



КГУ

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

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и  
электроники

Р.В. Ахметова

«30» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.02 Электроснабжение

---

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭПП	Старший преподаватель	Мифтахова Н.К.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭПП	17.05.2023	№28	Зав.каф., д.т.н., проф. Ившин И. В.
Согласована	РЗА	18.05.2023	№23	Зав.каф., к.т.н., доц. Губаев Д. Ф.
Согласована	ТОЭ	18.05.2023	№14	Зав.каф., д.т.н., проф. Садьков М. Ф.
Согласована	ЭПП	17.05.2023	№28	Зав.каф., д.т.н., проф. Ившин И. В.
Согласована	ЭС	19.05.2023	№6/23	Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	ЭСиС	17.05.2023	№32	Зав.каф., к.т.н., доц. Максимов В. В.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	№29	Зав.каф., к.т.н., доц. Павлов П. П.
Согласована	ЭХП	16.05.2023	№8	И.о. зав.каф., к.т.н., Гибадуллин Р. Р.
Согласована	ЭОП	25.05.2023	№13	Зав.каф., д.т.н., доц. Ахметова И. Г.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р. В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р. В.

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

Целью освоения дисциплины «Электроснабжение» является повышение уровня знаний в области проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основ теории проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий;
- приобретение практических навыков определения электрических нагрузок согласно основным и вспомогательным методами расчета;
- приобретение практических навыков по выбору электрооборудование системы электроснабжения.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и аппаратов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  
«Теоретические основы электротехники»

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  
«Специальные вопросы проектирования систем электроснабжения»

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр		
			5		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>		
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	<b>-</b>	<b>103</b>	<b>103</b>		
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>	<b>68</b>		
Лекции	0,94	34	34		
Практические (семинарские) занятия	0,6	18	18		
Лабораторные работы	0,44	16	16		
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>4,11</b>	<b>148</b>	<b>148</b>		
Проработка учебного материала	2,11	76	76		
Курсовой проект	0	0	0		
Курсовая работа	1	36	36		

Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36		
Промежуточная аттестация:			Э		
			КР		

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр		
			4		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	66	66		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,67	24	24		
Лекции	0,33	12	12		
Практические (семинарские) занятия	0,22	8	8		
Лабораторные работы	0,11	4	4		
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>5,33</b>	<b>192</b>	<b>192</b>		
Проработка учебного материала	4,08	147	147		
Курсовой проект	0	0	0		
Курсовая работа	1	36	36		
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9		
Промежуточная аттестация:			Э		
			КР		

### 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. Особенности систем электроснабжения, промышленных предприятий и транспортных систем	36	8		2	26	ТК1	ОПК-4.2.3
Раздел 2. Типы электроприемников и режимы их работы. Методы расчета электрических нагрузок.	36	8	8	4	16	ТК2	ОПК-4.2 3,У,В
Раздел 3. Условия выбора параметров основного	36	12	4	8	12	ТК3	ОПК-4.2 3,У,В

оборудования в системах электроснабжения различного назначения.							
Раздел 4. Виды схем и внутреннего внешнего электроснабжения завода	36	6	4	4	22	ТК4	ОПК-4.2 З,У,В
Курсовая работа	36				36	ОМ кр	ОПК-4.2 З,У,В
Экзамен	36				36	ОМ 1	ОПК-4.2 З,У,В
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>148</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Особенности систем электроснабжения, промышленных предприятий и транспортных систем.

Тема 1.1. Общие сведения. Типы энергоустановок.

Тема 1.2. Технические, социально-экономические и экологические требования, предъявляемых к системам электроснабжения.

Тема 1.3 Методы достижения заданного уровня надежности оборудования, систем электроснабжения. Нормативные показатели качества электроэнергии.

1.4. Системы электроснабжения промышленных предприятий. Электроснабжение транспортных систем.

Раздел 2. Типы электроприемников и режимы их работы. Методы расчета электрических нагрузок.

Тема 2.1. Типы электроприемников и режимы их работы

Тема 2.2. Классификация методов расчета электрических нагрузок.

Тема 2.3 Определение расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий.

Тема 2.4. Определение расчетной мощности по заводу и отдельным цехам завода по установленной мощности и коэффициенту спроса.

Раздел 3. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения.

Тема 3.1. Выбор высоковольтных двигателей.

Тема 3.2. Выбор напряжения на различных ступенях системы электроснабжения.

Тема 3.3. Выбор сечений проводов воздушных линий.

Тема 3.4. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов подстанций.

Тема 3.5. Расчет токов короткого замыкания при проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства.

Тема 3.6. Модульное оборудование KARAT - автоматические выключатели, ВДТ, АВДТ и дополнительные устройства серии KARAT, их преимущества и возможности применения.

Раздел 4. Виды схем внутреннего и внешнего электроснабжения завода.

Тема 4.1. Схемы внутреннего электроснабжения и внешнего электроснабжения.

Тема 4.2. Выбор рациональной схемы электроснабжения промышленного предприятия.

Тема 4.3. Режимы работы нейтрали в установках.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Раздел 1. Особенности систем электроснабжения, промышленных предприятий и транспортных систем.

Тема 1.1. Задание и исходные данные на проектирование.

Генеральный план промышленного предприятия с размещением цехов и путей перемещения внутризаводского транспорта. Нагрузки по цехам предприятия в виде установленных мощностей отдельных приемников электрической энергии.

Раздел 2. Типы электроприемников и режимы их работы. Методы расчета электрических нагрузок.

Тема 2.1. Общая характеристика промышленного предприятия и требования к электроснабжению потребителей.

Тема 2.2. Определение расчетной мощности по заводу и отдельным цехам завода по установленной мощности и коэффициенту спроса.

Раздел 3. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения.

Тема 3.1. Выбор высоковольтных двигателей.

Тема 3.2. Выбор напряжения на различных ступенях системы электроснабжения. Выбор сечений проводов воздушных линий.

Тема 3.3. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов подстанций.

Тема 3.4. Расчет токов короткого замыкания. Выбор основных электрических и электронных устройств систем электроснабжения из аппаратной базы IEK GROUP.

Раздел 4. Виды схем внутреннего и внешнего электроснабжения завода.

Тема 4.1. Выбор схем внутризаводского распределения электроэнергии завода.

Тема 4.2. Режимы работы нейтрали в установках напряжением выше 1 кВ

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Лабораторная работа № 1. Автоматическое регулирование напряжения в центре питания с помощью трансформаторов с РПН.

Лабораторная работа № 2. Исследование режимов напряжения в электрической сети при различных способах его регулирования с помощью математической модели.

Лабораторная работа № 3. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных батарей.

Лабораторная работа № 3. Режимы нейтрали в электрических сетях напряжением ниже 1000 В.

### 3.6. Курсовая работа

Пояснительная записка

Введение

1. Расчет электрических нагрузок в электрических сетях напряжением до 1 кВ.
2. Размещение конденсаторов в сети до 1 кВ.
3. Электрический расчет нормального режима цеховой сети.
4. Расчет токов короткого замыкания и пикового тока в установках до 1 кВ.
5. Выбор оборудования в электрических сетях напряжением до 1 кВ.

Графическая часть

1. Схема электроснабжения цеховой сети с указанием типа трансформатора, марки магистрального шинпровода (ШМА), расположением распределительных шинпроводов (ШРА), расстояний между ними, указания расположения защитной аппаратуры и заданного силового пункта (СП).
2. Схема электроснабжения заданного СП с присоединением через кабели (или провода) асинхронных двигателей и указания расположения защитной аппаратуры (предохранителей).

### 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
			зачтено		не зачтено	
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования	ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и	знать:  Основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов	Знает основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, не	Знает основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, при	Плохо знает основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов,	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает много грубых ошибок

электрических цепей и электрических машин	аппаратов		допускает ошибок.	ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	при ответе допускает множество мелких ошибок	
		уметь:				
		Производить выбор оборудования систем электроснабжения	Без ошибок производят выбор оборудования систем электроснабжения	Производят выбор оборудования систем электроснабжения, допускает при этом небольшие ошибки	В целом умеет производить выбор оборудования, но допускает ошибки	Не сформировано умение производить выбор оборудования, при выборе допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения.	Владеет навыками выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения	Продемонстрированы навыки выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения, допущен ряд мелких ошибок	Имеется минимальный набор навыков выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения, много ошибок и недочетов	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены 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. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры): учебное пособие / Е. А. Конюхова. — Москва: Русайнс, 2023. — 159 с. — ISBN 978-5-466-00999-6. — URL: <https://book.ru/book/945712>
2. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие / Г. Н. Ополева. - Москва : ФОРУМ ; Москва : ИНФРА-М, 2020. - 416 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0769-6 (ФОРУМ). - ISBN 978-5-16-013763-6 (ИНФРА-М, print). - ISBN 978-5-16-104397-4 (ИНФРА-М, online)

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

1. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для вузов / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2007. - 672 с. : ил. - ISBN 5-89594-135-4.
2. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник: учебное пособие / Г.Н. Ополева. - М. : ИНФРА - М, 2009. - 480 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-002581-0.

### **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. Электронный университет КГЭУ - виртуальная образовательная среда  
Среда электронного обучения LMS Moodle  
<https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=44>

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
2. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации <https://minenergo.gov.ru/opendata>
3. ИСС «Кодекс» / «Техэксперт» <http://app.kgeu.local/Home/Apps>
4. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>

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

1. Windows 7 Профессиональная (Pro)
5. Браузер Chrome
6. Adobe Flash Player
7. LMS Moodle

## 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 индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-301	28 посадочных мест, моноблок (15 шт), мультимедийный проектор, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
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
	Учебная аудитория для выполнения курсовой работы В-321	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором (9 шт) с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, 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 2024/2025 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	2	3	4	5	6
<p>В соответствие с протоколом совместного совещания с представителями компании IEK GROUP и ФГБОУ ВО «КГЭУ» о перспективных направлениях сотрудничества от 13.02.2024 г. № 1 и необходимостью обучения студентов на современном оборудовании с использованием аппаратной базы IEK GROUP в программу вносятся следующие изменения:</p>					
1.	РПД Раздел 3	16.04. 2024	В пункте 3.3 «Тематический план лекционных занятий» в Разделе 3 заменена Тема 3.6, стр.5	_____ А.Р.Сафин	_____ Р.В.Ахметова
2	РПД Раздел 3		В пункте 3.4 «Тематический план практических занятий» в Разделе 3 заменена Тема 3.4 стр. 6		
3	ОМ Раздел 4		В Разделе 4. «Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины» добавлены примеры практических заданий, стр. 26		
4	ОМ Раздел 4		В Разделе 4. «Оценочные материалы промежуточной аттестации» добавлены примеры вопросов к экзамену стр. 32		
<p>В соответствие с протоколом №5 заседания учебно-методического совета от 21 февраля 2024 года об утверждении электронных учебных курсов, прошедших экспертизу в программу вносятся следующие изменения:</p>					
	РПД Раздел 5	16.04. 2024	В пункте 5.2 «Информационное обеспечение» 4. Электронный университет КГЭУ - виртуальная образовательная среда электронного обучения LMS Moodle заменена ссылка на ЭУК «Электроснабжение», стр. 9	_____ А.Р.Сафин	_____ Р.В.Ахметова

*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 Электроснабжение

---

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине «Электроснабжение», 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 5

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	I V текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Особенности систем электроснабжения, промышленных предприятий и транспортных систем»</b>	<b>ТК1</b>	<b>10</b>	<b>0-5</b>							<b>10-15</b>	<b>10-15</b>
Тест		5									
Практическое задание		10									
<b>Раздел 2. «Типы электроприемников и режимы их работы. Методы расчета электрических нагрузок»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-10</b>					<b>15-25</b>	<b>15-25</b>
Тест				2							
Защита лабораторной работы №1,2				8							
Практическое задание				5							
<b>Раздел 3. «Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения»</b>	<b>ТК3</b>					<b>15</b>	<b>0-20</b>			<b>15-35</b>	<b>15-35</b>
Тест						2					
Защита лабораторной работы № 3						4					
Практическое задание						9					
<b>Раздел 4. «Виды схем внутреннего и внешнего</b>	<b>ТК4</b>							15	0-10		15-25

электроснабжения завода»												
Тест								2				
Защита лабораторной работы № 4								4				
Практическое задание								9				
<b>Промежуточная аттестация (КР)</b>	<b>ОМ</b>	<b>кр</b>										<b>100</b>
Подготовка к КР												0-55
Защита КР												0-45
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>											<b>40</b>
В письменной форме по билетам												0-40

## 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
			зачтено			не зачтено
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и аппаратов	знать:				
		Основа систем электроснабжения промышленных предприятий и городов	Знает основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, не допускает ошибок.	Знает основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает основы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, при ответе допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает много грубых ошибок
		уметь:				
		Производить выбор оборудования	Без ошибок	Производит выбор	В целом умеет	Не сформир

		систем электроснабжения	производит выбор оборудования систем электроснабжения	оборудования систем электроснабжения, допускает при этом небольшие ошибки	производит выбор оборудования, но допускает ошибки	умение производить выбор оборудования, при выборе допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения.	Владеет навыками выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения	Продемонстрированы навыки выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения, допущен ряд мелких ошибок	Имеется минимальный набор навыков выбора основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения, много ошибок и недочетов	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

### **Промежуточная аттестация (экзамен):**

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение практических заданий в семестре; тестовых заданий; выполнении и защите лабораторных работ, при полном знании и понимании содержания разделов, отсутствии ошибок, неточностей, демонстрации студентом системных знаний; полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение практических заданий в семестре; тестовых заданий; выполнении и защите лабораторных работ, при полном содержательном ответе на вопросы экзаменационного билета, отсутствии ошибок в изложении материала и при наличии не более четырех неточностей (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение практических заданий в семестре; тестовых заданий; выполнении и защите

лабораторных работ; показано понимание, но неполное знание вопроса, недостаточное умение формулировать свои знания по разделам дисциплины;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение практических заданий в семестре; тестовых заданий; выполнении и защите лабораторных работ; при несоответствии ответа на вопросы экзаменационного билета.

### Промежуточная аттестация (КР):

Оценка	Критерии оценки КР
<b>отлично</b>	Курсовая работа выполнена в соответствии с требованиями стандарта ЕСКД. Изложение материала отличается логической последовательностью и полностью соответствует заданию. Курсовая работа выполняется в соответствии с графиком, в работе использована специальная литература и нормативные документы. Курсовая работа выполнена по исходным данным в соответствии с вариантом и содержит элементы самостоятельного исследования. Выполнены полностью расчётная и графическая часть пояснительной записки. При защите курсовой работы учащийся демонстрирует комплексные знания по теме курсовой работы, отвечает на все поставленные вопросы.
<b>хорошо</b>	Курсовая работа выполнена в соответствии с требованиями стандарта ЕСКД. Изложение материала отличается логической последовательностью и полностью соответствует заданию. Курсовая работа выполняется в соответствии с графиком, в работе использована специальная литература и нормативные документы. Курсовая работа выполнена по исходным данным в соответствии с вариантом и содержит элементы самостоятельного исследования. Выполнены полностью расчётная и графическая часть пояснительной записки. При защите курсовой работы учащийся демонстрирует знание вопросов по теме курсовой работы, но при этом учащийся затрудняется при ответе на один-два из вопросов при защите курсовой работы.
<b>удовлетворительно</b>	Курсовая работа выполнена по исходным данным в соответствии с вариантом и требованиями стандарта ЕСКД. Изложение материала соответствует заданию курсовой работы. Выполнены расчётная и графическая часть пояснительной записки, но при этом: <ul style="list-style-type: none"><li>• допущены неточности в расчётах;</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• нарушены требования ЕСКД при оформлении;</li> <li>• имеются одна-две ошибки в графических построениях;</li> <li>• учащийся нарушал график выполнения курсовой работы;</li> <li>• учащийся затрудняется при ответе на два-три вопроса при защите курсовой работы.</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>Изложение материала соответствует заданию курсовой работы, но при этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нарушены требования стандарта ЕСКД при оформлении курсовой работы;</li> <li>• имеются недоработки при написании разделов курсовой работы;</li> <li>• расчётная часть выполнена, но имеет ряд существенных ошибок;</li> <li>• отсутствует графическая часть или в построениях имеется ряд существенных ошибок;</li> <li>• курсовая работа не представлена в установленные сроки.</li> </ul>

### 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
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы работ
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое	Средство оценки умения применять полученные	Комплект задач и

задание (ПЗ)	теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

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

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и аппаратов

**Тест**

Вопрос	Варианты ответа
Предприятия или установки, предназначенные для производства электроэнергии:	электростанция
	энергосистема
	система электроснабжения
	электрическая система
Подстанции, целиком состоящие из комплектных узлов, называются:	системой электроснабжения
	электропотребителем
	подстанцией
	электрические сети
Электрические сети систем электроснабжения промышленных предприятий подразделяются на:	отдельно стоящие
	внешние и внутренние
	внутренние
	внешние
К потребителю электрической энергии относится:	аппарат, агрегат, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии
	электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории
	электроприемник или группа электроприемников, и размещающихся на определенной территории
	электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом
Основу энергосистемы, без которой передача электроэнергии невозможна составляет:	ТЭС
	ГЭС
	АЭС
	ЛЭП
	ТЭС
Тип режима работы электроприемника,	периодический
	циклический

отвечающий строго ритмичному процессу с периодом поточного и автоматизированного производства по жесткой программе, называется:	не циклический
	не регулярный
Достоинством энергосистемы не является:	надежность питания потребителей
	возможность менять направления потоков энергии в течении суток
	постоянство напряжения и частоты
	возможность получения высоких и сверхвысоких напряжений
Найдите определение (ЭП) электроприемника:	устройство, где происходит прием и распределение электрической энергии без изменения его вида
	устройство, служащее для преобразования электрической энергии в другие виды
	устройство, служащее для преобразования электрической энергии по напряжению
	устройство, служащее для преобразования электрической энергии по роду тока
Электростанции, снабжающие потребителей только электроэнергией, но удаленные от них и передающие вырабатываемую мощность на высоких и сверхвысоких напряжениях:	ТЭС
	ГЭС
	ГРЭС
	КЭС
Цеховые электрические сети на промышленном предприятии напряжением до 1000 В	предназначены для распределения ЭЭ внутри цехов (питающие сети) и непосредственного питания большинства ЭП (распределительные).
	используют только напряжение 220 В
	используют только напряжение 660 В
	используют только напряжение 127 В

### Практическое задание

Раздел 1. Особенности систем электроснабжения, промышленных предприятий и транспортных систем.

Задание и исходные данные на все практические занятия в семестре.

Генеральный план промышленного предприятия с размещением цехов и путей перемещения внутризаводского транспорта. Нагрузки по цехам предприятия в виде установленных мощностей отдельных приемников электрической энергии.

### Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и аппаратов

### Тест

Вопрос	Варианты ответа
Отношение среднеквадратической (действительной) нагрузки приемника или группы приемников за определенный период времени к среднему значению нагрузки за тот же период времени называют:	коэффициентом использования
	коэффициентом максимума
	коэффициентом спроса
	коэффициентом формы графика нагрузки
Перерыв электроснабжения электроприемников первой категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время:	необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышающее 1 суток
	автоматического восстановления питания (1-2 с.)
	необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады (1-2 ч.)
	необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышающее 2 суток
Реактивная мощность, потребляемая приемником электроэнергии из сети (знак плюс) или отдаваемую в сеть (знак минус) при номинальной активной мощности и номинальном напряжении называется:	средней реактивной мощностью
	расчетной реактивной мощностью
	номинальной реактивной мощностью
	среднеквадратической реактивной мощностью
Особая группа электроприемников первой категории в нормальных режимах должна обеспечиваться электроэнергией от:	трех независимых источников питания
	двух независимых источников питания
	одного источника питания
	всех перечисленных
Для питания потребителей какой(их) категории(ий) предусматривается АВР, срабатывающее при аварийном отключении одного из трансформаторов?	II и III категорий
	III категории
	II категории
	I категории
	II и III категорий
Достоинством энергосистемы не является:	надежность питания потребителей
	возможность менять направления потоков энергии в течении суток
	постоянство напряжения и частоты
	возможность получения высоких и сверхвысоких напряжений
Мощность, которая не преобразовывается в другие виды и идет лишь	активная
	реактивная
	полная

на создание магнитных и электрических полей, это- ..... мощность	суммарная
Электроприемники первой категории (кроме особой группы) в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от:	одного источника питания
	трех независимых взаимно резервирующих источников питания
	двух независимых взаимно резервирующих источников питания
	подстанции
На сколько категорий разделяют электроприемники по обеспечению надежности электроснабжения?	на 2 категории
	на 3 категории
	на 4 категории
	на 5 категорий
Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии на определенные территории:	трансформаторная подстанция
	электрическая сеть
	распределительный пункт
	энергетическая система
	трансформаторная подстанция

### Практическое задание

Раздел 2. Типы электроприемников и режимы их работы. Методы расчета электрических нагрузок.

Составить таблицу «Классификацию производственных объектов/помещений по степени бесперебойности электроснабжения и их характеристика среды» Определить расчетную мощность по заводу и отдельным цехам по установленной мощности и коэффициенту спроса.

### Защита лабораторной работы №1

Оформление отчетов по лабораторным работам должно быть по образцу:

- 1) Название и номер лабораторной работы. Дата выполнения.
- 2) Цель работы.
- 3) Программа работы.
- 4) Теоретические положения.
- 5) Порядок выполнения работы на компьютере.
- 6) Обсуждение результатов.
- 7) Выводы.

На защиту лабораторной работы выносятся два вопроса: вопрос по теоретическим положениям работы и вопрос по выполнению работы.

### Задания к лабораторной работе №1

- 1) ознакомиться с правилами по технике безопасности и расписаться в журнале по технике безопасности (ТБ); изучить разделы теоретической части;
- 2) запустить программу “РЕГНАП” на компьютере;
- 3) ознакомиться с принципом действия и настройкой Блока Автоматического Управления Регулятором напряжения под нагрузкой (БАУРПН)

## Задания к лабораторной работе №2

- 1) изучить разделы теоретической части;
- 2) запустить программу “РЕГНАП” на компьютере;
- 3) исследовать режимы напряжения в электрической сети при различных способах его регулирования с помощью математической модели.

### Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и аппаратов

### Тест

Вопрос	Варианты ответа
Какие потребители являются основными потребителями реактивной мощности?	асинхронные двигатели
	трансформаторы
	реакторы и воздушные линии
	все перечисленные ответы
Высоковольтные выключатели предназначены для:	коммутации электрических цепей в нормальном режиме
	коммутации электрических цепей в нормальном режиме, а также автоматического отключения этих цепей в аварийных режимах
	создания видимого разрыва
	защиты от коротких замыканий
Для защиты чего применяют высоковольтные плавкие предохранители?	трансформаторов небольшой мощности
	электродвигателей
	трансформаторов напряжения
	все перечисленные ответы
Электрический аппарат, предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в электрической цепи при повреждениях в трансформаторе:	отделитель
	предохранитель
	короткозамыкатель
	разрядник
Как называется устройство для передачи электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам?	токопроводы
	кабельные линии – КЛ
	воздушные линии – ВЛ
	шинопроводы
Примерный срок службы трансформатора составляет	20 лет
	100 лет
	5 лет
	80 лет
Номинальное вторичное напряжение-это	напряжение на зажимах первичной обмотки при коротком замыкании трансформатора
	напряжение на зажимах первичной обмотки при холостом

	ходе трансформатора
	напряжение на зажимах вторичной обмотки при холостом ходе трансформатора
	напряжение на зажимах вторичной обмотки при коротком замыкании трансформатора
Трансформатор это	статическое устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты
	статическое устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения
	статическое электромагнитное устройство, имеющее две (или более) индуктивно связанные обмотки
	статическое электромагнитное устройство, имеющее две (или более) индуктивно связанные обмотки и предназначенные для преобразования посредством электромагнитной индукции одной (первичной) системы тока в другую (вторичную) систему переменного тока
Что необходимо учитывать при расчете токов короткого замыкания для выбора оборудования в сетях до 1 кВ?	Активное и индуктивное сопротивления элементов сети
	Активное сопротивление контактов и контактных соединений элементов сети
	Сопротивление первичных обмоток многовитковых трансформаторов тока, сопротивление дуги
	Все перечисленные ответы
Разъединители предназначены для: Разъединители предназначены для:	быстрого отключения отдельных участков при возникших повреждениях
	включения и отключения электрических цепей без нагрузки
	коммутации электрических цепей в нормальном режиме защиты от перенапряжений
	быстрого отключения отдельных участков при возникших повреждениях

### Практическое задание

Раздел 3. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения.

Выбрать высоковольтные двигатели. Выбрать напряжения на различных ступенях системы электроснабжения. Определить сечения жил проводов воздушных линий. Выбрать трансформаторы на ГПП и ЦТП.

Определить токи трехфазного и однофазного короткого замыкания (КЗ) для выбора и проверки электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения. Осуществить выбор модульного оборудования KARAT (автоматические выключатели, ВДТ, АВДТ и дополнительные устройства серии KARAT) по каталогам IEK GROUP.

### Защита лабораторной работы №3

Оформление отчетов по лабораторным работам должно быть по образцу:

- 1) Название и номер лабораторной работы. Дата выполнения.
- 2) Цель работы.
- 3) Программа работы.

- 4) Теоретические положения.
- 5) Порядок выполнения работы на компьютере.
- 6) Обсуждение результатов.
- 7) Выводы.

На защиту лабораторной работы выносятся два вопроса: вопрос по теоретическим положениям работы и вопрос по выполнению работы.

### Задания к лабораторной работе №3

- 1) изучить принципы компенсации и автоматического регулирования реактивной мощности (PM);
- 2) запустить программу “RegKB” на компьютере;
- 3) ознакомиться с принципом действия автоматического регулятора мощности батарей конденсаторов (КБ); произвести расчет мощности КБ, настроить автоматический регулятор;
- 4) исследовать режимы PM и напряжения на математической модели узла нагрузки при различных способах компенсации PM.

### Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных устройств и аппаратов

### Тест

Вопрос	Варианты ответа
Особенности магистральных сетей	имеют большие потери напряжения по сравнению с радиальными
	имеют пониженную надежность (повреждение магистрали ведет к отключению всех питающихся от нее потребителей)
	имеют стоимость выше, чем у радиальных, из-за большего количества электрооборудования
	имеют малые токи КЗ
Схемы электрических сетей	не учитывают возможность подключения новых потребителей
	должны обеспечить необходимую надежность электроснабжения,
	должны использовать исключительно только напряжение 220 В
	не учитывают возможность дальнейшего развития сети
Схема принципиальная (полная) - это	документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации
	документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида
	документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представления о принципах работы изделия (установки)
	документ, показывающий внешние подключения изделия
Схема электроснабжения, при которой каждая	принципиальной
	магистральной

питающая линия соединяет один электроприемник с распределительным пунктом или подстанцией, называется:	радиальной
	смешанной
Какими достоинствами обладают магистральные схемы электрических сетей?	дешевизна
	простота
	высокая гибкость сети
	все перечисленные
Какими недостатками обладают радиальные схемы электрических сетей?	ограниченная гибкость сети
	неэкономичность
	небольшая надежность
	перечисленное в п. 1 и 2
Какие из перечисленных достоинств не относятся к радиальным схемам внутриводского электроснабжения?	простота выполнения
	надежность эксплуатации электрической сети
	снижение капитальных затрат
	применение быстродействующей защиты
Исходя из чего производится выбор коммутационных аппаратов и аппаратов защиты к электроприемникам ?	номинальных данных приемников
	параметров питающей их сети
	требований в отношении защиты приемников и сети от ненормальных режимов
	все перечисленные ответы
По какому току выбираются и проверяются аппараты защиты на термическую стойкость?	ермическому току короткого замыкания, соответствующего времени 1 сек. или 3 сек.
	номинальному току
	начальному периодическому току короткого замыкания
	току замыкания на землю
Какой из перечисленных нормативных документов определяет общие требования к выбору и проверке электрических аппаратов и проводников по режиму КЗ?	Строительные нормы и правила СНиП. Электротехнические устройства
	Правила устройств электроустановок (ПУЭ)
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)
	Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ (ПТЭЭС).

### Практическое задание

Раздел 4. Виды схем внутреннего и внешнего электроснабжения завода.

Построить Генеральный план завода с нанесением внутриводской сети, подстанций и РП. Спроектировать однолинейную схему электроснабжения предприятия.

### Защита лабораторной работы №4

Оформление отчетов по лабораторным работам должно быть по образцу:

- 1) Название и номер лабораторной работы. Дата выполнения.
- 2) Цель работы.
- 3) Программа работы.
- 4) Теоретические положения.

- 5) Порядок выполнения работы на компьютере.
- 6) Обсуждение результатов.
- 7) Выводы.

На защиту лабораторной работы выносятся два вопроса: вопрос по теоретическим положениям работы и вопрос по выполнению работы.

#### **Задания к лабораторной работе №4**

- 1) изучить разделы теоретической части;
- 2) запустить программу “Нейтраль” на компьютере;
- 3) изучить влияние системы заземления нейтрали на надежность, безопасность и экономичность работы электрической сети.

#### **Задания на КР**

Тема 1. Расчет электрических нагрузок в электрических сетях напряжением до 1 кВ.

Задание.

В данном разделе КР, на основании вышеизложенной методики необходимо определить:

1. среднесменные активные и реактивные нагрузки ответвлений от магистрального шинпровода (т.е. суммарные нагрузки каждого из ШРА);
2. максимальные расчетные нагрузки для ветвей (элементов) сети, питающих: двигатель наибольшей мощности из присоединенных к заданному СП; заданный СП; головной участок магистрали ШМА.

Тема 2. Размещение конденсаторов в сети до 1 кВ.

Задание.

Определить реактивную мощность батарей конденсаторов (БК), размещаемых в сети до 1 кВ. Определить точку присоединения БК к магистральному шинпроводу.

Тема 3. Электрический расчет нормального режима цеховой сети.

Задание.

В данном разделе КР необходимо определить потокораспределение среднесменных активных и реактивных мощностей, средние потери напряжения по участкам магистрального шинпровода, средние уровни напряжения в точках присоединения ШРА, средние потери активной и реактивной мощности в целом по ШМА и в цеховом трансформаторе.

Тема 4. Расчет токов короткого замыкания и пикового тока в установках до 1 кВ.

Задание.

Определить токи трехфазного и однофазного короткого замыкания (КЗ) для выбора и проверки автоматического выключателя. Расчетная точка трехфазного КЗ – непосредственно за автоматическим выключателем. Расчетная точка однофазного КЗ – конечная точка шинпровода, защищаемого

данным выключателем.

Тема 5. Выбор оборудования в электрических сетях напряжением до 1 кВ.  
Задание.

Выбрать автоматические выключатели, предохранители. Определить сечение жил проводов и кабелей сетей до 1 кВ с учетом выбора защиты.

### Для промежуточной аттестации:

Примеры экзаменационных билетов:

#### Билет 1

1. Схема внешнего электроснабжения при питании от энергосистемы.
2. Основные приемники электроэнергии промышленных предприятий и их характеристика.
3. Задача. Суммарная активная, реактивная и полная мощность с учетом потерь в трансформаторах ГПП равна соответственно  $P_{\Sigma} = 10800$  кВт,  $Q_{\Sigma} = 4617$  кВар,  $S_{\Sigma} = 11745,5$  кВА. Длина участка равна 2,7 км. Найти напряжение питающей линии по эмпирическим формулам и определить по номограммам рекомендуемое напряжение.

#### Билет 2

1. Типы трансформаторов и типы цеховых подстанций
2. Режимы работы нейтрали трансформаторов
3. Задача. Выбрать сечение кабельной линии, питающей цеховую двухтрансформаторную подстанцию с расчетной мощностью нагрузки 1615 кВА, удаленную от шин ГПП на 600 м. Номинальное напряжение 10 кВ. Кабель марки ААШв. Кабель марки ААШв, трехжильный, проложен в траншее. Общее число кабелей в данной траншее 4. Расстояние в свету между кабелями 100 мм. Число часов использования максимума нагрузки для предприятия данной отрасли  $= 7500$  ч. Ток термической стойкости в конце кабельной линии принять равным 2,5кА. Потери в трансформаторах ЦТП не учитывать. Допустимую перегрузку для кабельной линии на период ликвидации аварийного режима принять равной 15%.

#### Билет 3

1. Общие сведения о системах электроснабжения. Основные понятия и определения.
2. Метод определения оптимальной мощности компенсирующих устройств.
3. Задача. На ГПП имеется 2 трансформатора. Произвести выбор мощности трансформатора и определить коэффициенты загрузки трансформаторов ГПП в номинальном и аварийных режимах, если полная мощность с учетом потерь в трансформаторах ГПП равна  $S_s = 11745,5$  кВА,  $K_z = 0,5$ .

#### Билет 4

1. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения.

2. Исходные положения для определения мощности компенсирующих устройств.

3. Задача. Дан трансформатор ТМ-10000/6. Паспортные данные трансформатора:  $P_{хх} = 1,4$  кВт,  $P_{кз} = 10,8$  кВт,  $I_{хх} = 0,6\%$ ,  $U_{кз} = 5,5\%$ ,  $K_{зн} = 0,385$ . Определить активные и реактивные потери в трансформаторе в нормальном режиме, а также потери мощности в трансформаторах в аварийном режиме.

#### Билет 5

1. Определение расчетных электрических нагрузок городских электрических сетей.

2. Выбор напряжения на различных ступенях системы электроснабжения.

3. Задача. По заданным значениям нагрузок по РУ-10 кВ (силовая – до 1 кВ,  $P_p = 5000$  кВт и силовая нагрузка выше 1 кВ,  $P_p = 4000$  кВт и  $\cos \varphi = 0,7$ . Определить расчетный ток ( $I_{расч}$ ).

#### Билет 6

1. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов подстанций.

2. Режимы работы нейтрали в установках напряжением выше 1 кВ.

3. Задача. Завод N имеет потребителей I, II и III категории, на ГПП установлены два трансформатора.  $S_{\Sigma ГП} = 10754$  кВА. Определить номинальную мощность трансформатора, коэффициенты загрузки в нормальном и аварийном режимах.

#### Билет 7

1. Выбор сечений жил кабелей.

2. Основные приемники электроэнергии промышленных предприятий и их характеристика.

3. Задача. По заданным условиям определить мощность, необходимую для компенсации.  $P_{p\Sigma I} = 715,25$  кВт,  $Q_{p\Sigma I} = 495$  кВАр,  $\operatorname{tg} \varphi_3 = 0,33$ .

#### Билет 8

1. Схема внешнего электроснабжения при питании от энергосистемы.

2. Выбор сечений проводов воздушных линий.

3. Задача. Расчет токов КЗ на шинах 6/10 кВ в системе электроснабжения. Базисная мощность  $S_b = 1000$  МВА;  $S_c = 1000$  МВА; Базисное напряжение  $U_{бI} = 115$  кВ,  $U_{бII} = 6,6$  кВ. Необходимо определить базисный ток.

#### Билет 9

1. Режимы работы нейтрали в установках напряжением до 1 кВ.

2. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения.

3. Задача. Определить сечение провода по экономической плотности тока на напряжении 110 кВ. Известна полная суммарная мощность, которая равна 10754 кВА, согласно справочнику  $j_0 = 1,1$  А/мм<sup>2</sup>

### Билет 10

1. Электроснабжение транспортных систем.
2. Выбор основных электрических и электронных устройств и аппаратов систем электроснабжения.
3. Задача. Установленная мощность нагрузки до 1 кВ в цехе равна 700 кВт. Коэффициент спроса  $K_c = 0,5$ . Коэффициент мощности  $\cos \varphi = 0,8$ . Определить полную расчетную мощность цеха до 1 кВ.

### Билет 11

1. Модульное оборудование KARAT - автоматические выключатели, ВДТ, АВДТ и дополнительные устройства серии KARAT, их преимущества и возможности применения.
2. Автоматические выключатели в литом корпусе компании IEK GROUP.
3. Задача. По заданным условиям определить мощность, необходимую для компенсации.  $P_{p\Sigma I} = 890,25$  кВт,  $Q_{p\Sigma I} = 495$  кВАр,  $\operatorname{tg} \varphi_3 = 0,33$ .