



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИТЭ  
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Теплоэнергетики

С.О. Гапоненко

« 30 » мая 20 23 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.02 Электрооборудование энергообъектов

---

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений	Доцент, к.т.н.	Рыжков Д.В.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра-разработчик «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	11.05.2023	11	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Выпускающая кафедра «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения»	16.05.2023	8	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Ваньков Ю.В.
Согласована	Выпускающая кафедра «Атомные и тепловые электрические станции»	18.05.2023	23-22/23	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н.Д.
Согласована	Выпускающая кафедра «Химия и водородная энергетика»	19.05.2023	11	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичиров А.А.
Согласована	Выпускающая кафедра «Экономика и организация производства»	25.05.2023	13	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Ахметова И.Г.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электрооборудование энергообъектов» является изучение структуры, электрических схем и оборудования, аппаратов и проводников энергетических объектов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение существующих сведений об энергосистемах и электроустановках;
- формирование навыков анализировать схемы и элементы электростанций и подстанций, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиции рационального электропотребления;
- освоение методов расчета и выбора оборудования энергетических объектов.
- ознакомление обучающихся с тенденциями развития и совершенствования аппаратов и устройств энергетических объектов, распределения и потребления электрической энергии в отечественной и зарубежной практике.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.4 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

Теоретические основы электротехники, Тепловые и атомные электрические станции, Автоматизация технологических процессов.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

Производственная практика (преддипломная), Государственная итоговая аттестация.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	90	90
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,06	74	74
Лекции	0,83	30	30
Практические (семинарские) занятия	1,22	44	44
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,95	70	70
Проработка учебного материала	0,95	34	34
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	46	46
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,61	22	22
Лекции	0,28	10	10
Практические (семинарские) занятия	0,33	12	12
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,14	149	149
Проработка учебного материала	3,89	140	140
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9
Промежуточная аттестация:			Э

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1		6		8	16	ТК1	ОПК-3.4 З, У
Раздел 2		12		18	26	ТК2	ОПК-3.4 З, В
Раздел 3		12		18	28	ТК3	ОПК-3.4 З, В
Экзамен	36					ОМ	ОПК-3.4 З, У, В
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>30</b>		<b>44</b>	<b>70</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения об энергосистемах и электроустановках

Тема 1.1. Назначение и типы электростанций

Тема 1.2. Технологические схемы электроустановок

Раздел 2. Основное электрооборудование электростанций, подстанций и сетей

Тема 2.1. Технические характеристики и конструкции генераторов.

Тема 2.2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.

Тема 2.3. Воздушные и кабельные линии электропередач

Раздел 3. Проводники и электрические аппараты

Тема 3.1. Проводники распределительных устройств.

Тема 3.2. Электрические аппараты до 1 кВ.

Тема 3.3. Электрические аппараты выше 1000 В.

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Симметричная трехфазная цепь. Расчет трехфазной цепи переменного тока.

2. Графики нагрузок. Потери электрической энергии в трансформаторах и линиях электропередач.

3. Расчет и согласование защит сетей напряжением 0,38 кВ.
4. Расчет и согласование защит ВЛ 10 кВ.
5. Асинхронные двигатели. Расчет параметров асинхронного двигателя.
6. Трехфазные трансформаторы. Расчет параметров трансформатора.
7. Синхронные генераторы. Параллельная работа синхронного генератора с сетью.
8. Схемы трансформаторных подстанций. Выбор оборудования трансформаторной подстанции.
9. Компенсация реактивной мощности.
10. Выбор измерительных трансформаторов.
11. Выбор высоковольтного оборудования.
12. Ограничение токов короткого замыкания.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
ОПК-3	ОПК-3.4	знать:				
		Знает основные	Знает основные	Знает основные	Знает основные	Знает основные

		сведения об энергосистемах и электроустановках	сведения об энергосистемах и электроустановках, не допускает ошибок	сведения об энергосистемах и электроустановках, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	сведения об энергосистемах и электроустановках, допускает множеств о мелких ошибок	сведения об энергосистемах и электроустановках, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет анализировать схемы и элементы энергетических объектов	Демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, не допускает ошибок	Демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, допускает множеств о мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		владеет основными методами расчета и выбора оборудования энергетических объектов	Продемонстрированы навыки владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетических объектов, не	Продемонстрированы навыки владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетических объектов, может	Имеет минимальный набор навыков владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетических объектов, допускает	Не продемонстрированы базовые навыки владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетических объектов,

			допускает ошибок	допустить несколько не грубых ошибок	множеств о мелких ошибок	допускает грубые ошибки
--	--	--	---------------------	---	--------------------------------	-------------------------------

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 304 с. - Текст : непосредственный.

2. Быстрицкий, Г. Ф., Основы энергетики : учебник / Г. Ф. Быстрицкий. — Москва : КноРус, 2023. — 350 с. — ISBN 978-5-406-11449-0. — URL: <https://book.ru/book/950077>. — Текст : электронный.

3. Производство тепловой и электрической энергии (общая энергетика) : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Ю. Я. Петрушенко. - Казань: КГЭУ, 2010. - 408 с. - ISBN 978-5-89873-256-1. - Текст: непосредственный.

#### **5.1.2.Дополнительная литература**

1. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. - М. : Академия, 2003. - 176 с. - ISBN 5-7695-1143-5. - Текст: непосредственный.

2. Воздушные и кабельные линии электропередачи : учебное пособие / Г.Ф.Быстрицкий, Н.В.Роженцова. - Казань : КГЭУ, 2008. - 55 с. - 3279. - Текст: непосредственный.

3. Колодяжный, В. В. Эксплуатационные режимы работы электрооборудования электрических станций : учебное пособие для вузов / В. В. Колодяжный. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 184 с. — ISBN 978-5-507-48888-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.



## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань», <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru», <https://ibooks.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «book.ru», <https://www.book.ru/>
4. Энциклопедии, словари, справочники, <http://www.rubricon.com>
5. Портал «Открытое образование», <http://npoad.ru>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Российская национальная библиотека (<http://nlr.ru/>)
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru/>)
3. Web of Science (<https://webofknowledge.com/>)
4. Scopus (<https://www.scopus.com>)
5. КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru/>)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)
7. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>)
8. Техническая библиотека (<http://techlibrary.ru>)
9. Справочная правовая система «Консультант Плюс» (<http://consultant.ru>)
10. Справочно-правовая система по законодательству РФ (<http://garant.ru>)

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ	Система автоматизации библиотек, отвечающая	ГУ здравоохранения "Республиканский

	"Читатель", "Книговыдача"	АРМ	всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	медицинский библиотечно- информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право . Бессрочно
5	LMS Moodle		ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивиду- альных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В- 600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

### *Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

### *Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

### *Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

### *Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	5.1. Учебно-методическое обеспечение 5.1.2.Дополнительная литература	25.03.2024	Колодяжный, В. В. Эксплуатационные режимы работы электрооборудования электрических станций : учебное пособие для вузов / В. В. Колодяжный. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 184 с. — ISBN 978-5-507-48888-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.		

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Б1.О.20.02 Электрооборудование энергообъектов

---

г. Казань, 2023



Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр \_\_\_\_\_

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Общие сведения об энергосистемах и электроустановках»</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Письменный опрос		8							
Практическое задание		7							
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)			0-15						
<b>Раздел 2. «Основное электрооборудование электростанций, подстанций и сетей»</b>	<b>ТК2</b>			<b>20</b>	<b>0-20</b>			<b>20-30</b>	<b>20-30</b>
Письменный опрос				8					
Практическое задание				12					
Отчет по самостоятельной работе					0-20				
<b>Раздел 3. «Проводники и электрические аппараты»</b>	<b>ТК3</b>					<b>20</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>	<b>20-40</b>
Письменный опрос						8			
Практическое задание						12			
Отчет по самостоятельной работе							0-20		
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
В письменной форме по билетам									0-45

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
ОПК-3	ОПК-3.4	знать:				
		Знает основные сведения об энергосистемах и электроустановках	Знает основные сведения об энергосистемах и электроустановках, не допускает ошибок	Знает основные сведения об энергосистемах и электроустановках, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает основные сведения об энергосистемах и электроустановках, допускает множество мелких ошибок	Знает основные сведения об энергосистемах и электроустановках, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет анализировать схемы и элементы энергетических объектов	Демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, не допускает ошибок	Демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение анализировать схемы и элементы энергетических объектов, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		владеет основными методами расчета и выбора оборудования энергетических объектов	Продемонстрированы навыки владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетичес	Продемонстрированы навыки владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетичес	Имеет минимальный набор навыков владения основным и методами расчета и выбора оборудования энергетичес	Не продемонстрированы базовые навыки владения основным и методами расчета и выбора оборудования

			еских объектов, не допускает ошибок	еских объектов, может допустить несколько не грубых ошибок	еских объектов, допускает множеств о мелких ошибок	энергетич еских объектов, допускает грубые ошибки
--	--	--	-------------------------------------	--	--	---

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение заданий практических занятий, индивидуальных заданий в семестре (опрос, реферат), полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение заданий практических занятий, индивидуальных заданий в семестре (опрос, реферат), ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание) с незначительными ошибками;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение заданий практических занятий, индивидуальных заданий в семестре (опрос, реферат) с грубыми ошибками и не в полном объеме, при ответе на вопросы билета (теоретическое и практическое задание), допускает грубые ошибки;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение заданий практических занятий, отсутствие индивидуальных заданий в семестре (опрос, реферат).

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов	Темы рефератов

	теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	
--	---	--

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

**Для текущего контроля ТК1:**

**Проверяемая компетенция:** ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3.4 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук)

**Вопросы для проведения письменного опроса ТК1:**

1. На каких энергетических объектах вырабатывается электрическая энергия.
2. Перечислите основные типы электростанций.
3. Назовите основных потребителей электрической энергии.
4. Отличительные особенности энергетического производства.
5. Перечислите основные типы приемников электроэнергии.
6. Какие электроприемники относятся к 1 категории.
7. Какие электроприемники относятся к 2 категории.
8. Какие электроприемники относятся к 3 категории.
9. Как обеспечивается питание электроприемников 1 категории.
10. Как обеспечивается питание электроприемников 2 категории.
11. Как обеспечивается питание электроприемников 3 категории.
12. По каким показателям определяется качество электроэнергии.
13. Что такое энергетическая система?
14. Как изменяется нагрузка энергосистемы в течение суток.
15. Какие станции работают в базовой части графика нагрузки.
16. Какие станции покрывают пиковую часть графика нагрузки.
17. Основное различие в технологическом процессе ТЭЦ и КЭС.
18. Роль газотурбинных установок в работе энергосистемы.
19. Какие энергетические объекты объединяют в энергетическую систему.

## Практическое задание ТК1:

Примеры практических заданий:

Задача 1: Определить годовые потери электроэнергии в процентах от переданной за год электроэнергии в силовом трансформаторе ТМН – 4000/35. Потери мощности в стали и в меди трансформатора принять согласно его паспортным данным. Коэффициент мощности нагрузки  $\cos\varphi=0,8$ . Годовой график нагрузок трансформатора по продолжительности представлен на рисунке 1.

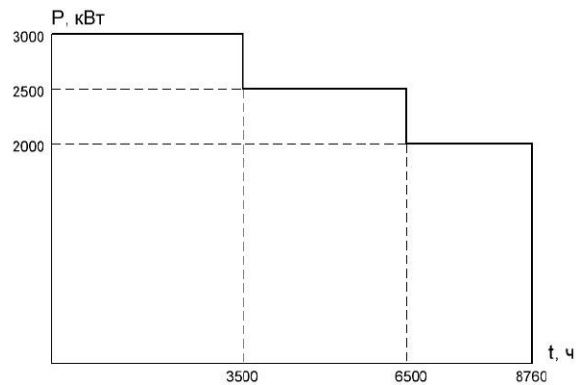


Рис. 1. График нагрузок силового трансформатора.

Задача 2: Разработать схему выдачи мощности ТЭЦ, на которой по тепловым нагрузкам выбраны к установке три турбины мощностью 60 МВт каждая (ПТ-60). Нагрузка на шинах 10 кВ в максимальном режиме равна 100 МВт, в минимальном – 75 МВт,  $\cos\varphi_H = 0,91$ ,  $T_M = 5800$  ч. Нагрузка на шинах 35 кВ в максимальном режиме равна 23 МВт, в минимальном – 14 МВт,  $\cos\varphi_H = 0,92$ . Вся остальная мощность выдается в сеть 110 кВ. Нагрузка собственных нужд принята равной 10 % от установленной мощности,  $\cos\varphi_H = 0,8$ .

Задача 3: Составить главную схему электрических соединений ТЭЦ, структурная схема выдачи мощности которой представлена на рис. 2.

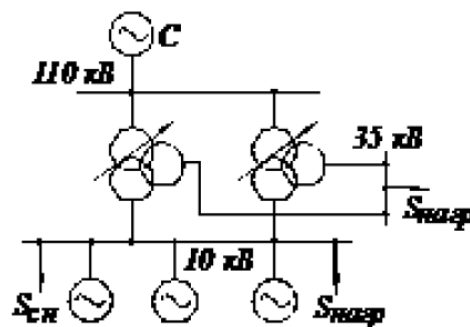


Рис. 2. Схемы выдачи мощности ТЭЦ

## **Темы для выполнения индивидуальных заданий (рефератов) ТК1:**

1. Основные особенности и технологическая схема КЭС.
2. Основные особенности и технологическая схема ТЭС.
3. Основные особенности и технологическая схема ГЭС.
4. Основные особенности и технологическая схема АЭС.
5. Основные особенности и технологическая схема геотермальных электростанций.
6. Основные особенности и технологическая схема ветроэлектростанций.
7. Графики нагрузки энергосистемы и электростанций, участвующих в выработке электроэнергии.
8. Единая энергосистема России.
9. Повышение надежности электроснабжения потребителей.
10. Режимы работы нейтралей в электроустановках.

## **Для текущего контроля ТК2:**

**Проверяемая компетенция:** ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3.4 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук)

## **Вопросы для проведения письменного опроса ТК2:**

1. Основное электрооборудование в структурной схеме энергетической системы.
2. Назначение основного оборудования электростанции.
3. Какие функции выполняет вспомогательное оборудование на электростанциях.
4. Как распределяется электрическая энергия, вырабатываемая генератором в соответствии со схемой электростанции.
5. Назначение синхронного генератора. Как он обозначается на электрической схеме.
6. Назначение силового трансформатора. Как изображаются различные по количеству и назначению обмоток трансформаторы.
7. В чем принципиальное различие трехобмоточных трансформаторов от автотрансформаторов.
8. Что является первичными двигателями для синхронных генераторов на ТЭС и ГЭС.

9. Как определяется частота вращения синхронного генератора.
10. Опишите конструкцию генератора на ТЭС.
11. В каких пределах находится частота вращения гидрогенераторов.
12. Что такое номинальный режим работы генератора.
13. Назначение системы возбуждения.
14. Основные системы возбуждения генератора в зависимости от источника питания.
15. Основное достоинство бесщеточной системы возбуждения.
16. Какими параметрами характеризуется номинальный режим работы генераторов.
17. Основные способы включения генераторов на параллельную работу.

### **Практическое задание ТК2:**

Примеры практических заданий:

Задача 1: Генератор постоянного тока параллельного возбуждения имеет номинальную мощность  $P_2 = 10$  кВт ; номинальное напряжение  $U = 230$  В; частоту вращения  $n = 1450$  об/мин ; сопротивление обмоток цепи обмотки возбуждения  $R_b = 150$  Ом ; сопротивление обмотки якоря  $R_a = 0,3$  Ом; КПД в номинальном режиме  $\eta = 86,5$  %. Падением напряжения в щеточном контакте пренебречь. Определить: ток генератора, ток в цепи возбуждения, ток в цепи якоря, ЭДС якоря, электромагнитный момент, электромагнитная мощность, мощность приводного двигателя. Генератор работает при номинальной нагрузке.

Задача 2: В генераторе постоянного тока независимого возбуждения с номинальным напряжением  $U = 440$  В установился ток  $I = 64$  А при частоте якоря  $n = 2800$  об/мин . В новом режиме работы нагрузка и магнитный поток не изменились, но частота якоря стала  $n^* = 740$  об/мин. Определить напряжение и ток в генераторе в новом режиме.

Задача 3: Определить ток в цепи якоря генератора постоянного тока параллельного возбуждения и ЭДС, если сопротивление обмотки якоря составляет  $R_a = 0,264$  Ом. Сопротивление параллельной обмотки возбуждения  $R_b = 15$  Ом . Генератор работает на нагрузку мощностью  $P_2 = 5$  кВт при напряжении  $U = 110$  В.

Задача 4: Двухполюсный генератор постоянного тока параллельного возбуждения имеет пар параллельных ветвей  $a = 1$ ; активных проводников обмотки якоря  $N = 500$ ; сопротивление обмотки якоря  $R_a = 0,155$  Ом; магнитный поток полюса  $\Phi = 0,0197$  Вб . При номинальном режиме работы ток

нагрузки составляет  $I_H = 50$  А; ток возбуждения  $I_B = 1,7$  А; частота вращения якоря  $n = 1450$  об/мин. Определить напряжение на зажимах генератора.

Задача 5: Шестиполюсной двигатель постоянного тока смешанного возбуждения работает от сети  $U = 220$  В и вращается с частотой  $n = 1000$  об/мин. Номинальный потребляемый ток равен  $I = 13,3$  А; КПД составляет  $\eta = 75,2$  %; сопротивление якоря  $R_{\text{я}} = 1,65$  Ом ; сопротивление параллельной обмотки возбуждения  $R_{\text{в}} = 183$  Ом. Обмотка якоря имеет  $a = 3$  пары параллельных ветвей и  $N = 240$  проводников. Определить магнитный поток; вращающий момент на валу двигателя; мощность, снимаемую с вала; потребляемую и электромагнитную мощности.

### **Для текущего контроля ТКЗ:**

**Проверяемая компетенция:** ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3.4 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук)

### **Вопросы для проведения письменного опроса ТКЗ:**

1. Какие виды сборных шин применяются в энергетических объектах.
2. Для чего предназначены сборные шины.
3. Для чего предназначены высоковольтные выключатели.
4. Назовите основные виды выключателей.
5. Для чего предназначены разъединители.
6. Какие функции выполняют разъединители.
7. Для каких целей используются отделители и короткозамыкатели.
8. С какой целью в электроустановках устанавливаются реакторы.
9. Для чего предназначены измерительные трансформаторы.
10. Какие приборы предназначены для фиксации параметров электроустановки.
11. Для чего предназначены устройства релейной защиты.
12. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты.
13. Для чего предназначена противоаварийная автоматика.
14. Назначение ограничителей перенапряжения.
15. Перечислите основные типы распределительных устройств.
16. Основное отличие предохранителя от высоковольтного выключателя.



17. Назовите основные режимы работы нейтрали.
18. Назначение синхронных и статических компенсаторов.

### Практическое задание ТКЗ:

Примеры практических заданий:

Задача 1: Трехфазный трансформатор имеет: номинальную мощность  $S_{\text{ном}} = 25 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ , номинальное первичное напряжение  $U_{1\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$ , напряжение короткого замыкания  $u_{\text{к}\%} = 4,5\%$ , ток холостого хода  $i_{0\%} = 3,2\%$ , мощности холостого хода  $P_0 = 0,13 \text{ кВт}$  и короткого замыкания  $P_{\text{к}} = 0,6 \text{ кВт}$ . Соединение обмоток трансформатора  $Y/Y$ . Частота переменного тока сети  $f = 50 \text{ Гц}$ . Определить полное сопротивление короткого замыкания, его активную и реактивную составляющие; параметры намагничивающего контура.

Задача 2: Трехфазный трансформатор имеет: номинальное вторичное напряжение  $U_{2\text{ном}} = 0,4 \text{ кВ}$ , напряжение короткого замыкания  $u_{\text{к}\%} = 6,5\%$ , коэффициент мощности короткого замыкания  $\cos\phi_{\text{к}} = 0,31$ ; коэффициент мощности нагрузки  $\cos\phi_2 = 0,8$  (характер нагрузки емкостный). Соединение обмоток трансформатора  $Y/Y$ . Частота переменного тока сети  $f = 50 \text{ Гц}$ . Определить номинальное изменение вторичного напряжения (%) и значение вторичного напряжения (В) при номинальной емкостной нагрузке.

Задача 3: Выбрать для защиты ВЛ - 0,38 автоматический выключатель и проверить его на чувствительность к  $I^{(1)}_{\text{к}}$ , рассчитать дополнительную защиту типа ЗТИ-0,4УЗ. Защиты согласовать по времени действия, построив карту селективности.

Задача 4: Произвести расчет защиты ВЛ-10кВ и согласовать ее действие с защитой самого мощного трансформатора (рис. 3), если заданы номинальные мощности подключенных к линии трансформаторов, токи короткого замыкания в соответствующих расчетных точках:  $K_1$  – на шинах 10кВ РТП,  $K_2$  – у БТП,  $K_3$  – у самого мощного трансформатора.

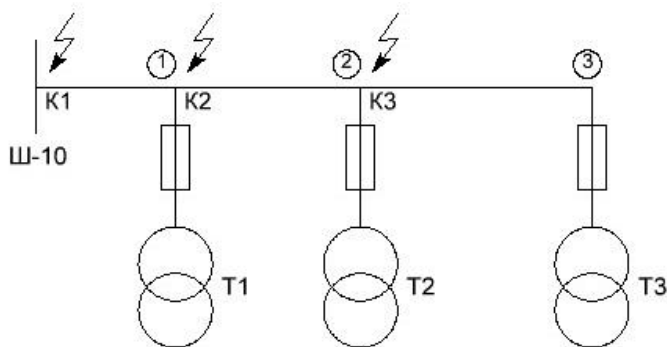


Рис. 3 Расчетная схема сети 10 кВ

Задача 5: Для ТП 10/0,4 кВ с трансформатором номинальной мощностью  $S_n=400$  кВА выбрать разъединитель, высоковольтный предохранитель для силового трансформатора, рубильник на вводе 0,4 кВ; предохранители для защиты и магнитный пускатель для управления линией уличного освещения. Мощности отходящих линий 0,38 кВ  $S_1 = 230$  кВА и  $S_2 = 160$  кВА; мощность уличного освещения  $P_{yo} = 6$  кВт. Трехфазный ток короткого замыкания на шинах 10 кВ  $I_k^{(3)} = 514$  А.

### Для промежуточной аттестации:

1. На каких энергетических объектах вырабатывается электрическая энергия.
2. Перечислите основные типы электростанций.
3. Назовите основных потребителей электрической энергии.
4. Отличительные особенности энергетического производства.
5. Перечислите основные типы приемников электроэнергии.
6. Какие электроприемники относятся к 1 категории.
7. Какие электроприемники относятся к 2 категории.
8. Какие электроприемники относятся к 3 категории.
9. Как обеспечивается питание электроприемников 1 категории.
10. Как обеспечивается питание электроприемников 2 категории.
11. Как обеспечивается питание электроприемников 3 категории.
12. По каким показателям определяется качество электроэнергии.
13. Что такое энергетическая система?
14. Как изменяется нагрузка энергосистемы в течение суток.
15. Какие станции работают в базовой части графика нагрузки.
16. Какие станции покрывают пиковую часть графика нагрузки.
17. Основное различие в технологическом процессе ТЭЦ и КЭС.
18. Роль газотурбинных установок в работе энергосистемы.
19. Какие энергетические объекты объединяют в энергетическую систему.
18. Основное электрооборудование в структурной схеме энергетической системы.
19. Назначение основного оборудования электростанции.
20. Какие функции выполняет вспомогательное оборудование на электростанциях.
21. Как распределяется электрическая энергия, вырабатываемая генератором в соответствии со схемой электростанции.

22. Назначение синхронного генератора. Как он обозначается на электрической схеме.
23. Назначение силового трансформатора. Как изображаются различные по количеству и назначению обмоток трансформаторы.
24. В чем принципиальное различие трехобмоточных трансформаторов от автотрансформаторов.
25. Что является первичными двигателями для синхронных генераторов на ТЭС и ГЭС.
26. Как определяется частота вращения синхронного генератора.
27. Опишите конструкцию генератора на ТЭС.
28. В каких пределах находится частота вращения гидрогенераторов.
29. Что такое номинальный режим работы генератора.
30. Назначение системы возбуждения.
31. Основные системы возбуждения генератора в зависимости от источника питания.
32. Основное достоинство бесщеточной системы возбуждения.
33. Какими параметрами характеризуется номинальный режим работы генераторов.
34. Основные способы включения генераторов на параллельную работу.
35. Какие виды сборных шин применяются в энергетических объектах.
36. Для чего предназначены сборные шины.
37. Для чего предназначены высоковольтные выключатели.
38. Назовите основные виды выключателей.
39. Для чего предназначены разъединители.
40. Какие функции выполняют разъединители.
41. Для каких целей используются отделители и короткозамыкатели.
42. С какой целью в электроустановках устанавливаются реакторы.
43. Для чего предназначены измерительные трансформаторы.
44. Какие приборы предназначены для фиксации параметров электроустановки.
45. Для чего предназначены устройства релейной защиты.
46. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты.
47. Для чего предназначена противоаварийная автоматика.
48. Назначение ограничителей перенапряжения.
49. Перечислите основные типы распределительных устройств.
50. Основное отличие предохранителя от высоковольтного выключателя.

51. Назовите основные режимы работы нейтрали.
52. Назначение синхронных и статических компенсаторов.