические часть ГЭС»

Тема: Общие сведения о ГЭС как элементе электроэнергетической системы (ЭЭС)

1. К какому типу относится гидроэлектростанция, использующая естественный уклон реки без создания значительного подпора плотиной?

а) Плотинная; б) **Деривационная;** в) Приплотинная.

2. Какая классификация ГЭС определяется разницей уровней воды между верхним и нижним бьефом (напорным бассейном и отводящим каналом)?

а) По установленной мощности; б) **По напору воды;** в) По схеме использования водотока.

3. В каком режиме работы энергосистемы гидроэлектростанции используются наиболее часто для покрытия кратковременных максимумов потребления электроэнергии в утренние и вечерние часы?

а) Базовая нагрузка; б) **Пиковый резерв;** в) Регулирование частоты.

4. За счет какого физического свойства гидрогенераторы способны изменять активную мощность практически мгновенно при изменении подачи воды в турбину?

а) Высокой инерционности ротора; б) Низкого КПД турбины; в) **Малой механической постоянной времени агрегата.**

5. Какой элемент является связующим звеном, передающим механическую энергию от гидротурбины к гидрогенератору?

а) Направляющий аппарат; б) **Вал агрегата;** в) Система возбуждения.

6. Чем конструктивно отличается явнополюсный гидрогенератор от неявнополюсного турбогенератора?

а) Отсутствием обмотки на роторе; б) Наличием постоянных магнитов; в) **Большим числом полюсов и большим диаметром ротора при низкой частоте вращения.**

7. Что входит в состав главных цепей электрической части станции?

а) Аккумуляторные батареи и зарядные устройства; б) Трансформаторы напряжения 0,4/10 кВ; в) **Генераторы, трансформаторы связи и распределительные устройства высокого напряжения.**

8. Какие потребители относятся к первой категории надежности системы собственных нужд (СН) ГЭС?

а) Освещение машинного зала; б) **Устройства управления, защиты, автоматики и системы смазки подшипников;** в) Сантехнические насосы хозяйственного водоснабжения.

9. Какое устройство предназначено для автоматического включения резерва (АВР) питания собственных нужд при потере рабочего ввода?

а) Силовой выключатель главной цепи; б) **Автоматический ввод резерва с секционным выключателем;** в) Разъединитель нагрузки.

10. Для чего предназначены измерительные трансформаторы тока (ТТ) во вторичных цепях защит и учета?

а) Для гашения электрической дуги в главном выключателе; б) **Для безопасного преобразования больших первичных токов в малые стандартные значения (обычно 5 А);** в) Для повышения уровня напряжения до величины, необходимой реле.

Тема: Режимы работы, конструкции и эксплуатационные характеристики гидрогенераторов.

1. Какое условие является обязательным для включения синхронного генератора в сеть методом точной синхронизации?

а) Напряжение генератора должно быть выше напряжения сети на 5–10%; б) **Частота, напряжение и фаза ЭДС генератора должны совпадать с параметрами сети;** в) Генератор должен быть предварительно отключен от турбины.

2. Чем обусловлена низкая частота вращения ротора гидрогенераторов (обычно от 60 до 600 об/мин)?

а) Необходимостью снижения потерь на трение в подшипниках; б) Конструктивными особенностями гидротурбины и малым напором воды; в) **Низкой частотой вращения рабочего колеса гидротурбины при больших значениях крутящего момента.**

3. В чем заключается главное конструктивное отличие явнополюсного ротора гидрогенератора от неявнополюсного ротора турбогенератора?

а) В отсутствии обмотки возбуждения; б) **В наличии выступающих полюсов, закрепленных на ободе ротора;** в) В использовании постоянных магнитов вместо электромагнитов.

4. Для каких мощностей гидрогенераторов характерно применение форсированного охлаждения водородом внутри корпуса?

а) Только для микрогидроэлектростанций мощностью менее 1 МВт; б) Для генераторов мощностью до 10 МВт; в) **Для мощных гидроагрегатов (обычно свыше 50–100 МВт), где воздушного охлаждения недостаточно.**

5. Какой параметр характеризует способность генератора кратковременно отдавать мощность сверх номинальной без повреждения изоляции?

а) Коэффициент мощности (cosφ); б) **Перегрузочная способность;** в) Ток холостого хода.

6. Что произойдет с активной мощностью гидрогенератора, если увеличить подачу воды в турбину (открыть направляющий аппарат), оставив ток возбуждения неизменным?

а) Активная мощность уменьшится из-за роста скольжения; б) Реактивная мощность резко возрастет; в) **Активная мощность увеличится пропорционально росту механической мощности на валу.**

7. Каким образом регулируется реактивная мощность (Q) и уровень напряжения (U) на шинах ГЭС при параллельной работе с энергосистемой?

а) Изменением количества работающих агрегатов; б) **Изменением тока возбуждения генератора (регулированием ЭДС);** в) Изменением угла открытия лопаток турбины.

8. При каком способе синхронизации генератор включается в сеть невозбужденным (без подачи постоянного тока в обмотку ротора)?

а) Точная ручная синхронизация; б) Метод самосинхронизации; в) Автоматическая синхронизаторная синхронизация.

9. Из чего складываются основные потери энергии в гидрогенераторе, определяющие его КПД?

а) Только из потерь на охлаждение дистиллированной водой; б) Исключительно из механических потерь на трение вала; в) **Из электрических потерь в обмотках (нагрев меди) и магнитных потерь в стали статора (нагрев железа).**

10. Почему гидрогенераторы имеют значительно больший диаметр ротора по сравнению с турбогенераторами той же мощности?

а) Для размещения большего объема охлаждающего воздуха; б) **Для создания необходимого крутящего момента при низкой частоте вращения (большой полюсный шаг);** в) Для обеспечения лучшей устойчивости к землетрясениям

Тема: Повышающие подстанции ГЭС, особенности трансформации больших мощностей.

1. Каково основное назначение повышающих силовых трансформаторов на ГЭС?

а) Понижение напряжения для питания собственных нужд станции; б) **Повышение напряжения генератора (обычно 6–24 кВ) до уровня сети высокого напряжения (110–500 кВ и выше);** в) Преобразование переменного тока в постоянный.

2. Почему на мощных высоконапорных ГЭС часто применяют групповые однофазные трансформаторы вместо одного трехфазного?

а) Однофазные трансформаторы дешевле в производстве; б) **Из-за ограничений габаритов и массы при транспортировке, а также удобства резервирования фазы;** в) Потому что генераторы на таких станциях вырабатывают однофазный ток.

3. В чем заключается главное преимущество автотрансформаторной связи между сетями разных напряжений перед трансформаторной?

а) Возможность работы без заземления нейтрали; б) **Меньшая установленная мощность обмоток за счет передачи части мощности электрическим путем;** в) Отсутствие магнитного рассеяния.

4. Что такое систематическая перегрузка силового трансформатора?

а) Кратковременное превышение номинала во время аварии; б) **Длительная работа с нагрузкой сверх номинальной, обусловленная суточным графиком нагрузки (например, ночная недогрузка компенсирует дневную перегрузку);** в) Работа трансформатора с отключенной системой охлаждения.

5. Какой стандарт регламентирует расчет допустимых аварийных перегрузок силовых трансформаторов в России?

а) ПУЭ (Правила устройства электроустановок); б) **ГОСТ 14209-97 (или актуализированные версии серии ГОСТ), определяющий нагрузочную способность;** в) Правила технической эксплуатации электростанций (ПТЭ).

6. Для чего предназначено устройство РПН (регулирование под нагрузкой)?

а) Для защиты трансформатора от внутренних коротких замыканий; б) **Для изменения коэффициента трансформации и поддержания стабильного напряжения на шинах НН или СН без отключения потребителей;** в) Для переключения схемы соединения обмоток со звезды на треугольник.

7. Где физически располагается контактор устройства РПН внутри бака трансформатора?

а) На вводе высшего напряжения; б) **На ответвлении регулировочной обмотки;** в) Внутри системы охлаждения.

8. Какие потери энергии являются постоянными (не зависят от величины передаваемой через трансформатор нагрузки)?

а) Потери короткого замыкания (Ркз); б) **Потери холостого хода (потери в стали магнитопровода — Рхх);** в) Потери на коронирование вводов.

9. От чего напрямую зависят нагрузочные потери (нагрев обмоток) в силовом трансформаторе?

а) От квадрата протекающего тока ; б) От линейного напряжения сети; в) **От квадрата тока нагрузки и активного сопротивления обмоток.**

10. Какой метод снижения потерь является наиболее эффективным конструктивным решением при проектировании современных трансформаторов большой мощности?

а) Увеличение толщины изоляционных прокладок; б) **Применение холоднокатаной текстурированной электротехнической стали с низкими удельными потерями;** в) Уменьшение количества витков первичной обмотки.

Тема: Электрические аппараты распределительных устройств и токоведущие части.

1. Каково основное назначение высоковольтных выключателей в схемах ГЭС?

а) Преобразование переменного тока в постоянный; б) **Коммутация электрических цепей под нагрузкой и при коротких замыканиях (КЗ);** в) Измерение тока нагрузки.

2. Какой принцип гашения электрической дуги используется в элегазовых выключателях?

а) Использование трансформаторного масла; б) **Эффективное дугогасящее свойство элегаза (SF_6) за счёт его высокой электроотрицательности и теплопроводности;** в) Разрыв дуги в вакууме.

3. В чём заключается принцип гашения дуги в вакуумных выключателях?

а) Дуга гасится в струе сжатого воздуха; б) **Дуга быстро гасится при переходе тока через ноль в условиях глубокого вакуума;** в) Используется дугогасящий реактор.

4. Какой параметр выключателя характеризует его способность отключать токи короткого замыкания?

а) Номинальное напряжение; б) **Отключающая способность (предельный ток отключения);** в) Масса выключателя.

5. Для чего в схемах ГЭС применяются разъединители?

а) Для отключения токов нагрузки; б) **Для создания видимого разрыва цепи в бестоковую паузу и проведения оперативных переключений;** в) Для ограничения тока короткого замыкания.

6. Каково назначение отделителя и короткозамыкателя в схемах генераторного распределительного устройства ГЭС?

а) Для плавного пуска генератора; б) **Для автоматического отключения повреждённого трансформатора (короткозамыкатель) и последующего отделения его отделителем;** в) Для измерения напряжения.

7. Для чего предназначены измерительные трансформаторы тока (ТТ)?

а) Для повышения напряжения; б) **Для преобразования больших первичных токов в малые стандартные вторичные токи (обычно 5 А) для измерений и защит;** в) Для гашения дуги.

8. Какова основная функция трансформаторов напряжения (ТН)?

а) Преобразование напряжения для питания двигателей; б) **Преобразование высокого напряжения в безопасное низкое (обычно 100 В) для измерений и защит;** в) Ограничение тока короткого замыкания.

9. Как включаются измерительные трансформаторы тока (ТТ) в первичную цепь?

а) Параллельно нагрузке; б) **Последовательно в разрыв первичной цепи;** в) Последовательно-параллельно.

10. Какой класс точности измерительных трансформаторов используется для подключения расчётных счётчиков электроэнергии?

а) 10–20%; б) **0,5–1,0%;** в) 10%.

11. Какой фактор является определяющим при расчёте шин на электродинамическую стойкость?

а) Температура окружающего воздуха; б) **Максимальная сила электродинамического взаимодействия проводников при КЗ;** в) Материал опорных изоляторов.

12. Что такое термическая стойкость шин и аппаратов?

а) Способность выдерживать длительное протекание номинального тока без перегрева; б) **Способность выдерживать без повреждений тепло, выделяемое током короткого замыкания, в течение заданного времени;** в) Способность выдерживать механические удары.

13. Какой материал чаще всего применяется для жёстких ошиновки ОРУ-500 кВ из-за его высокой электропроводности и коррозионной стойкости?

а) Алюминий; б) **Медные шины прямоугольного сечения;** в) Сталь.

14. Почему для токопроводов собственных нужд ГЭС часто применяют кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена?

а) Они дешевле маслобензостойких кабелей; б) **Они обладают высокой электрической прочностью, стойкостью к влаге и позволяют прокладывать трассы на меньших расстояниях друг от друга;** в) Они легче сталеалюминиевых проводов.

15. Гибкие связи (штанги) между трансформатором и выключателем используются для:

а) Передачи сигналов управления; б) **Компенсации температурных расширений металла и снижения механических усилий при КЗ;** в) Повышения напряжения.

Тема: Конфигурация главных цепей электростанции.

1. Какая схема распределительного устройства характеризуется отсутствием сборных шин на генераторном напряжении?

а) Схема со сборными шинами; б) **Блочная схема «генератор-трансформатор»;** в) Укрупнённый блок.

2. Какое основное преимущество даёт блочная схема «генератор-трансформатор» на ГЭС?

а) Возможность параллельной работы нескольких генераторов на общие шины; б) **Высокая надёжность и простота, независимость отключения блока при авариях;** в) Низкая стоимость строительства.

3. Для чего применяется расщепление обмотки низкого напряжения генератора на мощных высоконапорных ГЭС?

а) Для увеличения номинального напряжения генератора; б) **Для ограничения токов короткого замыкания и снижения электродинамических усилий между фазами;** в) Для упрощения схемы возбуждения.

4. Какая схема распределительного устройства обеспечивает наибольшую надёжность электроснабжения потребителей при отказе одного выключателя?

а) Блочная схема; б) **Полуторная схема;** в) Схема с одной секционированной системой шин.

5. Что включает в себя технико-экономическое обоснование выбора главной схемы ГЭС?

а) Только сравнение стоимости оборудования; б) **Анализ капитальных затрат, эксплуатационных расходов, ущерба от перерывов электроснабжения и показателей надёжности;** в) Выбор схемы только на основании опыта эксплуатации аналогичных станций.

6. Какие потребители относятся к первой категории надёжности электроснабжения собственных нужд ГЭС?

а) Освещение территории станции; б) **Система управления, защиты, автоматики, маслоснабжение подшипников;** в) Вспомогательные насосные станции технического водоснабжения.

7. Какой элемент схемы питания собственных нужд обеспечивает автоматический переход на резервный источник питания при потере рабочего ввода?

а) Силовой выключатель; б) **Устройство автоматического ввода резерва (АВР);** в) Трансформатор напряжения.

8. Какой источник питания используется для потребителей первой категории собственных нужд ГЭС?

а) Один рабочий трансформатор собственных нужд; б) **Два независимых взаимно резервирующих источника питания (рабочий и резервный трансформаторы СН);** в) Дизель-генератор, запускаемый вручную.

9. Почему секционный выключатель на сборных шинах распределительного устройства высокого напряжения ГЭС в нормальном режиме отключён?

а) Чтобы ограничить токи короткого замыкания в сети; б) **Чтобы обеспечить селективность релейной защиты и разделение секций при авариях;** в) Для снижения потерь электроэнергии.

10. Какой критерий является определяющим при выборе схемы распределительных устройств мощных высоконапорных ГЭС?

а) Минимальное количество выключателей; б) **Необходимость обеспечения высокой надёжности электроснабжения потребителей и ограничения токов короткого замыкания;** в) Максимальная простота монтажных работ

Тема: Физическое исполнение электроустановок и современные методы контроля состояния.

1. Какое главное преимущество имеют комплектные элегазовые распределительные устройства (КРУЭ) перед открытыми (ОРУ)?

а) Более низкая стоимость оборудования; б) **Минимальные габариты, возможность размещения внутри зданий и высокая защищенность от внешней среды;** в) Простота осмотра изоляторов без снятия напряжения.

2. Почему на ОРУ-500 кВ применяется расщепление фазных проводов?

а) Для увеличения механической прочности опор; б) **Для снижения максимальной напряженности электрического поля вокруг провода и предотвращения коронного разряда;** в) Для уменьшения индуктивного сопротивления линии.

3. Что является основной целью создания заземляющего контура подстанции ГЭС?

а) Обеспечение работы релейной защиты при нормальном режиме; б) **Создание безопасного потенциала прикосновения для персонала и обеспечение надежной работы защит при замыканиях на землю;** в) Снижение уровня электромагнитных помех в зданиях станции.

4. Какой аппарат используется для защиты изоляции электрооборудования от атмосферных перенапряжений, пришедших с линии электропередачи?

а) Силовой выключатель; б) **Ограничитель перенапряжений нелинейный (ОПН);** в) Разъединитель.

5. В чем заключается принцип действия ОПН при возникновении опасного скачка напряжения?

а) Он разрывает цепь механически; б) **Его сопротивление резко падает из-за нелинейности варисторов, отводя импульс тока в землю;** в) Он увеличивает емкость сети, поглощая заряд.

6. Что позволяет выявить тепловизионный контроль контактных соединений ошиновки ОРУ?

а) Уровень частичных разрядов в фарфоровых изоляторах; б) **Локальный перегрев контакта, вызванный увеличением переходного сопротивления из-за ослабления затяжки или окисления;** в) Наличие трещин в металлоконструкциях порталов.

7. На что указывает рост амплитуды второй гармоники виброскорости подшипника гидрогенератора?

а) На идеальную центровку вала; б) **На наличие дефектов смазки или нарушение геометрии масляного клина (неисправность подпятника);** в) На увеличение активной мощности генератора.

8. Мониторинг частичных разрядов (ЧР) в изоляции обмоток трансформаторов проводится для:

а) Измерения температуры масла; б) **Раннего обнаружения развивающихся дефектов диэлектрика до возникновения полного пробоя;** в) Контроля давления элегаза в КРУЭ.

9. Что является ключевым признаком цифровой подстанции согласно стандарту МЭК 61850?

а) Использование только аналоговых приборов стрелочного типа; б) **Передача данных между устройствами РЗА и управления в цифровом виде по протоколам GOOSE и SV вместо медных контрольных кабелей;** в) Полное отсутствие силовых выключателей.

10. Какую основную функцию выполняют устройства FACTS (гибкие системы передачи переменного тока), такие как УШР (управляемый шунтирующий реактор), на линиях выдачи мощности ГЭС?

а) Преобразование постоянного тока в переменный; б) **Статическую компенсацию реактивной мощности и стабилизацию напряжения в узле нагрузки;** в) Защиту генераторов от токов короткого замыкания

Критерии оценивания тестирования

При проведении аттестации в форме тестирования:

- все верные ответы принимаются за 100 %;
- при ответе на пятьдесят (50%) и более процентов тестовых вопросов обучающемуся ставится оценка «зачтено»;
- при ответе на менее чем пятьдесят (50%) процентов тестовых вопросов обучающемуся ставится оценка «незачтено».

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические станции и подстанции» проходит в устной форме. При проведении промежуточной аттестации (зачет) для оценивания результатов освоения дисциплины используются следующие оценки:

- «зачтено»;
- «незачтено»;

5.1 Критерии оценивания качества устного ответа (зачет)

Оценка «зачтено» выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений.

Оценка «незачтено» выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в основных понятиях дисциплины.

5.2 Критерии оценивания тестирования

При проведении аттестации в форме тестирования:

- все верные ответы принимаются за 100 %;
- при ответе на пятьдесят (50%) и более процентов тестовых вопросов обучающемуся ставится оценка «зачтено»;
- при ответе на менее чем пятьдесят (50%) процентов тестовых вопросов обучающемуся ставится оценка «незачтено»

Приложение 2.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина (Модуль)	**Электрическая часть ГЭС**
Реализуемые компетенции	ПК-4, ПК-5
Результаты освоения дисциплины (модуля) Индикаторы достижения компетенций	ПК-4.1. Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию кабельных линий электропередачи ПК-4.2. Способен осуществлять техническое ведение проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи ПК-5.1. Способен сформировать планы и программы деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи ПК-5.2. Техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи
Трудоемкость, з.е./час	3/108
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	Зачет, 8 семестр ОФО, 10 семестр ЗФО