



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

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Теплоэнергетики

_____ С.О. Гапоненко

« 30 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.06.07 Электроснабжение предприятий и основы проектирования

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»	19.05.2023	12	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Выпускающая кафедра «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	19.05.2023	12	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
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 «Электроснабжение предприятий и основы проектирования» является формирование знаний по основным принципам проектирования и функционирования системы электроснабжения предприятия.

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов, методов и алгоритмов проектирования систем электроснабжения и электроустановок предприятий;
- изучение существующих и перспективных подходов к электроснабжению от границы раздела «энергосистема – потребитель»;
- освоение методов расчета и выбора оборудования систем электроснабжения предприятий;
- формирование навыков использования нормативной, справочной и учебной литературы.
- ознакомление обучающихся с проектно-сметной документацией, нормативных базах, стандартах, нормах и правилах.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия	ПК-2.1. Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия
	ПК-2.3. Разрабатывает комплект проектной и рабочей документации системы энергообеспечения
ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-3.2. Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

Теоретические основы электротехники, Тепловые и атомные электрические станции, Автоматизация технологических процессов, Электромонтаж систем освещения и осветительных сетей.

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	Семестры	
			7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	8	288	180	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	126	65	61
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,06	74	50	24
Лекции	0,83	30	18	12
Практические (семинарские) занятия	0,78	28	16	12
Лабораторные работы	0,45	16	16	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,94	178	94	84
Проработка учебного материала	1,94	70	58	12
Курсовой проект	2	72	0	72
Курсовая работа	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36	-
Промежуточная аттестация:			Э	КП

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестры	
			9	10
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	8	288	144	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	100	28	72
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,11	40	16	24
Лекции	0,56	20	8	12
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	4	12
Лабораторные работы	0,11	4	4	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	6,53	235	124	111
Проработка учебного материала	4,17	150	120	30
Курсовой проект	2	72	0	72
Курсовая работа	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной	0,36	13	4	9

аттестации				
Промежуточная аттестация:		3	Э	
			КП	

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 и	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	102	14	12	12	64	ТК1	ПК-3.2 З, У
Раздел 2	42	4	4	4	30	ТК2	ПК-3.2 З, В
Экзамен	36	-	-	-	36	ОМ	ПК-3.2 З, У, В
Итого за 7 семестр	180	18	16	16	130		ПК-3.2 З, У, В
Раздел 3	8	4	0	0	4	ТК3	ПК-2.1 З,В
Раздел 4	28	8	0	12	8	ТК4	ПК-2.1 З; ПК-2.3 У,В
Курсовой проект	72	-	-	-	72	ОМкп	ПК-2.1 З; ПК-2.3 У,В
Итого за 8 семестр	108	12	0	12	84		ПК-2.1 З,В; ПК-2.3 У,В
ИТОГО	288	30	16	28	178		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Потребители электроэнергии и электрические нагрузки

Тема 1.1. Уровни систем электроснабжения.

Тема 1.2 Классификация потребителей электроэнергии.

Тема 1.3. Выбор схем, напряжений и режимов присоединения потребителей. Схемы электроснабжения в сетях до 1000В.

Тема 1.4. Выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках.

Тема 1.4. Способы передачи и распределения электроэнергии.

Тема 1.5. Показатели качества электроэнергии и способы ее обеспечения.

Тема 1.6. Компенсация реактивной мощности.

Тема 1.7. Релейная защита в системах электроснабжения предприятия.

Раздел 2. Общие сведения об электроприводе

Тема 2.1. Общие сведения об электроприводе. Механика, энергетика электропривода.

Тема 2.2. Регулируемый и нерегулируемый электропривод.

Тема 2.3. Аппараты и устройства управления электроприводом.

Раздел 3. Общие правила выполнения проектной документации

Тема 3.1. Основные требования, предъявляемые к проектной и рабочей документации.

Тема 3.2. Основные требования, предъявляемые к содержанию и разработке текстовых документов, требования к выполнению схем.

Раздел 4. Проектирование электрических сетей

Тема 4.2. Методы расчета электрических нагрузок.

Тема 4.2. Расчеты и выбор оборудования при проектировании электроустановок и электрических сетей.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Активные и индуктивные сопротивления проводов.
2. Расчёт электрических нагрузок предприятий.
3. Определение потерь энергии в электрических сетях.
4. Выбор сечений проводов и кабелей по условию нагрева.
5. Расчёт электрических сетей по потере напряжения.
6. Расчёт разомкнутых трёхфазных сетей напряжением 380/220 В с неравномерной нагрузкой фаз.
7. Расчёт сетей на колебания напряжения при пуске электродвигателя в сетях малой мощности.
8. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях общего назначения напряжением до 1 кВ. Выбор типа, мощности и схемы включения компенсирующих устройств.
9. Расчёт и выбор числа, мощности цеховых трансформаторов с учётом компенсации реактивной мощности.
10. Определение характеристик и параметров работы асинхронного двигателя.
11. Построение структурной, функциональной и принципиальной схемы предприятия с применением средств автоматизации.
12. Электрические нагрузки распределительных линий напряжением до 1 кВ.
13. Построение питающей сети напряжением 6-20 кВ.
14. Расчет электрических нагрузок.
15. Расчет и выбор электрических проводов и кабельных линий.
16. Определение потерь мощности и электроэнергии в линиях и

трансформаторах.

17. Расчет и выбор аппаратов защиты в электрических сетях напряжением до 1000 В.

18. Расчет освещенности и выбор осветительных приборов.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Управление режимом работы автономной электрической системы.
2. Определение статической механической характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором.
3. Исследование показателей качества электроэнергии.

3.6. Курсовой проект

Курсовой проект «Расчет электрического освещения и силовой сети здания».

Задание на курсовой проект:

1. Рассчитайте силовую сеть здания:
 - 1.1. Методом средней мощности и коэффициента максимума для каждого приемника в отдельности определите электрические расчетные нагрузки.
 - 1.2. Определите основные характеристики электродвигателей.
 - 1.3. Найдите расчетные токи оборудования.
 - 1.4. Выберите марку и сечение проводников распределительной сети и способ их прокладки.
 - 1.5. Выберите аппарат защиты оборудования и произведите согласование с сечением проводников (предохранителей, выключателей, магнитных пускателей).
 - 1.6. Определите потери напряжения в проводниках электроэнергии.
2. Рассчитайте осветительную сеть здания:
 - 2.1. Выберите освещенность, коэффициента запаса
 - 2.2. Выберите источник света и осветительный прибор.
 - 2.3. Разместите осветительные приборы.
 - 2.4. Рассчитайте количество светильников.
 - 2.5. Методом коэффициента использования светового потока рассчитайте освещенность.
 - 2.6. Рассчитайте аварийное освещение.
3. Рассчитайте полную мощность здания:
 - 3.1. Рассчитайте суммарную мощность силовой и осветительной сетей.
 - 3.2. Выберите количество и мощность трансформаторов.

3.3. Рассчитайте потери мощности в трансформаторе.

3.4. Выберите сечение питающего кабеля.

3.5. Определите потери электроэнергии в питающем кабеле.

Исходными данными для расчета являются:

1. План здания с габаритными размерами. Здание выбирается совместно с руководителем из генерального плана КП по дисциплине «Основы проектирования систем теплоснабжения».

2. Наименование электропотребителей (назначение);

3. Номинальные мощности и расположение потребителей электроэнергии в здании;

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
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения.	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения.	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения.	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения.	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения.

			абжения, не допускает ошибок	бжения, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	абжения, допускает множеств о мелких ошибок	абжения, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Умеет пользоваться нормативно-технической документацией, справочной и учебной литературой	Демонстрирует умение пользоваться нормативно-технической документацией, справочной и учебной литературой, не допускает ошибок	Демонстрирует умение пользоваться нормативно-технической документацией, справочной и учебной литературой, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение пользоваться нормативно-технической документацией, справочной и учебной литературой, допускает множеств о мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение пользоваться нормативно-технической документацией, справочной и учебной литературой, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Владеет навыками использования нормативной, справочной и учебной литературы	Продемонстрированы навыки владения нормативной, справочной и учебной литературы, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки владения нормативной, справочной и учебной литературы, может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минимальный набор навыков владения нормативной, справочной и учебной литературы, допускает множеств о мелких ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки владения нормативной, справочной и учебной литературы, допускает грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.3	знать:				
		Знает	Знает	Знает	Знает	Знает

		требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации	требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, не допускает ошибок	требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, допускает множество мелких ошибок	требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Умеет разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил	Демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, не допускает ошибок	Демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Владеет навыками разработки рабочей документации, включая чертежи, схемы, спецификации	Продемонстрированы навыки разработки и рабочей документации, включая	Продемонстрированы навыки разработки рабочей документации, включая	Имеет минимальный набор навыков разработки и рабочей документации, включая	Не продемонстрированы базовые навыки разработки и рабочей документации,

		оборудования и материалов	чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, не допускает ошибок	чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, может допустить несколько не грубых ошибок	чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, допускает множество мелких ошибок	включая чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, допускает грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.2	знать:				
		Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электротехнического оборудования.	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электротехнического оборудования, не допускает ошибок	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электротехнического оборудования, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электротехнического оборудования, допускает множество мелких ошибок	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электротехнического оборудования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Уметь выполнять расчеты и выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативно-технической документации	Демонстрирует умение выполнять расчеты и выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативн	Демонстрирует умение выполнять расчеты и выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативн	В целом демонстрирует умение выполнять расчеты и выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями	При решении типовых задач демонстрирует умение выполнять расчеты и выбирать электротехническое оборудов

			о-технической документации, не допускает ошибок	о-технической документации, может допустить несколько не грубых ошибок	нормативной технической документации, допускает множество мелких ошибок	ание в соответствии с требованиями нормативной технической документации, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Владеет навыками проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации	Продемонстрированы навыки проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минимальный набор навыков проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, допускает множество мелких ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, 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. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для вузов / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2007. - 672 с. : ил. - ISBN 5-89594-135-4. - Текст : непосредственный.
2. Системы электроснабжения : учебник / Г. В. Шведов, Т. А. Шестопалова. - Москва : МЭИ, 2018. - 312 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/307256>. - ISBN 978-5-7046-1959-8. - Текст : электронный.
3. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры) : учебное пособие / Е. А. Конюхова. - М. : Русайнс, 2016. - 160 с. - URL: <https://www.book.ru/book/919408>. - ISBN 978-5-4365-0628-9. - Текст : электронный.
4. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры): учебное пособие / Е. А. Конюхова. - Москва : Русайнс, 2024. - 159 с. - URL: <https://book.ru/books/953077>. - ISBN 978-5-466-05666-2. - Текст: электронный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в сельском хозяйстве : учебное пособие / Е. Ф. Щербаков, Д. С. Александров, А. Л. Дубов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-3114-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130498>.
2. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий : учебник для СПО / Ю. Д. Сибикин. - 4-е изд., стер. - М. : Академия, 2011. - 368 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-8302-5. - Текст : непосредственный.
3. Воздушные и кабельные линии электропередачи : учебное пособие / Г.Ф.Быстрицкий, Н.В.Роженцова. - Казань : КГЭУ, 2008. - 55 с. - ISBN 5-89594-327-9. - Текст: непосредственный.
4. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования : учебное пособие для СПО / В. П. Шеховцов. - М. : ФОРУМ: ИНФРА - М, 2005. - 214 с. : ил. - (Профессиональное образование). - ISBN 5-8199-0092-8. - ISBN 5-16-001526-4. - Текст : непосредственный.
5. Коробов, Г. В. Электроснабжение. Курсовое проектирование : учебное

пособие / Г. В. Коробов, В. В. Картавцев, Н. А. Черемисинова. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1164-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211499>.

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://npoed.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	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

		интернет	
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский 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 индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория	Специализированное лабораторное оборудование и приборы по профилю дисциплины

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. 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	2	3	4	5	6
1	5.1. Учебно-методическое обеспечение	25.03.2024	Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры) : учебное пособие / Е. А. Конюхова. - Москва : Русайнс, 2024. - 159 с. - URL: https://book.ru/books/953077 . - ISBN 978-5-466-05666-2 : ~Б. ц. - Текст : электронный.		

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГУ

**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.В.ДЭ.01.06.07 Электроснабжение предприятий и основы проектирования

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 7

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
Раздел 1. «Потребители электроэнергии и электрические нагрузки»	ТК1	35	0-15					35-50	35-50
Практическое задание		8							
Отчет по лабораторной работе		12							
Расчетно-графическая работа (РГР)		15							
Тестирование			0-15						
Раздел 2. «Общие сведения об электроприводе»	ТК2			20	0-20			20-40	20-40
Письменный опрос				7					
Практическое задание				9					
Отчет по лабораторной работе				4					
Тестирование					0-20				
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ								0-45
В письменной форме по билетам									0-45

Семестр 8

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

Раздел 3. «Общие правила выполнения проектной документации»	ТКЗ	25	0-20					25-45	25-45
Письменный опрос		10							
Курсовой проект		15							
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)			0-20						
Раздел 4. «Проектирование электрических сетей»	ТК4			30	0-15			30-45	30-45
Письменный опрос				10					
Курсовой проект				20					
Практическое задание					0-15				
Промежуточная аттестация (КП)	ОМ кп								0-45
В письменной форме									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
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения.	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения, не	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения, при ответе	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения, допускает	Знает нормативно-техническую документацию, справочную и учебную литературу по проектированию систем электроснабжения, допускает

			допускает ошибок	может допустить несколько не грубых ошибок	множеств о мелких ошибок	грубые ошибки
		уметь:				
	Умеет пользоваться нормативно- технической документаци ей, справочной и учебной литературой	Демонстр ирует умение пользо ваться нормативн о- техническ ой документа цией, справочно й и учебной литератур ой, не допускает ошибок	Демонстри рует умение пользо ваться нормативн о- техническ ой документа цией, справочно й и учебной литературо й, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстри рует умение пользо ваться нормативн о- техническ ой документа цией, справочно й и учебной литератур ой, допускает множеств о мелких ошибок	При решении типовых задач демонстр ирует умение пользо ваться норматив но- техническ ой документ ацией, справочн ой и учебной литератур ой, допускает грубые ошибки	
		владеть:				
	Владеет навыками использования нормативной, справочной и учебной литературы	Продемон стри рованы навыки владения нормативн ой, справочно й и учебной литератур ы, не допускает ошибок	Продемонс три рованы навыки владения нормативн ой, справочно й и учебной литератур ы, может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минималь ный набор навыков владения нормативн ой, справочно й и учебной литератур ы, допускает множеств о мелких ошибок	Не продемон стрирован ы базовые навыки владения норматив ной, справочн ой и учебной литератур ы, допускает грубые ошибки	

ПК-2	ПК-2.3	знать:				
		Знает требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации	Знает требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, не допускает ошибок	Знает требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, допускает множество мелких ошибок	Знает требования и стандарты по разработке проектной и рабочей документации, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Умеет разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил	Демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, не допускает ошибок	Демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, допускает множество мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение разрабатывать оптимальные проектные решения с учетом требований заказчика и действующих норм и правил, допускает грубые ошибки
		владеть:				
Владеет навыками разработки	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Имеет минимальный набор	Не продемонстрирован		

		рабочей документации, включая чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов	навыки разработки и рабочей документации, включая чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, не допускает ошибок	навыки разработки рабочей документации, включая чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, может допустить несколько не грубых ошибок	навыков разработки и рабочей документации, включая чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, допускает множество мелких ошибок	ы базовые навыки разработки и рабочей документации, включая чертежи, схемы, спецификации оборудования и материалов, допускает грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.2	знать:				
		Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электрооборудования.	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электрооборудования, не допускает ошибок	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электрооборудования, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электрооборудования, допускает множество мелких ошибок	Знает принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности электрооборудования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Уметь выполнять расчеты и выбирать электротехниче	Демонстрирует умение выполнять расчеты и	Демонстрирует умение выполнять расчеты и	В целом демонстрирует умение выполнять	При решении типовых задач демонстри

		<p>еское оборудование в соответствии с требованиями нормативно-технической документации</p>	<p>выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативной технической документации, не допускает ошибок</p>	<p>выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативной технической документации, может допустить несколько не грубых ошибок</p>	<p>расчеты и выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативной технической документации, допускает множество мелких ошибок</p>	<p>ирует умение выполнять расчеты и выбирать электротехническое оборудование в соответствии с требованиями нормативной технической документации, допускает грубые ошибки</p>
		<p>владеть:</p>				
		<p>Владеет навыками проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации</p>	<p>Продемонстрированы навыки проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, не допускает ошибок</p>	<p>Продемонстрированы навыки проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, может допустить несколько не грубых ошибок</p>	<p>Имеет минимальный набор навыков проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, допускает множество мелких ошибок</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки проектирования систем электроснабжения различной сложности с применением средств автоматизации, допускает грубые ошибки</p>

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение заданий практических занятий, индивидуальных заданий в семестре (опрос, реферат), расчетно-графической работы, защита курсового проекта и лабораторных работ, 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), расчетно-графической работы, защита курсового проекта и лабораторных работ, 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), расчетно-графической работы, защита курсового проекта и лабораторных работ, 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), расчетно-графической работы, курсового проекта и лабораторных работ.

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
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
Отчет по лабораторной	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента.	Перечень заданий и вопросов для

работе (ОЛР)	Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или выполнения заданий по разделу или дисциплине в целом	Комплект индивидуальных заданий для выполнения РГР
Курсовой проект (КП)	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 проектов

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: ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.2 Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации)

Практическое задание ТК1:

Примеры практических заданий:

Задача 1: Сравнить индуктивные и активные сопротивления двух линий одинаковой протяженности (по 30 км). Первая линия напряжением 10 кВ выполнена проводами А25 со средним геометрическим расстоянием между проводами $D_{ср} = 1,5$ м; вторая линия напряжением 110 кВ – проводами АС150 со средним геометрическим расстоянием между проводами $D_{ср} = 5$ м.

Задача 2: Определить потери активной энергии за год в трёхфазной воздушной линии напряжением 35 кВ длиной 30 км, выполненной проводами АС35, если за год через линию передано 4000 МВт•ч и максимальная

замеренная нагрузка составляет 33 А. Коэффициент мощности нагрузки 0,8. Потери энергии выразить в процентах по отношению к энергии, переданной за год.

Задача 3: Определить максимально допустимый ток изолированного провода ПР сечением 35 мм^2 , прокладываемого открыто внутри помещения, если температура воздуха составляет $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 4: Определить потерю напряжения в воздушной линии трёхфазного переменного тока напряжением 10 кВ, выполненной алюминиевыми проводами (рис.1.1). Среднее геометрическое расстояние между проводами $D_{\text{ср}} = 1000 \text{ мм}$. Расстояние в километрах, нагрузки в амперах при заданных коэффициентах мощности указаны на рисунке. Коэффициент одновременности не учитывать.

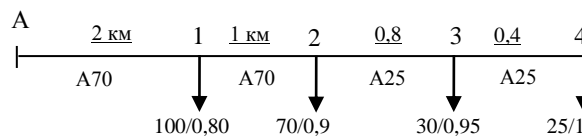


Рис. 1.1

Задача 5: Определить потерю напряжения между фазами неравномерно нагруженной сети 10 кВ. Коэффициент мощности всех потребителей $\cos\varphi=0,8$. Линия выполнена проводом А25, $D_{\text{ср}}=1250 \text{ мм}$. Мощности нагрузок и расстояния участков сети указаны на схеме (рис. 1.2).

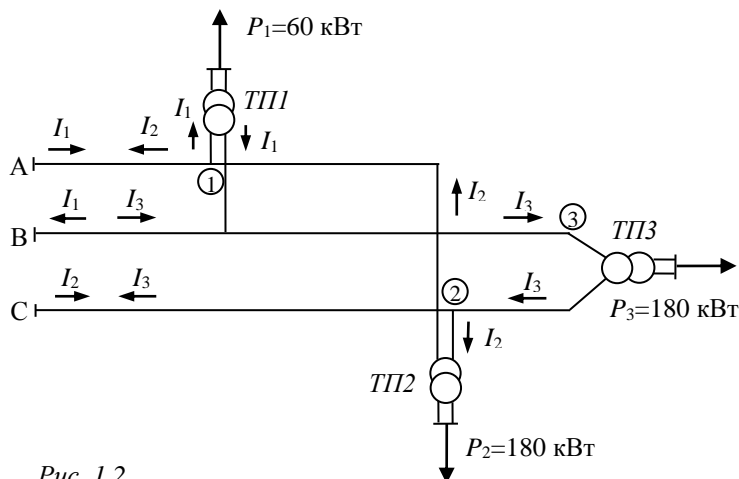


Рис. 1.2

Задания к лабораторной работе ТК1:

Задание

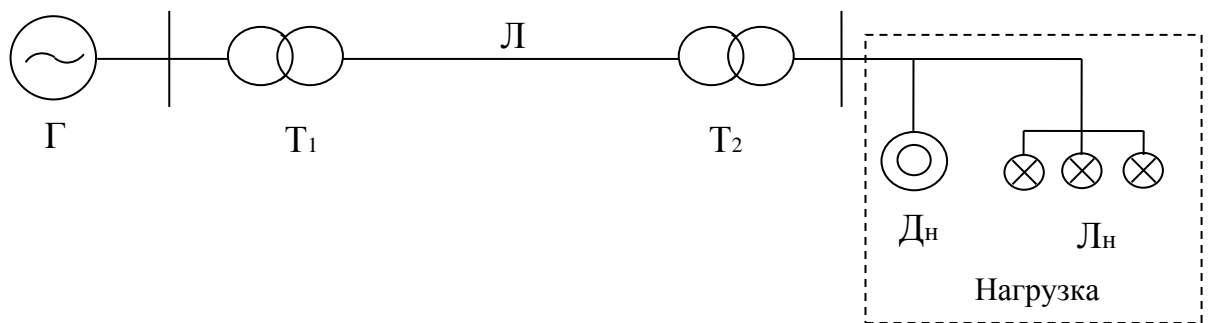


Рис. 1.3 Электрическая схема сети:

Г – эл.станция, Т1 – повышающая трансформаторная подстанция, Л – линия электропередач, Т2 – понижающая трансформаторная подстанция, Дн – двигательная нагрузка, Лн – осветительная нагрузка.

Исходные данные:

- Нагрузка потребителей по вариантно выбирается из табл.1.1.
- Напряжение для трехфазной трансформаторной группы принять: для вариантов с 1 по 15 – 235 В, для вариантов с 16 по 30 – 242 В.
- Неполнофазный режим: для вариантов с 1 по 10 – обрыв фазы «А», для вариантов с 11 по 20 – обрыв фазы «В», для вариантов с 21 по 30 – обрыв фазы «С».

Табл. 1.1 Нагрузка потребителей по вариантно.

№ варианта	Актив. мощность			Реакт. мощность (инд.)			Реакт. мощность (емк.)		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
1,11,21	10	20	30	25	50	25	50	25	75
2,12, 22	20	30	40	50	75	50	75	25	75
3,13, 23	30	40	50	75	25	75	25	50	75
4,14, 24	40	50	10	25	50	50	75	25	25
5,15, 25	50	10	20	50	25	75	50	75	25
6,16, 26	10	20	30	75	25	25	25	75	25
7, 17,27	20	50	40	25	50	75	25	75	50
8, 18,28	10	40	30	50	75	25	75	25	25
9, 19,29	40	50	20	75	25	50	75	50	25
10,20,30	50	20	50	25	75	75	50	25	25

а) Выполнить режим:

- 1) с чисто активной нагрузкой,
- 2) с чисто реактивной нагрузкой,
- 3) со смешанной нагрузкой,
- 4) особый (неполнофазный) режим,
- 5) симметричный режим (нагрузку выбрать по фазе «А» для варианта 1, по фазе «В» для варианта 11, по фазе «С» для варианта 21 и т.д.).

- b) На основании расчетов построить векторные диаграммы токов всех фаз нагрузки.
- c) Построить векторные диаграммы напряжений в конце и в начале линии после включения нагрузки в сеть, а также после выравнивания частоты до номинальных значений.
- d) Определить допустимость всех рассмотренных режимов по значениям частоты в сети.

Табл.1.2 Результаты экспериментов

№ эк с	Активная мощность			Реактивная мощн. (инд.)			Реактивная мощн. (емк.)			n, об/мин	U _{нач.} лин., В	U _{кон.} лин., В	P, Вт	Q, ВАр	f, Гц
	A	B	C	A	B	C	A	B	C						
1															
2															
3															
4															
5															

Задания к расчетно-графической работе ТК1:

Спроектировать систему электроснабжения предприятия (рис.1.4). Исходные данные приведены в таблице 1.3.

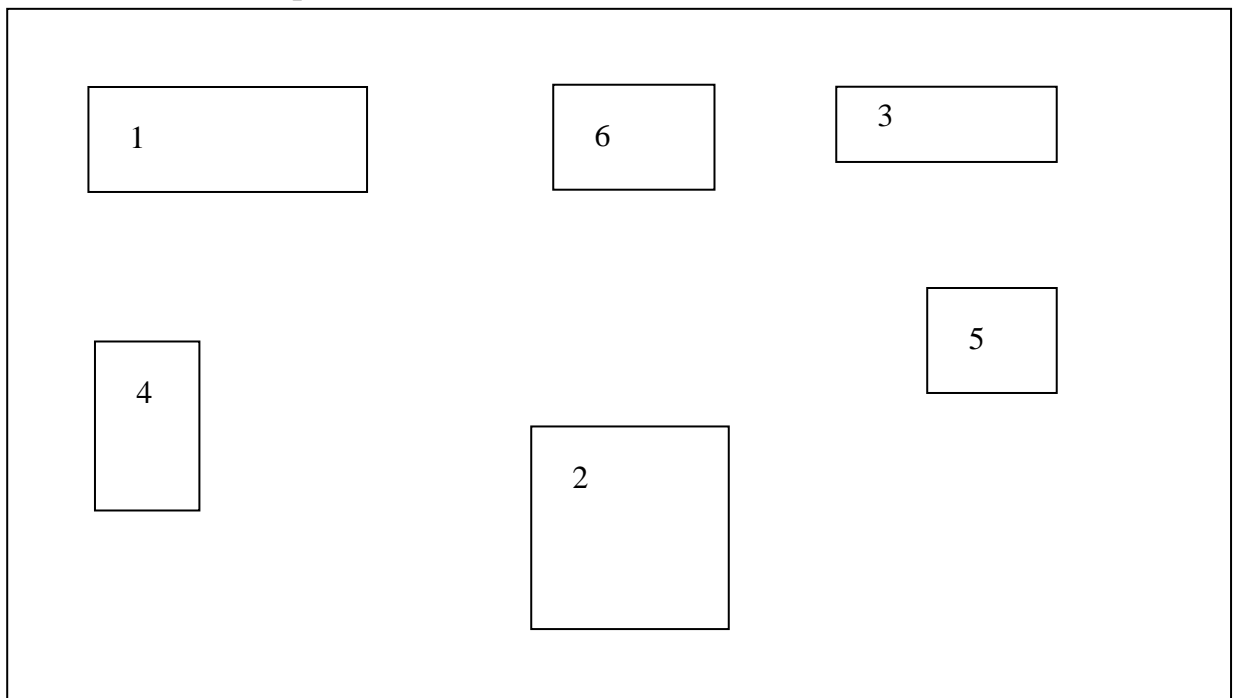


Рис. 1.4 Генеральный план предприятия

1. Определить электрические расчетные нагрузки (методом коэффициента спроса и установленной мощности) по каждому цеху в отдельности и предприятию в целом.

2. Выбрать число и мощность трансформаторов ГПП и цеховых подстанций.

3. Определить местоположение ГПП, ЦРП, ТП. Картограмма нагрузок.

4. Выбрать внешнее электроснабжение предприятия.

5. Выбрать марку и сечение проводников питающей и распределительной сетей.

Таблица 1.3 Установленная мощность эл.приемников здания P_n , кВт

№	№ Варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		1:700										1:800										1:900				
Масштаб																										
Наименование здания																										
1.	Заводоуправление	150	130	170	187	90	145	150	155	135	235	210	250	230	200	180	150	100	250	280	215	130	250	270	258	250
2.	Основной цех	360	500	300	320	340	360	380	380	420	290	350	365	325	150	400	470	754	330	320	410	420	260	320	420	220
3.	Механосборочный цех	270	450	540	250	330	270	350	230	200	380	400	210	250	280	280	260	290	190	280	200	305	295	240	400	250
4.	Котельная	310	120	330	350	370	398	354	256	248	300	270	100	150	410	270	340	220	430	250	300	420	250	320	250	435
5.	Вспомогательный цех	130	140	100	150	190	150	180	165	185	140	155	152	186	142	145	190	200	125	156	149	175	129	148	150	170
6.	Гараж	20	20	24	16	17	15	17	19	21	51	15	55	25	25	15	19	24	21	25	21	55	25	35	51	19

Тестирование ТК1:

1. Задание

Требования, предъявляемые к схемам электроснабжения:

- надежность
- функциональность
- технологичность
- гибкость
- рациональность

2. Задание

Перерыв в электроснабжении для I категории допускается на время:

- включения резерва силами дежурного персонала
- автоматического включения резерва
- выполнения операций диспетчером

3. Задание

По надежности электроснабжения электроприемники делятся на:

- 3 категории
- 2 категории
- 4 категории

4. Задание

Род тока электрических сетей:

- переменный
- постоянный
- смешанный
- импульсный

5. Задание

Общесистемные показатели качества электроэнергии

- уровень частоты
- симметрия трехфазного напряжения
- уровень напряжения
- синусоидальность напряжения

6. Задание

Разъединители предназначены для:

- создания видимого разрыва при ремонте электрооборудования
- коммутации любых токов
- автоматического отключения токов

7. Задание

Измерительные трансформаторы тока предназначены для:

- измерения первичных токов
- измерения вторичных токов
- преобразования первичных токов в стандартные вторичные

8. Задание

Полная составляющая нагрузки (S_p) определяется:

$S_p = \sqrt{P_p + Q_p}$

$S_p = \sqrt{P_p^2 - Q_p^2}$

$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$

9. Задание

По роду тока все потребители электроэнергии подразделяются:

переменного тока, частотой 50 Гц

постоянного тока, частотой 50 Гц

- постоянного напряжения

10.Задание

На главных понизительных подстанциях прием электроэнергии производится, если:

источником питания является заводская электростанция

источником питания является районная энергетическая система, расположенная недалеко от предприятия

мощность предприятия велика и источник питания значительно удален

11.Задание

Связь заводских электростанций с энергетическими системами осуществляется через отдельные приемные пункты (ГПП, ЦРП, РП) при:

отсутствии специальных требований к бесперебойности питания и при небольшой мощности, получаемой от системы

небольших объектах с компактным размещением нагрузок

наличии повышенных требований к надежности питания и при достаточной располагаемой мощности внешних источников

12.Задание

Собственный источник питания предусматривается при:

электроснабжении крупного предприятия

наличии специальных требований к бесперебойности питания, когда собственный источник питания необходим для резервирования

наличии потребителей 1-ой категории

13.Задание

При установке на ГПП двух трансформаторов номинальная мощность каждого из них определяется по условию:

$S_{\text{ном.т}} \geq \frac{S_p \Sigma}{2 \cdot 0,7}$

$S_{\text{ном.т}} \leq \frac{S_p \Sigma}{2 \cdot 0,7}$

$$\square S_{\text{НОМ.Т}} \geq \frac{S_{P\Sigma}}{0,7}$$

$$\square S_{\text{НОМ.Т}} \leq \frac{S_{P\Sigma}}{0,7}$$

14.Задание

Система электроснабжения промышленного предприятия состоит из сетей:

- кабельных
- воздушных
- цеховых
- шинопроводов
- троллеев

15.Задание

Формула определения координат центра электрических нагрузок предприятия:

$$\square x_{oa} = \frac{\sum P_{ip} \cdot x_i}{\sum P_{ip}}, y_{oa} = \frac{\sum P_{ip} \cdot y_i}{\sum P_{ip}}$$

$$\square x_{oa} = \frac{\sum P_{ip}^2 \cdot x_i}{\sum P_{ip}}, y_{oa} = \frac{\sum P_{ip}^2 \cdot y_i}{\sum P_{ip}}$$

$$\square x_{oa} = \frac{\sum P_{ip} \cdot x_i}{\sum P_{ip}^2}, y_{oa} = \frac{\sum P_{ip} \cdot y_i}{\sum P_{ip}^2}$$

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.2 Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации)

Вопросы для проведения письменного опроса ТК2:

1. Структура и состав электропривода. Технический прогресс составляющих электропривода.
2. Механические характеристики и их типы. Примеры механических характеристик. Типы момента.
3. Установившийся режим в механике электропривода. Устойчивые и неустойчивые режимы.

4. Приведение параметров механической части электропривода к валу двигателя. Влияние КПД механического преобразователя и режима работы на приведение параметров.
5. Электроприводы постоянного тока. Конструкция двигателя. Основные уравнения, характеристики.
6. Асинхронный электропривод. Конструкция и принцип действия. Типы. Уравнения.
7. Асинхронный электропривод с фазным ротором. Способы регулирования. Каскадные схемы. КПД каскадных схем.
8. Синхронный электропривод. Типы. Конструкция и принцип действия.
9. Электрические преобразователи в электроприводе. Управляемые выпрямители. Регуляторы напряжения.
10. Энергетика электропривода. Преобразование электрической энергии в механическую, типы потерь. Потери в установившихся режимах.

Практическое задание ТК2:

Примеры практических заданий:

Задача 1: В какой точке сети, изображённой на рисунке 7.1, можно запустить асинхронный короткозамкнутый двигатель мощностью 14 кВт, с номинальным напряжением 380 В, током 27 А и кратностью пускового тока $k=7$. Сопротивления участков сети сведены в табл. 7.1. Мощность трансформатора 63 кВА.

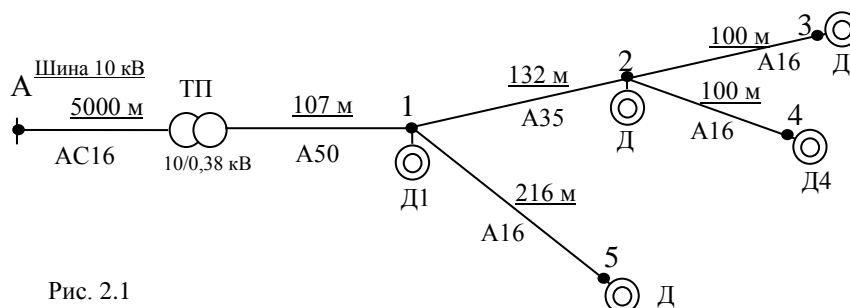


Рис. 2.1

Задача 2: Трёхфазный 4-х полюсной асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором работает от сети частотой $f = 50$ Гц имеет скольжение $s = 4$ %. Определить частоту вращения поля статора, частоту вращения ротора, частоту ЭДС ротора.

Задача 3: Трёхфазный асинхронный двигатель работает в номинальном режиме при следующих показателях: $2N_{\text{ном}} P = 75$ кВт, $2n = 970$ об/мин, $\eta = 90$ %. Определить мощность, потребляемую двигателем из сети, суммарные потери мощности в машине, скольжение и вращающий момент на валу.

Задания к лабораторной работе ТК2:

1. Используя данные табл. 2.1, вычислите значения скорости ω по выражению

$$\omega = 2\pi n / 60 \quad (2.1)$$

и полезного вращающего момента M двигателя по эмпирическому выражению

$$M = (U_a - 65I_a) I_a / \omega \quad (2.2)$$

и занесите полученные результаты в табл. 2.2.

2. Постройте механическую характеристику $\omega = f(M)$ двигателя.

Таблица 2.1.

Акт.нагр.	0	20	40	60	80	100
I_a, A						
U_a, B						
$P, Bт$						
$Q, BАр$						
$n, мин^{-1}$						

Таблица 2.2.

$M, Н·м$						
$\omega, с^{-1}$						

Содержание отчета

В отчете должны быть отражены результаты проведенных экспериментов в виде таблиц и графиков согласно пунктам задания. В таблицах отражаются:

- 1) значения нагрузок;
- 2) величина потребляемой мощности;
- 3) величины измеренных напряжений;
- 4) величины измеренных токов.

На графике отражается динамика изменения угловой скорости от полезного вращающего момента.

Тестирование ТК2:

1. Задание

Основное назначение электропривода:

- преобразовывать механическую энергию в электрическую
- преобразовывать электрическую энергию в механическую и управлять этим процессом
- преобразовывать электрическую энергию в электроэнергию с другими параметрами и управлять этим процессом

2. Задание

Основными элементами автоматизированного электропривода являются:

- электронное передаточное устройство
- электродвигательное устройство
- запоминающее устройство
- преобразующее устройство
- управляющее устройство
- задающее устройство

3. Задание

Показателями качества регулируемого электропривода являются:

- диапазон регулирования скорости
- увеличение скорости от нагрузки
- снижение скорости от нагрузки
- диапазон регулирования момента

4. Задание

Классификация автоматизированного электропривода по степени автоматизации:

- с открытой системой автоматизации
- с закрытой системой автоматизации
- с ручным управлением
- с программным управлением

5. Задание

Понятие регулируемый электропривод включает в себя:

- регулирование нагрузки на валу
- установка по заданию скорости
- установка по заданию момента

6. Задание

Момент, действующий на ротор электродвигателя:

- электромагнитный
- нагрузочный
- холостой

7. Задание

Взаимосвязь момента электродвигателя и его скорости определяется характеристикой:

- механической
- динамической
- кинетической

8. Задание

Способ регулирования скорости асинхронного двигателя:

- изменение скорости электромагнитного поля статора
- изменение скорости электромагнитного поля ротора
- изменение скольжения двигателя
- изменение напряжения

Для промежуточной аттестации:

1. Основные характеристики системы электроснабжения.
2. Упрощенная структура систем электроснабжения.
3. Основные потребители электрической энергии.
4. Уровни системы электроснабжения.
5. Основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения
6. Категории электроприёмников, установленных по ПУЭ.
7. Характерные электроприемники по отраслям промышленности и режимы их работы.
8. Основные характерные показатели электроприемников.
9. Характеристика графиков электрических нагрузок.
10. Графики нагрузок индивидуальных приемников.
11. Групповые графики электрических нагрузок.
12. Годовые графики электрических нагрузок.
13. Коэффициенты, характеризующие графики электрических нагрузок.
14. Методы определения расчетных электрических нагрузок.
15. Схемы присоединения и выбор питающих напряжений.
16. Требования предъявляемые к источникам питания потребителей.
17. Основные виды структур систем электроснабжения.
18. Основные требования предъявляемые к выбору места расположения источников питания.
19. Схемы и конструктивное исполнение главных понизительных подстанций (ГПП).
20. Выбор и использование силовых трансформаторов.
21. Общие сведения, определяющие компоновку КТП.
22. Общие сведения, определяющие компоновку ОРУ.
23. Общие сведения, определяющие компоновку ЗРУ.
24. Назначение, требования и принципы релейной защиты.
25. Общие сведения о способах передачи и распределения электрической энергии.
26. Общие сведения о воздушных линиях.
27. Общие сведения о кабельных линиях.

28. Основные кабели, применяемые в системах электроснабжения и их маркировка.
29. Прокладка КЛ в траншеях.
30. Прокладка КЛ в блоках.
31. Прокладка КЛ в кабельных сооружениях.
32. Классификация опор. Изоляторы и линейная арматура.
33. Принцип действия АВР и основные требования предъявляемые к устройствам автоматического ввода резерва.
34. Выбор сечений проводов, кабелей и шин силовых приёмников.
35. Короткие замыкания (КЗ) в системах электроснабжения.
36. Выбор высоковольтных выключателей (ячеек).
37. Выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.
38. Выбор выключателей нагрузки и предохранителей.
39. Выбор трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.
40. Проверка токоведущих устройств на термическую и динамическую стойкость.
41. Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения.
42. Отклонения и колебание напряжения.
43. Несинусоидальность и несимметрия напряжения.
44. Отклонения частоты, провал и импульс напряжения. Временное перенапряжение.
45. Причины и источники нарушения показателей качества электрической энергии.
46. Баланс активных и реактивных мощностей.
47. Основные потребители реактивной мощности.
48. Источники реактивной мощности. Выбор компенсирующих устройств.
49. Основные элементы автоматизированного электропривода.
50. Механические характеристики асинхронного электродвигателя.
51. Энергосбережение средствами электропривода.

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2 Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия (ПК-2.1 Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия)

Вопросы для проведения письменного опроса ТКЗ:

1. Описание и назначение Системы проектной документации для строительства (СПДС)
2. Описание и назначение Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)
3. Классификационные группы Единой системы конструкторской документации
4. Стадии выполнения проектирования системы электроснабжения
5. Основные вопросы рассматриваемые при проектировании системы электроснабжения
6. Исходные данные необходимые для выполнения проекта системы электроснабжения
7. Содержание рабочего проекта системы электроснабжения
8. Требования предъявляемые к основной надписи чертежей и текстовых документов
9. Правила выполнения спецификации на чертежах
10. Общие требования к выполнению схем
11. Содержание и назначение структурных схем
12. Содержание и назначение функциональных схем
13. Содержание и назначение принципиальных схем
14. Содержание и назначение схемы соединения
15. Способы условно-графического обозначения коммутационных устройств
16. Способы условно-графического обозначения контактных соединений
17. Способы обозначения участков цепей
18. Способы условно-графического обозначения источников света
19. Способы условно-графического обозначения силовых трансформаторов
20. Способы условно-графического обозначения предохранителей

Задание курсового проекта ТКЗ:

В КП всего 30 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдается задание на проектирование силовой сети здания.

1. Рассчитайте силовую сеть здания/помещения:

1.1. Методом средней мощности и коэффициента максимума для каждого приемника в отдельности определите электрические расчетные нагрузки.

1.2. Определите основные характеристики электродвигателей.

1.3. Найдите расчетные токи оборудования.

1.4. Выберите марку и сечение проводников распределительной сети и способ их прокладки.

1.5. Выберите аппарат защиты оборудования и произведите согласование с сечением проводников (предохранителей, выключателей, магнитных пускателей).

1.6. Определите потери напряжения в проводниках электроэнергии.

Исходными данными для расчета являются:

- 1) наименование электропотребителей (назначение);
- 2) номинальные мощности и расположение потребителей электроэнергии в здании;
- 3) габаритные размеры цеха.

Темы для выполнения индивидуальных заданий (рефератов) ТК3:

1. Анализ и выбор систем электроснабжения для зданий различного назначения.
2. Особенности проектирования электрических сетей в высотных зданиях.
3. Применение возобновляемых источников энергии для электроснабжения зданий.
4. Оптимизация систем электроснабжения с учетом энергоэффективности.
5. Проектирование электрических сетей в зданиях с высокими требованиями к безопасности.
6. Использование интеллектуальных систем управления в электроснабжении зданий.
7. Сравнительный анализ систем заземления и молниезащиты в проектировании электрических сетей зданий.
8. Особенности проектирования электрических сетей во временных сооружениях.
9. Учет влияния климатических условий при проектировании электрических сетей зданий.
10. Использование технологий Smart Grid при проектировании электрических сетей жилых комплексов.
11. Выбор и применение защитных устройств в системах электроснабжения зданий.
12. Экологические аспекты проектирования электрических сетей зданий.

Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ПК-2 Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия (ПК-2.1 Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия; ПК-2.3 Разрабатывает комплект проектной и рабочей документации системы энергообеспечения)

Вопросы для проведения письменного опроса ТК4:

1. Состав рабочих чертежей силового оборудования
2. Состав рабочих чертежей электрического освещения территории предприятия
3. Состав рабочих чертежей внутреннего электрического освещения предприятия
4. Основные элементы, располагаемые на планах внутреннего электрического освещения
5. Условно графические изображения на планах внутреннего электрического освещения
6. Условно графические изображения линий проводов и токопроводов
7. Условно графические изображения коробок, щитов, шкафов
8. Условно графические изображения выключателей, штепсельных розеток
9. Классификация светильников. Основные характеристики и области применения.
10. Требования предъявляемые к нормированию искусственного освещения
11. Основные принципы выбора ламп и светильников.
12. Основные правила размещения светильников.
13. Аппараты защиты, коммутации и управления. Основные характеристики и выбор.
14. Выбор сечения жил проводов и кабелей.
15. Расчет электрических нагрузок.
16. Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1000 В.
17. Система дополнительного уравнивания потенциалов в электроустановках до 1000 В.
18. Проектирование заземляющих устройств.
19. Виды заземляющих устройств, и требования предъявляемые к ним.

Задание курсового проекта ТК4:

В КП всего 30 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдается задание на проектирование электрического освещения здания.

1. Рассчитайте осветительную сеть здания/помещения:
 - 1.1. Выберите освещенность, коэффициента запаса
 - 1.2. Выберите источник света и осветительный прибор.
 - 1.3. Разместите осветительные приборы.
 - 1.4. Рассчитайте количество светильников.
 - 1.5. Методом коэффициента использования светового потока рассчитайте освещенность.
 - 1.6. Рассчитайте аварийное освещение.

При проектировании системы электроснабжения здания необходимо выполнить определенные требования, предъявляемые к осветительным установкам:

- 1) надежность действия осветительной установки;
- 2) постоянство напряжения у источников света;
- 3) индустриальность выполнения монтажа и удобства эксплуатации;
- 4) пожарная безопасность;
- 5) защита от поражения электрическим током.

Для создания равномерного распределения светового потока и необходимой освещенности рабочих мест расчет освещения проводится определением количества ламп и расстояния между ними.

Практическое задание ТК4:

Примеры практических заданий:

Задача 1: Определить расчетные нагрузки завода капронового волокна, состоящего из цехов (см.табл. 4.1) с соответствующими установленными мощностями $P_{ном}$.

Таблица 5.1 Пример расчета нагрузок завода капронового волокна

Наименование цехов	Уст. мощность, $P_{ном}$, кВт	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	K_c	Расчётные нагрузки	
					P_p	Q_p
1. химический цех	3100					
2. прядильный цех	1200					
3. крутильный цех	1500					
4. цех регенерации отходов	2400					
Итого						

Задача 2: Номинальные значения первичного и вторичного напряжения однофазного трансформатора $U_{1ном} = 110$ кВ и $U_{2ном} = 6,3$ кВ, номинальный первичный ток $I_{1ном} = 95,5$ А. Определить номинальную мощность трансформатора и номинальный вторичный ток.

Задача 3: Задана полная номинальная мощность трехфазного трансформатора $S_{ном} = 100$ кВА, номинальные мощности холостого хода $P_0 = 0,465$ кВт и короткого замыкания $P_K = 1,97$ кВт, коэффициент мощности нагрузки $\cos\varphi_2 = 0,8$. Соединение обмоток трансформатора Y/Y. Частота переменного тока сети $f = 50$ Гц. Определить коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке и максимальный КПД.