

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ
сборник учебно-методических материалов

для направления подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Благовещенск, 2017

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета*

Составители: Ротачева А.Г.

Электрическое оборудование и аппараты: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 13.03.01. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.- 19 с.

© Амурский государственный университет, 2017

© Кафедра энергетики, 2017

© Ротачева А.Г., составление

Содержание

1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	3
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ	5
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	7
4. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	18

1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

В данном сборнике учебно-методических материалов (УММ) предложен краткий конспект лекций по данному курсу; методические рекомендации по проведению практических занятий, курсового проекта и самостоятельной работы студентов; показан перечень программных продуктов, реально используемых в практической деятельности студентов; даны указания по применению современных информационных технологий; приведены комплекты заданий для оценки качества знаний по дисциплине; контрольные вопросы к зачету и экзамену

По данной дисциплине не предусмотрены лабораторные занятия, контрольные работы.

Целью данного курса является изучение основных сведений по выбранной профессии. Подготовить обучающихся к работе по эксплуатации электрооборудования электрических станций и подстанций, к выполнению отдельных частей проектов электрической части электростанций и подстанций и к проведению исследований, направленных на повышение надежности работы электрооборудования электростанций и подстанций.

Задачи изучения дисциплины - освоение студентами основного энергетического оборудования электрических станций и подстанций.

Развить у обучающихся способность выполнять работу по эксплуатации электрооборудования электростанций и подстанций, используя современные методы, по проектированию новых электростанций и подстанций с использованием средств вычислительной техники, а также способность вести исследования в области электроэнергетики.

Теоретической базой дисциплины «Электрическое оборудование и аппараты» являются полученные ранее общие знания по физике, электроэнергетики и ее истории, на базе которых формируются представления о современных системах электроснабжения, о составляющих ее элементах, включая основное электрооборудование современных электростанций и подстанций.

При изучении дисциплины студентами осуществляется приобретение знаний, навыков и умений по выбору электрического оборудования, подготовке исходных данных при расчете и конструировании электрического оборудования станций и подстанций, применение знаний в практической деятельности, для прохождения производственной и преддипломной практик, написания выпускной квалификационной работы.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение. Современные и перспективные источники электроэнергии	Введение. Основные понятия и определения. Общая характеристика источников электроэнергии. Виды, назначения, воздействия на окружающую среду ГЭС, ГАЭС, ТЭС. Возобновляемые источники энергии, виды, назначения, условия использования. Графики нагрузки энергосистемы: заполнение суточного графика нагрузки. Электроприемники и их категории.
2	Электрические схемы и электрооборудование электрических станций	Электрические схемы электрических станций; электрооборудование электростанций; собственные нужды и их схемы; распределительные устройства и их схемы; выбор трансформаторов связи и трансформаторов собственных нужд на электрических станциях. Коммутационные аппараты: виды обозначения на схеме, назначение. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 6-10 кВ. Схемы распределительных устройств (РУ), область их применения, закрытые и открытые РУ; конструктивное выполнение РУ. Комплексные распределительные устройства и подстанции: ЗРУ, КРУ, КРУН, КТПБ, КРУЭ. Проектирование электрических связей между силовыми трансформаторами и распределительными устройствами. Компоновка ОРУ подстанций. Схемы соединения распределительных устройств ВН: виды, область применения.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
3	Силовое оборудование электростанций	Электрические станции: назначение, виды особенности, тенденции развития, воздействия на окружающую среду. Особенности технологических схем. Схемы электрических станций и подстанций космодрома. Газотурбинные станции. Дизель-генераторные установки. Синхронные генераторы, синхронные компенсаторы, силовые трансформаторы: конструктивные особенности, режим работы, управление нормальным режимом. Вольтодобавочные. Выбор силовых трансформаторов, трансформаторов связи и трансформаторов собственных нужд на электрических станциях и подстанциях.
4	Выбор и проверка электрооборудования электрических станций и подстанций	Выбор и проверка электрооборудования электрических станций и подстанций Условия выбора и проверки аппаратов. Нагрев аппаратов в нормальном режиме и при коротком замыкании. Электродинамическое действие тока короткое замыкание. Жесткая и гибкая ошиновка. Высоковольтные выключатели: назначение, виды. область применения, способы гашения дуги, тенденция развития. Разъединители, короткозамкатели, отделители, заземляющие ножи.
5	Выбор и проверка низковольтных аппаратов электрических станций и подстанций	Плавные предохранители. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Разрядники, ограничители перенапряжений. Реакторы токоограничивающие и компенсирующие. Компенсирующие устройства. Коммутационные аппараты в сетях до 1000 В.
6	Заземляющие устройства и молниезащита	Назначение заземления; заземляющие устройства и заземлители; контур заземления; сопротивление заземления; сопротивление грунта; сопротивление растеканию вертикального электрода; термическая стойкость заземляющих проводников; заземление электрических сетей. Заземляющие устройства и молниезащита. Назначение, конструкция, условия выбора. Напряжение шага. Напряжение прикосновения. Требования ПУЭ к конструкции заземляющего устройства. Молниезащита ОРУ на электростанциях и подстанциях. Компоновка устройств молниезащиты на подстанции. Варианты размещения молниеотводов. Соединение с заземляющим устройством. Требования ПУЭ к молниезащите подстанции.
7	Системы измерения, контроля, сигнализации и управления на электрических станциях и подстанциях	Системы измерения, контроля, сигнализации и управления напряжением и частотой; резерв мощности; автоматизация процесса производства электроэнергии на электростанциях. Схемы питания собственных нужд подстанций. Особенности компоновки и их схемы. Выбор собственных нужд подстанций. Источники постоянного тока. Система гарантийного питания. Выбор аккумуляторной батареи.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса. Тематика практических занятий приведена в таблице.

№ п.п.	Наименование темы Семестр 7	Кол-во акад. часов
1	Технологическая и структурная схема ТЭЦ, КЭС, ГЭС и АЭС	2
2	Выбор силовых трансформаторов (автотрансформаторов) электростанций и подстанций	4
3	Схемы распределительных устройств 35-750 кВ	6
4	Схемы собственных нужд электростанций и подстанций	2
№ п.п.	Наименование темы Семестр 8	Кол-во акад. часов
1	Выбор трансформаторов и автотрансформаторов	2
2	Выбор и проверка гибких и жестких шин и изоляторов	2
3	Выбор и проверка выключателей и разъединителей	2
4	Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения	2
5	Выбор низковольтного оборудования	2

На практических занятиях каждому бакалавру выдаются индивидуальные задания, которые выполняются как на занятиях, так и во внеаудиторное время.

В ходе подготовки к практическим занятиям

Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача. Экзаменаторы справедливо считают, что одним из критериев усвоения теории является способность решать задачи.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2. Просмотрите те вопросы теории, освещающие разбираемую тему.

3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.

4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.

5. Освоив методику решения данного класса задач, приступайте к решению задач.

При этом придерживайтесь следующих правил.

- Решение задач всех разделов удобно начинать с краткой записи условия, где необходимо отразить не только данные числовые значения, но и все дополнительные условия, которые следуют из текста задачи: неизменность или кратность каких-либо параметров, их граничные значения, условия, которые определяются содержанием задачи.

- Очень важно правильно поставить вопрос к задаче.

- Надо проверить, все ли заданные величины в задаче находятся в одной системе единиц.

- Обязательно надо нарисовать рисунок к задаче, на котором следует обозначить те параметры, которые даны, и те, которые нужно найти. Рисунок в большинстве случаев сильно облегчает процесс решения задачи.

- Необходимо обдумать содержание задачи, выяснить, к какому разделу она относится.

- Далее следует записать формулы, соответствующие используемым в задаче законам, не следует сразу искать неизвестную величину; надо посмотреть, все ли параметры в формуле известны.

- Решение задачи чаще всего следует выполнять в общем виде, то есть в буквенных обозначениях.

- Получив решение в общем виде, нужно проверить размерность полученной величины. Для этого в формулу подставить не числа, а размерности входящих в нее величин. Ответ должен соответствовать размерности искомой величины (смотрите в примерах).

- После проверки формулы на размерность следует подставить численные значения входящих в нее величин и произвести расчет.

- Далее нужно проанализировать и сформулировать ответ. Все этапы этих расчетов необходимо кратко отразить в отчете.

При выполнении индивидуальных заданий следует обращаться к сайтам энергетических компаний, пользоваться электрическими схемами электрических станций и электрических сетей Дальневосточного региона. Практические занятия способствуют развитию аналитических и вычислительных способностей, формированию компетенций, на освоение которых направлена данная дисциплина.

Ниже показан пример реализации практического занятия на тему **«Выбор электрического оборудования»**.

1. Выбор трансформаторов тока и напряжения.

Для реализации выбора измерительных трансформаторов тока и напряжения нужно знать место установки и токи короткого напряжения на заданной подстанции.

Выбирают измерительные трансформаторы тока и напряжения по каталогам изготовителей завода. После выбора это оборудование проверяют по классу точности и загрузки вторичных обмоток.

После этого дают оценку правильности выбора этого оборудования.

Пример задачи:

Выбрать трансформаторы тока и напряжения для присоединения измерительных приборов в цепи генератора ТВФ-63-2, включенного на сборные шины 10,5 кВ. $I_{к.з.} = 4,8 \text{ кА}$

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, публикаций, первоисточников, подготовку индивидуальных заданий, выступления на групповых занятиях, выполнение заданий преподавателя.

Самостоятельная работа по изучению дисциплины делится на аудиторную и внеаудиторную.

Аудиторная самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя. Кроме того, самостоятельная работа под руководством преподавателя подразумевает консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, консультации по выполнению типовых заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Преподаватель в начале изучения дисциплины предоставляет обучающимся список учебно-методических материалов. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций в изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых проектов и выполнении ВКР.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины, либо воспользоваться ЭБС, указанными в рабочей программе. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную и приводится в п. 10 рабочей программы. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия).

Необходимость изучения дополнительной литературы, профессиональных баз данных диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала. Здесь целесообразно пользоваться периодическими изданиями и нормативной литературой по электроэнергетике.

Также к самостоятельной работе относится курсовой проект, предназначен для углубления сформированных знаний, умений, навыков. Студентам назначаются консультации для курсового проекта. Консультации проходят вне учебных занятий под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию или в режиме on-line личные кабинеты студентов и преподавателя.

Групповая и индивидуальная консультация

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний. Групповая консультация проводится в следующих случаях:

когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;

с целью оказания помощи в самостоятельной работе.

Групповая консультация может быть проведена в режиме on-line через личные кабинеты обучающихся и преподавателя.

Индивидуальная консультация проводится по запросу обучающегося в виде контактной работы, либо в режиме on-line или off-line через электронную информационно-образовательную среду.

№ п/п	№ модуля дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
1	Введение. Современные и перспективные источники электроэнергии	Экспресс-опрос (тест). Отчеты по выполнению практических работ.	10
2	Электрические схемы и электрооборудование электрических станций	Экспресс-опрос (тест). Отчеты по выполнению практических работ.	20
		Подготовка к зачету	
№ п/п	№ модуля дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы семестр 6	Трудоёмкость в акад. часах
1	Силовое оборудование электростанций	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	10
2	Выбор и проверка электрооборудования электрических станций и подстанций	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	20
3	Выбор и проверка низковольтных аппаратов электрических станций и подстанций	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	12
4	Заземляющие устройства и молниезащита	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	6
5	Системы измерения, контроля, сигнализации и управления на электрических станциях и подстанциях	подготовка к блиц-опросу на лекции; выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	3
		Выполнение КП	36
		Подготовка к экзамену	27

Пример задания на курсовой проект.

Задание на курсовой проект по дисциплине
"Электрическое оборудование и аппараты"

Курс: четвертый
Направление: 13.03.01
Группа:
Студент:

Дата защиты курсового проекта:
05 апреля 20 г.

Исходные данные:

Выбрать мощность и количество трансформаторов ГПП для питания потребителей электроэнергии I, II и III категорий.

Определить мощность компенсирующих устройств для компенсации реактивной мощности до $\cos\varphi=0,95$ и предусмотреть их установку.

Потребителями электроэнергии при напряжении 380/220 В являются в основном асинхронные электродвигатели небольшой мощности, преобразовательные агрегаты, сварочные трансформаторы, освещение.

Нагрузки сконцентрированы в 10 пунктах равномерно, в радиусе около 800 м.

Приведенные в таблице варианты нагрузки – потребляемые.

Число часов использования максимума нагрузок – 3800 час/г.

Выбрать напряжение и число линий питания перечисленных нагрузок, если известно, что питание возможно от энергосистемы, ближайшая подстанция которой удалена от потребителей на указанное в таблице вариантов расстояние.

На подстанции энергосистемы установлены трехобмоточные трансформаторы напряжением 220/110/35 кВ.

Мощность короткого замыкания на шинах 220 кВ подстанции составляет 6000 МВ·А.

Составить схему электроснабжения, исходя из указанных условий, и разработать однолинейную схему коммутации ГПП.

Рассчитать токи короткого замыкания на шинах ГПП и выбрать основное оборудование (выключатели, отделители, короткозамыкатели, трансформаторы тока и напряжения, разъединители, проходные и опорные изоляторы, сборные шины) с проверкой на действие токов короткого замыкания.

Описать второй лист графической части проекта в соответствии с таблицей вариантов.

Таблица вариантов

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Данные вариантов										
Нагрузка в кВт										
I категории	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	4000	3500	3000
II категории	5500	6300	7000	7500	8000	8500	9000	8000	7500	7000
III категории	5000	5500	5000	5000	5500	5000	4500	5000	4500	4000
Коэффициент										
Мощности	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,75	0,73	0,71
Расстояние до подстанции энергосистемы (км)										
	30	35	40	45	50	55	60	50	40	30
Мощность трансформаторов энергосистемы, МВА										
	100	100	125	160	200	160	125	100	200	160
Графика, 2-й лист О	З	Т	Ш	К	О	З	Т	Ш	К	

Руководитель курсового проекта _____

Примерный перечень вопросов к курсовому проекту:

1. Как расшифровать марку силового трансформатора.
2. Какие виды токов короткого замыкания вам нужны для выбора оборудования.
3. Что такое динамическая устойчивость и термическая устойчивость.

4. Как выбирается плавкий предохранитель.
5. Для чего нужны измерительные трансформаторы тока.
6. Режим работы измерительного трансформатора тока.
7. Что такое погрешность у трансформатора тока.
8. Какие классы точности у измерительного трансформатора тока.
9. Назначение токоограничивающего реактора и его выбор.
10. Вакуумные выключатели – достоинства и недостатки.
11. Выбор и проверка выключателей.
12. Электродинамическое действие тока: влияние расположения проводников, их форма, методика проверки на электродинамическую стойкость.
13. Элегазовые выключатели- достоинства и недостатки.
14. Выбор и проверка разъединителей.
15. Выбор и проверка трансформаторов тока.
16. Выбор и проверка трансформаторов напряжения.
17. Конструкции трансформаторов напряжения.
18. Выбор КРУЭ.
19. Конструкция КРУ и КРУН.
20. Выбор токопроводов 6 – 20 кВ.
21. Выбор КРУ и КРУН и их выбор.
22. Выбор трансформаторов СН.
23. Выбор аккумуляторной батареи, их назначение.
24. Системы измерения.
25. Как выполняется защита оборудования от внешних и внутренних перенапряжений?
26. Для чего нужен ОПН?

Критерии оценки:

оценка **«отлично»** выставляется студенту, если содержание материалов проекта полностью соответствует заданию и требованиям ПУЭ, оформление пояснительной записки и графического материала соответствует требованиям ЕСКД и стандарту АмГУ, ответы на вопросы при защите проекта показывают, что студент овладел теоретическими знаниями и умеет обосновать и объяснить свои технические решения, умеет читать электротехнические схемы.

оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если содержание материалов проекта полностью соответствует заданию и требованиям ПУЭ, оформление пояснительной записки и графического материала соответствует требованиям ЕСКД и стандарту АмГУ, но имеются некоторые недоработки; ответы на вопросы при защите проекта показывают, что студент в основном овладел теоретическими знаниями, но не всегда может использовать эти знания и обосновать и объяснить свои технические решения, умеет читать электротехнические схемы.

оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если содержание материалов проекта не полностью соответствует заданию и требованиям ПУЭ, оформление пояснительной записки и графического материала выполнено с отступлениями от требований ЕСКД и стандарта АмГУ, ответы на вопросы при защите проекта показывают, что студент в недостаточной степени овладел теоретическими знаниями, обосновать и объяснить свои технические решения может только при задании комиссией дополнительных наводящих вопросов, читать электротехнические схемы может, но порой испытывает затруднения.

если содержание материалов проекта содержит пробелы и не полностью соответствует заданию и требованиям ПУЭ, оформление пояснительной записки и графического материала выполнено с серьезными отступлениями от требований ЕСКД и стандарта АмГУ, имеют место заимствования, ответы на вопросы при защите проекта показывают, что студент в недостаточной степени овладел теоретическими знаниями, обосновать и объяснить свои технические решения не может, читать электротехнические схемы затрудняется – **проект возвращается на доработку.**

4. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 1 семестре, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении следующих заданий: выполнение рефератов по темам лекционных занятий – 1 контрольная точка; отчет о работе с рекомендуемой литературой и журналами научно-технического направления (посещение читальных залов библиотеки) – 2 контрольная точка. В процессе изучения дисциплины: 5 минутный опрос студентов на каждой лекции. Студент получает зачет в случае знания не менее 75 процентов материала курса и активной работы во время семестра.

Вопросы к зачету

1. Современные и перспективные источники электроэнергии.
2. ТЭС, виды, назначение воздействия на окружающую среду.
3. ТЭС, электрические схемы и электрооборудование.
4. ГЭС, сравнительная характеристика видов.
5. ГЭС, электрические схемы и электрооборудование.
6. ГАЭС, назначение, принцип действия, электрические схемы и электрооборудование.
7. Возобновляемые источники энергии: виды, условия использования.
8. График нагрузки энергосистемы: заполнения по виду станций.
9. Особенности ТЭС, АЭС и ГЭС, учитываемые при заполнении суточного графика нагрузки.
10. Особенности технологической схемы ТЭЦ в сравнении с КЭС.
11. Виды технологических схем АЭС.
12. Особенности схемы ГЭС по мощности.
13. Схемы распределительных устройств 10-750 кВ.
14. Схемы подстанций и их виды.
15. Собственные нужды станций и подстанций и их схемы.
16. Собственные нужды ГЭС.
17. Собственные нужды ТЭЦ.
18. Собственные нужды КЭС.
19. Собственные нужды подстанций.
20. Распределительные устройства, их схемы
21. Коммутационные аппараты: виды обозначения на схеме, назначение.
22. Проектирование электрических связей между генераторами, силовыми трансформаторами и распределительными устройствами.
23. Особенности конструирования распределительных устройств напряжением до 1 кВ.
24. Комплектные распределительные устройства (КРУ, КРУН, ЗРУ, КТП).
25. требования, конструкция распределительных устройств (РУ).
26. Выбор, типа и компоновки РУ.
27. Составление схемы заполнения ЗРУ.
28. Планы ОРУ.

семестр 8

Вопросы к экзамену:

1. Выбор мощности трансформаторов на подстанции.
2. Виды токов короткого замыкания.
3. Импульс квадратичного тока, определение конечной температуры нагрева проводников при коротком замыкании.
4. Плавкие предохранители: защитная характеристика, материал плавки.
5. Гашение дуги переменного тока.

6. Измерительные трансформаторы тока: назначение, полярность, схема замещения, режим работы, погрешность.
7. Токоограничивающие реакторы: назначение, выбор.
8. Электрическая дуга: факторы, способствующие и препятствующие горению.
9. Вакуумные выключатели: гашение дуги, достоинства, недостатки.
10. Гашение дуги в выключателях постоянного тока.
11. Конструкции трансформаторов тока.
12. Выбор и проверка выключателей.
13. Электродинамическое действие тока: влияние расположения проводников, их форма, методика проверки на электродинамическую стойкость.
14. Конструкции предохранителей.
15. Воздушные выключатели: гашение дуги, достоинства, недостатки.
16. Нагрев проводников в нормальном режиме и при коротком замыкании.
17. Масляные выключатели: гашение дуги, достоинства, недостатки.
18. Элегазовые выключатели: гашение дуги, достоинства, недостатки.
19. Термическая стойкость проводников и аппаратов при коротком замыкании.
20. Выбор и проверка разъединителей.
21. Выбор и проверка трансформаторов тока.
22. Выбор и проверка трансформаторов напряжения.
23. Конструкции трансформаторов напряжения.
24. Конструкция КРУЭ.
25. Конструкция КРУ и КРУН.
26. Конструкция масляных выключателей.
27. Конструкция воздушных выключателей.
28. Конструкция вакуумных выключателей.
29. Конструкция элегазовых выключателей.
30. Расчет стационарного заземления.
31. Расчет шагового напряжения.
32. Расчет напряжения прикосновения.
33. Магнитные пускатели: назначение, конструкция, схема управления и защиты.
34. Дистанционное управление выключателями: блокировка от многократных включений на КЗ.
35. Автоматические выключатели: назначение, принцип действия, защитные характеристики.
36. Дистанционное управление выключателями: особенности схемы при пофазном управлении.
37. Выбор токопроводов 6 – 20 кВ.
38. Какую форму имеет вставка в предохранителях типов ПР и ПН? Для какой цели принята такая форма?
39. Типы КРУ и КРУН и их выбор.
40. Каково назначения пускателей, и их выбор, схема управления.
41. Установка силовых трансформаторов и трансформаторов СН.
42. Выбор аккумуляторной батареи, их назначение.
43. Системы измерения.
44. Как выполняется защита оборудования от внешних и внутренних перенапряжений?
45. Изложите порядок проектирования заземления.
46. Заземление электрических станций и подстанций, электрических сетей.
47. Заземляющие устройства: назначение, применение.
48. Автоматизация процессов производства электроэнергии на электростанциях.

Для допуска к зачету и экзамена достаточными основаниями являются выполнение, сдача и проверка всех индивидуальных заданий.

Студент, не сдавший одной или двух работ (заданий) и допущенный к экзамену в порядке исключения, отвечает также на дополнительные вопросы по теме этих работ (заданий). Для

подготовки ответа студенту отводится 40 мин. Для получения удовлетворительной оценки достаточно показать знание основных понятий по теме вопросов. Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно ответившему на основные вопросы билета и решив задачу. Оценка «отлично» выставляется, если, кроме того, студент правильно ответил на дополнительные вопросы по темам, смежным с темами основных вопросов. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

Фонды домашних заданий

Комплект домашних заданий (темы рефератов).

1. Производство электрической энергии на электростанциях.
2. Производство электрической энергии на тепловых электростанциях.
3. Производство электрической энергии на гидроэлектростанциях
4. Производство электрической энергии на атомных электростанциях
5. Альтернативные источники энергии: приливные электростанции.
6. Альтернативные источники энергии: геотермальные электростанции.
7. Альтернативные источники энергии: ветровые электростанции.
8. Альтернативные источники энергии: солнечные электростанции.
9. Основное оборудование электростанций.
10. Распределительные устройства и схемы соединений.

Материалы по контролю качества образования

Вопросы «Блиц-опроса» по темам дисциплины

На лекциях проводится блиц-опрос (текущий контроль) по пройденному материалу, проверка домашнего задания, т.е. обсуждение рефератов (докладов).

План проведения блиц-опроса:

1. Напоминается тема предыдущего занятия;
2. Студентам задается 4 – 5 вопросов по предыдущей теме занятия;
3. Проводится анализ полученных ответов.

Раздел 1. Современные и перспективные источники электроэнергии

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Классификация приемников электроэнергии.
2. Классификация электрических станций.
3. Классификация электрических подстанций.
4. Виды силовых трансформаторов.
5. Генераторы.
6. Виды тепловых станций.

Раздел 2. Электрические схемы и электрооборудование электрических станций

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Трансформаторы.
2. Схемы распределительных устройств.
3. Схемы соединений трансформаторов.
4. Какие бывают по типу подстанции.
5. Особенности технического выполнения трансформаторов.

6. Автотрансформаторы.

Раздел 3. Выбор и проверка электрооборудования электрических станций и подстанций

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Выключатели.
2. Разъединители.
3. Трансформаторы тока и напряжения.
4. Токоограничивающие реакторы.
5. Шины и токопроводы.

Раздел 4. Выбор и проверка низковольтных аппаратов электрических станций и подстанций

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Предохранители
2. Контактторы
3. Автоматические выключатели
4. Рубильники
5. Ключи управления

Раздел 5. Заземляющие устройства и молниезащита

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Для чего нужно заземление?
2. Что такое шаговое заземление?
3. Что такое заземление прикосновения?

Раздел 6. Системы измерения, контроля, сигнализации и управления на электрических станциях и подстанциях

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Какие измерительные приборы устанавливаются на подстанции?
2. Какие приборы устанавливаются для учета электроэнергии?
3. Где устанавливаются приборы (на каких присоединениях)?

Критерии оценки вопросов «Блиц-опроса»:

оценка «отлично» выставляется студенту, если даны правильные ответы на все вопросы;
оценка «хорошо» выставляется студенту, если даны ответы на вопросы с незначительными ошибками;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответы на вопросы даны со значительными ошибками;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответы даны с большим числом ошибок, либо совсем не даны ответы.

Пример теста контроля знаний

Проводится для Раздела 1,2. Современные и перспективные источники электроэнергии, электрические схемы и электрооборудование электрических станций.

1. Если ТЭЦ сооружается вблизи потребителей электроэнергии 6-10 кВ, то, какое надо иметь распределительное устройство?

- а) ГРУ;
- б) блочное;
- в) блочное с поперечными связями.

1. Если на ТЭЦ есть ГРУ, куда подключаются трансформаторы СН?

- а) РУ ВН;
- б) ГРУ;
- в) к блоку Г-Т.

3. Если ГРУ в схемах электростанций КЭС, АЭС, ГЭС?

- а) нет;
- б) есть;
- в) только на АЭС.

4. Если электроэнергия выдается на высшем и среднем напряжении, то связь РУ осуществляется :

- а) понижающим трансформатором связи;
- б) повышающим трансформатором связи;
- в) автотрансформатором связи.

5. Сколько трансформаторов устанавливается на подстанции третьей категории?

- а) два;
- б) три;
- в) один.

6. Сколько трансформаторов устанавливается на подстанции первой и второй категорий?

- а) один;
- б) два;
- в) три.

7. Как называется схема на 6-10 кВ однострансформаторной подстанции?

- а) несекционированная система сборных шин;
- б) одна рабочая, секционированная выключателем, система шин;
- в) схема мостика с выключателями.

8. Какая разница в присоединении рабочих трансформаторов с.н. на ТЭЦ, от блочных КЭС и АЭС?

- а) рабочие трансформаторы с.н. присоединяются к шинам 6-10 кВ;
- б) присоединяются к РУ ВН;
- в) нет никакой разницы.

9. Куда присоединяются резервные трансформаторы с. н. в схемах ТЭЦ, блочных КЭС и АЭС?

- а) к ГРУ;
- б) присоединяются к РУ ВН;
- в) к шинам блока Г-Т.

10. На каких электростанциях применяется схема с одной системой сборных шин, соединенных в кольцо?

- а) ТЭЦ;
- б) КЭС;
- в) АЭС.

11. На каких электростанциях применяется схема с двумя сборными шинами?

- а) АЭС;
- б) КЭС;
- в) ТЭЦ.

12. На какое напряжение применяется схема «Два блока с выключателями и со стороны линий» на подстанциях?

- а) 35-220 кВ;
- б) 6-10 кВ;
- в) 35-110 кВ.

13. На какое напряжение применяется схема «Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов» на подстанциях?

- а) 6-110 кВ;
- б) 110-220 кВ;
- в) 110-500 кВ.

14. На какое напряжение применяется схема «Мостик с выключателем в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линии» на подстанциях?

- а) 10-220 кВ;
- б) 6-500 кВ;
- в) 110-220 кВ.

15. На какое напряжение применяется схема «Четырехугольник» на подстанциях?

- а) 35-220 кВ;
- б) 110-750 кВ;
- в) 110-330 кВ.

16. На какое напряжение применяется схема «Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная система шин » на подстанциях?

- а) 110-220 кВ;
- б) 330-500 кВ;
- в) 35-330 кВ.

17. На какое напряжение применяется схема «Две рабочие секционированные выключателем, и обходная система шин » на подстанциях?

- а) 220-500 кВ;
- б) 110-500 кВ;
- в) 110-220 кВ.

18. В каких схемах можно произвести ремонт линейного выключателя без нарушения электроснабжения по этой линии?

- а) схема «Четырехугольник»;
- б) схема «Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная система шин »;
- в) схема «Мостик с выключателем в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линии».

19. Назовите область применения схем треугольника, квадрата, шестиугольника?

- а) в РУ 220 кВ и выше;
- б) в РУ 6-10 кВ;
- в) в РУ 35-220 кВ.

20. Каково назначение обходного выключателя схеме «Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная система шин »?

- а) для замены разъединителя;
- б) для замены секционного выключателя;
- в) для замены любого выключателя.

21. При наличии чего, функции обходного и секционного выключателя могут быть совмещены?

- а) обходного выключателя;
- б) секционного выключателя;
- в) переключки и двух разъединителей.

22. На какое напряжение применяется схема «3/2 выключателя на присоединение» на подстанциях или электростанциях?

- а) 110-500 кВ;
- б) 330-750 кВ;
- в) 220-500 кВ.

23. На каких электростанциях применяется схема «4/3 выключателя на присоединение»?

- а) ГЭС;
- б) КЭС и АЭС;
- в) ТЭЦ.

24. На каких электростанциях применяется схема «блоков генератор- трансформатор-линия с уравнительно-обходным многоугольником»?

- а) ГЭС 220-500 кВ;
- б) КЭС 330-750 кВ;
- в) АЭС 220-750 кВ.

25. На каких электростанциях характерно применение укрупненных энергоблоков, позволяющих уменьшить количество повышающих трансформаторов и число линий связи с ОРУ ВН?

- а) КЭС;
- б) ГЭС;
- в) АЭС.

Ответы на вопросы тестов

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3	а	б	а	в	в	б	а	а	б	а	в	в	б	в	б	а	в	б	а	в	в	б	б	б	б

Критерии оценки тестового контроля знаний:

Оценка	Число правильных ответов
5 (отлично)	все
4 (хорошо)	23-19
3 (удовлетворительно)	18- 11
2 (неудовлетворительно)	10 и менее

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ветров В.И. Режимы электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ветров В.И., Быкова Л.Б., Ключенович В.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 243 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45158>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник/ Филиппова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 294 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45211>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева ; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 315 с. - Б. ц.
4. Перейти: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6924.pdf
5. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебник / Т.А. Филиппова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 294 с. — 978-5-7782-2517-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45211.html>
6. Балаков Ю.Н., Проектирование схем электроустановок: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72271>.
7. Розанов Ю.К., Основы современной энергетики. Том 2. Современная электроэнергетика [Электронный ресурс] : учеб. / Розанов Ю.К., Старшинов В.А., Серебрянников С.В.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72256>.
8. Старшинов, В.А. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Старшинов, М.В. Пираторов, М.А. Козина. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2015. — 296 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72327>
9. Коломиец Н.В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, Г.А. Елгина— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55206.html>. — ЭБС «IPRbooks»
10. Белоус А.И. Космическая электроника. Книга 2 [Электронный ресурс] / А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2015. — 488 с. — 978-5-94836-402-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36477.html>
11. Блинов В.Н. Малые космические аппараты [Электронный ресурс] : справочное пособие / В.Н. Блинов, Ю.Н. Сеченов, В.В. Шалай. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2016. — 264 с. — 978-5-8149-2240-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58092.html>