



КГУУ

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

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова  
« 30 » мая 20 23 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.09.08. Проектирование электроэнергетических систем и сетей

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электроэнергетические системы и сети

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭСиС	Доцент, к.т.н., доцент	Воркунов Олег Владимирович
ЭСиС	Профессор, д.т.н., доцент	Гарифуллин Марсель Шарифьянович

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	кафедра ЭСиС	17.05.2023	№32	<hr/> Зав.каф. ЭСиС, к.т.н., Максимов В.В.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	№8	<hr/> Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет института	30.05.2023	№9	<hr/> Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

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

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины Проектирование электроэнергетических систем и сетей является освоение студентами основ проектирования распределительных устройств высоковольтных подстанций, выбору основного электрооборудования, устанавливаемого на подстанциях, с учетом особенностей питающих электрических сетей.

Задачами дисциплины являются:

1. познакомить обучающихся с технологией проектирования подстанций и линий электропередачи;
2. дать информацию о методике выбора и видах основного электрооборудования подстанций;
3. научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при разработке проектов;
4. привить навыки использования нормативно-технической документации необходимой для проектирования.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.2. Участвует в разработке технической документации проектов электроэнергетических систем и сетей.
	ПК-2.3. Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей.
	ПК-2.4. Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей.
	ПК-2.6. Способен анализировать и публиковать результаты своей профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины: Электроэнергетические системы и сети, Электрическая часть подстанций и эксплуатация электрических сетей, Электрические станции и подстанции.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. защита ВКР

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр 8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	95	95

АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,3	48	48
Лекции	0,17	6	6
Практические (семинарские) занятия	0,5	18	18
Лабораторные работы	0,67	24	24
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,67	132	132
Проработка учебного материала	0,67	24	24
Курсовой проект	2	72	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	Семестр 9
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА *	-	71	71
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,5	18	18
Лекции	0,1	4	4
Практические (семинарские) занятия	0,17	6	6
Лабораторные работы	0,22	8	8
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,5	162	162
Проработка учебного материала	2,25	81	81
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9
Промежуточная аттестация:			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	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Основные принципы	32	2	6	4	20	ТК 1	ПК 2.3.В, ПК 2.4.3

проектирования электрических подстанций в сетях среднего напряжения							
Раздел 2. Основное энергетическое оборудование применяемое на подстанциях	27	2	6	4	15	ТК 2	ПК 2.3.У, ПК 2.4 З
Раздел 3. Режимы работы электроустановок на подстанциях в сетях среднего напряжения	26	1	6	4	15	ТК 3	ПК 2.2.3, ПК 2.3. У
Раздел 4. Эксплуатация высоковольтного силового оборудования. Защита от внешних коммутационных перенапряжений	41	1	6	6	28	ТК 4	ПК 2.2. 3, ПК 2.3. В
Курсовой проект	72				72	<b>ОМкр</b>	ПК 2.2. 3, У, ПК 2.3. В, ПК 2.4 В, ПК 2.6 3, У.
Экзамен	36				36	<b>ОМ</b>	ПК 2.2.3, В, ПК 2.3.У, 3, ПК 2.4 3, В
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>132</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные принципы проектирования электрических подстанций в сетях среднего напряжения.

Тема 1.1. Оборудование подстанции. Общие технические требования.  
Тема 1.2. Климатическое исполнение и категория размещения узлов оборудования и аппаратов.

Тема 1.3. Требования к надёжности электроснабжения.

Тема 1.4. Факторы, влияющие на выбор структурной схемы подстанции. Типовые структурные схемы подстанций.

Раздел 2. Основное энергетическое оборудование применяемое на подстанциях.

Тема 2.1. Выбор высоковольтных выключателей. Основные характеристики. Виды высоковольтных выключателей, их достоинства и недостатки.

Тема 2.2. Выбор высоковольтных разъединителей. Основные характеристики.

Тема 2.3. Измерительные трансформаторы тока. Устройство, принцип

действия. Основные параметры. Выбор измерительных трансформаторов тока.

Тема 2.4. Измерительные трансформаторы напряжения. Устройство, принцип действия. Основные характеристики. Выбор измерительных трансформаторов напряжения.

Тема 2.5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Схема замещения. Принцип действия, основные отличия.

Раздел 3. Режимы работы электроустановок на подстанциях в сетях среднего напряжения.

Тема 3.1. Режим работы и нагрузочная способность высоковольтных трансформаторов. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях.

Тема 3.2. Режимы работы электроустановок. Повышение, понижение напряжения, несимметричные режимы работы электрической сети.

Тема 3.3. Аварийное снижение частоты в энергосистеме. Ремонтный режим. Режимы холодного и горячего резерва.

Раздел 4. Эксплуатация высоковольтного силового оборудования. Защита от внешних коммутационных перенапряжений.

Тема 4.1. Молниезащита и заземление на подстанции.

Тема 4.2. Расчет токов короткого замыкания (КЗ) для трехфазных и несимметричных замыканий в программном комплексе PSCAD. Ограничение токов КЗ методом секционирования. Ограничение токов КЗ применением трансформаторов с расщеплённой обмоткой низкого напряжения.

Тема 4.3. Коррекция однофазных замыканий на землю в сетях 110-220 кВ.

Тема 4.4. Ограничение токов КЗ токоограничивающими предохранителями. Определение оптимальных вариантов ограничения токов КЗ с помощью программного комплекса PSCAD.

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

1. Выбор проводников и изоляторов;
2. Расчет основных параметров и выбор высоковольтных кабелей в сетях среднего напряжения
3. Выбор и расчет параметров высоковольтных выключателей;
4. Выбор и расчет основных параметров высоковольтных разъединителей;
5. Выбор и расчет параметров измерительных трансформаторов тока;
6. Выбор и расчет параметров измерительных трансформаторов напряжения;
7. Выбор и расчет основных параметров измерительных устройств;
8. Выбор и расчет параметров нелинейных ограничителей перенапряжения;
9. Выбор и расчет мощности силовых трансформаторов на подстанциях;
10. Расчет симметричных токов КЗ в программном комплексе PSCAD;

11. Расчет несимметричных токов КЗ в программном комплексе PSCAD;
12. Расчет мощности потребителей собственных нужд и выбор трансформатора собственных нужд электрических подстанций;
13. Выбор и расчет типовых конструкций жестких шин и токопроводов;
14. Выбор и расчет основных параметров устройства ВЧЗ.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Оперативные переключения на электрических подстанциях;
2. Исследование процессов внутренних перенапряжений возникающих при отключении электрических токов вакуумными выключателями;
3. Исследование процессов работы силовых трансформаторов;
4. Аварийное снижение частоты в энергосистеме;
5. Регулирование напряжения в электрических сетях среднего напряжения;
6. Режимы заземления нейтрали в электроустановках.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Курсовой проект по теме «Проектирование понижающей подстанции 100/35/10 кВ».

## 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
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессионал	ПК-2.2. Участвует в разработке технической документации и проектов электроэнергетических систем и сетей.	знать:	Знает существующие нормативно-правовые документы, регламентирующие нормы	Знает основные регламентирующие нормы проектирования подстанций и линий электропе	Допускает ошибки при оформлении основной конструктивной документации подстанц	Знание правил оформления основной конструктивной документации ниже минимал

ьной деятел ьности			проектир овани я подстанц ий и линий электропе реда чи. Не допускает ошибок.	реда чи. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	ий и линий электропе реда чи. При ответе может допустить множеств о мелких ошибок.	ьных требован ий, допускае т грубые ошибки.
	уметь:					
		Умеет использов ать справочн ые материал ы, проводит ь анализ научно- техническ ой информац ии для выбора необходи мого электрооб оруд ования. Не допускает ошибок.	Умеет использов ать справочн ые материал ы необходи мые выбора необходи мого электрооб оруд ования. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускае т ошибки при выборе необходи мого электрооб оруд ования с помощью справочн ых материал ов. При ответе может допустить множеств о мелких ошибок.	Не умеет использо вать справочн ые материал ы, анализир овать научно- техничес кую информа цию для выбора необходи мого электроо боруд ования. При ответе допускае т грубые ошибки.	
	владеть:					
	Владеет методами поиска, обработк и информац ии при выборе оборудов ания на подстанц иях. Правильн о выбирает необходи мое	Владеет методами поиска, обработк и информац ии при выборе оборудов ания на подстанц иях. Допускае т ошибки при выборе необходи	Допускае т ошибки при выборе необходи мого оборудов ания для конкретн ого объекта. При ответе может допустить множеств о мелких	Не владеет методами поиска, обработк и информа ции при выборе оборудов ания на подстанц иях.		

			оборудование оптимальное для конкретного объекта. Не допускает ошибок.	мого оборудования для конкретного объекта. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	ошибок.	
ПК-2.3. Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей.	знать:					
		Знает принципы выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем. Принципы разработки и конструкций распределительных устройств высоковольтных подстанций. Не допускает ошибок.	Знает основы выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем. Знает компоновку конструкций распределительных устройств высоковольтных подстанций. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает основы выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем, компоновку конструкций распределительных устройств высоковольтных подстанций. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не знает методику выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем. Компоновку конструкций распределительных устройств высоковольтных подстанций. При ответе допускает грубые ошибки.	
	уметь:					
	Умеет осуществлять выбор оборудования для подстанций с использованием норматив	Умеет осуществлять выбор оборудования для высоковольтных подстанций. При ответе	Допускает ошибки при выборе оборудования для высоковольтных подстанций. При ответе	Не знает методику выбора оборудования для подстанций. При ответе допускает грубые ошибки.		

			но-правовых документов. Не допускает ошибок.	может допустить несколько негрубых ошибок.	может допустить множество мелких ошибок	
		владеть:				
			Владеет приемами и методиками составления и расчета схем замещения электрических подстанций, электрических сетей при различных режимах ее работы. Не допускает ошибок.	Умеет использовать методы составления и расчета схем замещения электрических подстанций, электрических сетей и различных режимов ее работы. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускает ошибки при составлении и расчета схем замещения электрических подстанций, электрических сетей при различных режимов ее работы. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не умеет составлять и рассчитывать схемы замещения электрических подстанций, электрических сетей при различных режимов ее работы. При ответе допускает грубые ошибки.
		Знать:				
	ПК-2.4. Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей.		Знает основные технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы электрооборудования. Не допускает	Знает основные технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы электрооборудования. При ответе	Знает особенности, назначение электрооборудования, некоторые технические характеристики. При ответе может допустить	Знает назначение основного электрооборудования. Допускает грубые ошибки.

			ошибок.	может допустить несколько негрубых ошибок.	множеств о мелких ошибок.	
Уметь:						
			Умеет рассчитывать технические параметры электрооборудования и электрических сетей. Не допускает ошибок.	Умеет рассчитывать технические параметры электрооборудования и электрических сетей. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускает ошибки при расчете технических параметров электрооборудования и электрических сетей. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не умеет рассчитывать технические параметры электрооборудования и электрических сетей. При ответе допускает грубые ошибки.
Владеть:						
			Владеет навыками проектирования и разработки и конструкций энергоэлектрических систем. Техническими и технологическими особенностями размещения оборудования на высоковольтных подстанциях. Не	Допускает незначительные ошибки при проектировании и разработке конструкций энергоэлектрических систем. Техническими и технологическими особенностями размещения оборудования	Допускает существенные ошибки при проектировании и разработке конструкций энергоэлектрических систем. Техническими и технологическими особенностями размещения оборудования	Не владеет навыками проектирования и разработки конструкций энергоэлектрических систем. Техническими и технологическими особенностями размещения оборудования на высоково

			допускает ошибок.	ания на высоковольтных подстанциях.	ания на высоковольтных подстанциях.	льтных подстанциях. При ответе допускает грубые ошибки.
ПК-2.6. Способен анализировать и публиковать результаты своей профессиональной деятельности.	Знать:					
		Знает возможности компьютерных технологий и программного обеспечения для области проектирования подстанций и линий электропередачи. Не допускает ошибок.	Знает возможности программного обеспечения в области проектирования подстанций и линий электропередачи. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает возможности программного обеспечения в области проектирования подстанций и линий электропередачи. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не знает существующее программное обеспечение в области проектирования подстанций и линий электропередачи.	
	Уметь:					
	Умеет обосновывать конкретные технические решения при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. Не допускает ошибок.	Умеет применять нужные технические решения при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. При ответе может допустить несколько	Допускает ошибки при выборе нужных технических решений при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. При ответе может	Не умеет применять необходимые технические решения при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. При ответе допускает		

				негрубых ошибок.	допустить множеств о мелких ошибок.	т грубые ошибки.
Владеть:						
			Владеет навыками грамотного изложения и представления результатов собственных расчетов и исследований. Не допускает ошибок.	Допускает незначительные ошибки при представлении результатов собственных расчетов и исследований.	Допускает существенные ошибки при представлении результатов собственных расчетов и исследований.	Навыкам и грамотного изложения и представления результатов собственных расчетов и исследований ниже минимального

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. Конюхова, Е.А. Электроснабжение : учебник / Е. А. Конюхова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - 510 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012505.html>. Текст : электронный.

2. Папков, Б.В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2021. - 353 с.

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

1. Федотов, А.И. Проектирование городских электрических сетей : учебное пособие / А. И. Федотов, О. В. Наумов, Н. В. Чернова. - Казань: КГЭУ, 2015. - 108 с. - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - Текст : электронный.

2. Федотов, А.И. Специальные вопросы проектирования распределительных электрических сетей напряжением 6-10 кВ: учебное

пособие / А. И. Федотов, Н. В. Чернова, А. Р. Ахметшин. - Казань : КГЭУ, 2015. - 120 с., - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - Текст : электронный.

3. Воркунов, О.В. Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем : практикум / О. В. Воркунов, М. Ш. Гарифуллин, В. К. Козлов. - Казань : КГЭУ, 2017. - 68 с., 2568 КБ. - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - ~Б. ц. - Текст : электронный.

4. Кокин, С. Е. Схемы электрических соединений подстанций : учебное пособие / С. Е. Кокин. - 2-е изд., стер. - М.: Флинта, 2017. - 100 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/354709>. Текст : электронный.

5. Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35 — 750 кВ. : нормативно-технический материал. - М.: ЭНАС, 2017. - 80 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/104452>. - Текст : электронный.

6. Коротков, В. Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах: учебник / В. Ф. Коротков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 416 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012109.html>. Текст : электронный.

7. Моделирование режимов работы электроэнергетических систем : учебное пособие / И. А. Муратаев [и др.]. - Казань: КГЭУ, 2019. - 94 с., - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - Текст : электронный.

8. Динамическая устойчивость проектируемых электроэнергетических систем и систем электроснабжения : учебное пособие / сост. Р. У. Галева. - Казань: КГЭУ, 2019. - 120 с. - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - Текст : электронный.

## **5.2. Информационное обеспечение**

### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

1. Основы проектирования подстанций, линий электропередач с учетом нормативных требований: <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2866>

2. Электронная библиотека КГЭУ: <https://lib.kgeu.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>

4. Студенческая электронная библиотека ЭБС "Консультант студента": <https://www.studentlibrary.ru>

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

Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации: <https://minenergo.gov.ru/opendata> <https://minenergo.gov.ru/opendata>

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

LMS Moodle. <https://download.moodle.org/releases/latest/>

Браузер Chrome. <https://www.google.com/intl/ru/chrome/>

LibreOffice. <https://ru.libreoffice.org/download/>

## 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 «Электроэнергетические системы и сети», Г-212.	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Модульный учебный лабораторный стенд по направлению «Электроэнергетика» фирмы ГалСен.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет Г-217	Специализированная учебная мебель на 20 посадочных мест, 12 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, 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 курсового проекта (курсовой работы) Г-303	Специализированная мебель, компьютерная техника 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 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
1	2	3	4	5	6
1	3.3. разделы 4.2, 4.4	11.04.24	В лекционном разделе курса добавлено рассмотрение программного комплекса PSCAD используемого для расчета токов короткого замыкания (КЗ) для трехфазных и несимметричных коротких замыканий, а также определения оптимальных вариантов ограничения токов КЗ.		
2	3.4	11.04.24	В разделе практических работ курса заменены два практических занятия. Практическое занятие №10 посвящено рассмотрению программного комплекса PSCAD для расчета симметричных токов КЗ. Практическое занятие №11. посвящено расчету несимметричных токов КЗ в программном комплексе PSCAD.		
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГЭУ**

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.02.08. Проектирование электроэнергетических систем и сетей**  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

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 для экзамена по дисциплине  
«Проектирование электроэнергетических систем и сетей»  
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	IV текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Основные принципы проектирования электрических подстанций в сетях среднего напряжения»</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>							<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Тест или письменный опрос		7									
Защита лабораторной работы		4									
Отчеты по практическим работам		4									
<b>Раздел 2. «Основное энергетическое оборудование применяемое на подстанциях»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Тест или письменный опрос				7							
Защита лабораторной работы				4							
Отчеты по практическим работам				4							
<b>Раздел 3. « Режимы работы электроустановок на подстанциях в сетях среднего напряжения »</b>	<b>ТК3</b>					<b>15</b>	<b>0-15</b>			<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Тест или письменный опрос						7					
Защита лабораторной работы						4					
Отчеты по практическим работам						4					
<b>Раздел 4. « Эксплуатация высоковольтного силового оборудования. Защита от внешних коммутационных перенапряжений »</b>								<b>10</b>	<b>0-10</b>	<b>10-20</b>	<b>10-20</b>



## 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	
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.2. Участствует в разработке технической документации и проектов энергетических систем и сетей.	знать:				
		Знает существующие нормативно-правовые документы, регламентирующие нормы проектирования подстанций и линий электропередачи. Не допускает ошибок.	Знает основные регламентирующие нормы проектирования подстанций и линий электропередачи. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускает ошибки при оформлении основной конструктивной документации подстанций и линий электропередачи. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Знание правил оформления основной конструктивной документации ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.	
		уметь:				
		Умеет использовать справочные материалы, проводить анализ научно-технической информации для выбора необходимого	Умеет использовать справочные материалы, необходимые выбора необходимого электрооборудования. При ответе	Допускает ошибки при выборе необходимого электрооборудования с помощью справочных материалов. При ответе может допустить	Не умеет использовать справочные материалы, анализировать научную информацию для выбора необходимого	

			электрооборудования. Не допускает ошибок.	может допустить несколько негрубых ошибок.	множество мелких ошибок.	электрооборудования. При ответе допускает грубые ошибки.	
		владеть:					
			Владеет методами поиска, обработки информации при выборе оборудования на подстанциях. Правильно выбирает необходимое оборудование оптимальное для конкретного объекта. Не допускает ошибок.	Владеет методами поиска, обработки информации при выборе оборудования на подстанциях. Допускает ошибки при выборе необходимого оборудования для конкретного объекта. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.		Допускает ошибки при выборе необходимого оборудования для конкретного объекта. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не владеет методами поиска, обработки информации при выборе оборудования на подстанциях.
		знать:					
	ПК-2.3. Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей.		Знает принципы выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем. Принципы разработки	Знает основы выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем. Знает компоновку конструк	Плохо знает основы выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем, компоновку конструк	Не знает методику выполнения расчетных проектов электроэнергетических систем. Компонировку конструкций	

			конструкций распределительных устройств высоковольтных подстанций. Не допускает ошибок.	ций распределительных устройств высоковольтных подстанций. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	ций распределительных устройств высоковольтных подстанций. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	распределительных устройств высоковольтных подстанций. При ответе допускает грубые ошибки.
уметь:						
			Умеет осуществлять выбор оборудования для подстанций с использованием нормативно-правовых документов. Не допускает ошибок.	Умеет осуществлять выбор оборудования для высоковольтных подстанций. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускает ошибки при выборе оборудования для высоковольтных подстанций. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не знает методику выбора оборудования для подстанций. При ответе допускает грубые ошибки.
владеть:						
			Владеет приемами и методиками составления и расчета схем замещения электрических подстанций, электрических сетей при различных режимах ее	Умеет использовать методы составления и расчета схем замещения электрических подстанций, электрических сетей и различных режимов ее работы. При	Допускает ошибки при составлении и расчета схем замещения электрических подстанций, электрических сетей при различных режимов ее работы. При ответе	Не умеет составлять и рассчитывать схемы замещения электрических подстанций, электрических сетей при различных режимов ее работы. При ответе

			работы. Не допускает ошибок.	ри ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	может допустить множество мелких ошибок.	допускает грубые ошибки.
ПК-2.4. Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей.	Знать:					
			Знает основные технические характеристики и конструктивные особенности, назначение и режимы работы электрооборудования. Не допускает ошибок.	Знает основные технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы электрооборудования. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Знает особенности, назначение электрооборудования, его некоторые технические характеристики. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Знает назначение основного электрооборудования. Допускает грубые ошибки.
	Уметь:					
			Умеет рассчитывать технические параметры электрооборудования и электрических сетей. Не допускает ошибок.	Умеет рассчитывать технические параметры электрооборудования и электрических сетей. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускает ошибки при расчете технических параметров электрооборудования и электрических сетей. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не умеет рассчитывать технические параметры электрооборудования и электрических сетей. При ответе допускает грубые ошибки.
Владеть:						

			<p>Владеет навыками построения и разработки и конструкций электроэнергетических систем. Техническими и технологическими особенностями размещения оборудования на высоковольтных подстанциях. Не допускает ошибок.</p>	<p>Допускает незначительные ошибки при построении и разработке конструкций электроэнергетических систем. Технических и технологических особенностей размещения оборудования на высоковольтных подстанциях.</p>	<p>Допускает существенные ошибки при построении и разработке конструкций электроэнергетических систем. Технических и технологических особенностей размещения оборудования на высоковольтных подстанциях.</p>	<p>Не владеет навыками построения и разработки конструкций электроэнергетических систем. Технических и технологических особенностей размещения оборудования на высоковольтных подстанциях. При ответе допускает грубые ошибки.</p>
		Знать:				
	<p>ПК-2.6. Способен анализировать и публиковать результаты своей профессиональной деятельности.</p>		<p>Знает возможности компьютерных технологий и программного обеспечения для области проектирования подстанций и линий электропередачи. Не</p>	<p>Знает возможности программного обеспечения в области проектирования подстанций и линий электропередачи. При ответе может допустить несколько</p>	<p>Плохо знает возможности программного обеспечения в области проектирования подстанций и линий электропередачи. При ответе может допустить</p>	<p>Не знает существующее программное обеспечение в области проектирования подстанций и линий электропередачи.</p>

		допускает ошибок.	негрубых ошибок.	множеств о мелких ошибок.	
Уметь:					
		Умеет обосновать конкретные технические решения при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. Не допускает ошибок.	Умеет применять нужные технические решения при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Допускает ошибки при выборе нужных технических решений при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. При ответе может допустить множество мелких ошибок.	Не умеет применять необходимые технические решения при разработке проектов высоковольтных подстанций и электрических сетей. При ответе допускает грубые ошибки.
Владеть:					
		Владеет навыками грамотного изложения и представления результатов собственных расчетов и исследований. Не допускает ошибок.	Допускает незначительные ошибки при представлении результатов собственных расчетов и исследований.	Допускает существенные ошибки при представлении результатов собственных расчетов и исследований.	Навыкам и грамотного изложения и представления результатов собственных расчетов и исследований ниже минимального

Оценка «отлично» выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов*

расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий.

### 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
Курсовой проект (КП), 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 проектов
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 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
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**

**Для текущего контроля ТК1:**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.2. Участвует в разработке технической документации проектов электроэнергетических систем и сетей.

## **Раздел 1. Основные принципы проектирования электрических подстанций в сетях среднего напряжения**

### **Тестовый контроль**

**Задание № 1** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Укажите трансформатор, не регулируемый под нагрузкой

Варианты ответов:

- ТМ
- ТДЦТН
- АОДЦТН
- АДЦТН

**Задание № 2** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Укажите однофазный трансформатор

Варианты ответов:

- АДЦТН
- ТДЦ
- ТМ
- ОРЦ

**Задание № 3** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Укажите трансформатор с расщепленной обмоткой

Варианты ответов:

- ОРЦ
- ТРДН
- ТДН
- ТМ

**Задание № 4** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Укажите автотрансформатор

Варианты ответов:

- ТРДН
- ТДЦ
- АДЦТН

ТМ

**Задание № 5** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Укажите трансформатор, применяемый на напряжении 10/0,4 кВ

Варианты ответов:

ТРДН

ТДЦ

ТМ

АДЦТН

**Задание № 6** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Для связи каких напряжений ВН/СН используются автотрансформаторы

Варианты ответов:

10/6 кВ

35/10 кВ

220/110 кВ

110/35 кВ

**Задание № 7** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Где могут быть установлены трансформаторы ТДЦ-80000-110/10

Варианты ответов:

На электростанции в блоке с генератором

На подстанции промпредприятия

На подстанции энергосистемы

На ТЭЦ для связи РУ генераторного напряжения с системой

**Задание № 8** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Расширительный бак на масляном трансформаторе нужен

Варианты ответов:

Для размещения запасов масла

Для повышения гидростатического давления масла

Для уменьшения площади соприкосновения масла с воздухом

Для расширения масла

**Задание № 9** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Масло в трансформаторы заливается

Варианты ответов:

Для обеспечения изоляции

Для повышения магнитной индукции

Для смазывания трущихся деталей

Для снижения токов короткого замыкания

**Задание № 10** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Укажите трехобмоточный трансформатор

Варианты ответов:

ТДЦ

ТМ

ТМН

✓ ТДТН

**Задание № 11** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Разъединители могут отключать

Варианты ответов:

- ✗ Рабочие токи нагрузки трансформаторов и линий
- ✗ Токи короткого замыкания трансформаторов и линий
- ✗ Токи перегрузки трансформаторов и линий.
- ✓ Токи холостого хода трансформаторов и зарядные токи линий

**Задание № 12** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Разъединители используются на напряжении 35 кВ

Варианты ответов:

- ✗ Только для оперативных переключений
- ✗ Только для создания видимого разрыва
- ✓ Для оперативных переключений и создания видимого разрыва.
- ✗ Для заземления токоведущих частей

**Задание № 13** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Разъединители используются на напряжении 330 кВ

Варианты ответов:

- ✗ Только для оперативных переключений
- ✓ Только для создания видимого разрыва
- ✗ Для оперативных переключений и создания видимого разрыва
- ✗ Для заземления токоведущих частей

**Задание № 14** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Разъединители используются на напряжении 500 кВ

Варианты ответов:

- ✗ Только для оперативных переключений
- ✓ Только для создания видимого разрыва
- ✗ Для оперативных переключений и создания видимого разрыва
- ✗ Для заземления токоведущих частей

**Задание № 15** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Выключатели нагрузки применяются в сетях напряжением

Варианты ответов:

- ✓ 6 – 10 кВ
- ✗ 35 кВ
- ✗ 110 кВ
- ✗ 220 кВ

**Задание № 16** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Выключатели нагрузки могут отключать:

Варианты ответов:

- ✗ Токи короткого замыкания
- ✓ Рабочие токи линий и трансформаторов

- ✗ Пусковые токи синхронных двигателей
- ✗ Пусковые токи асинхронных двигателей

**Задание № 17** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Выключатели нагрузки обычно устанавливают:

Варианты ответов:

- ✗ В цепях синхронных двигателей
- ✗ В цепях асинхронных двигателей
- ✓ В цепях трансформаторов
- ✗ В цепях генераторов

**Задание № 18** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Максимальная мощность трансформаторов 10/0,4 кВ:

Варианты ответов:

- ✗ 1600 кВА
- ✓ 2500 кВА
- ✗ 3000 кВА
- ✗ 6300 кВА

**Задание № 19** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Минимальная мощность трансформаторов 110 кВ с расщепленной обмоткой:

Варианты ответов:

- ✗ 16000кВА
- ✓ 25000кВА
- ✗ 32000кВА
- ✗ 40000кВА

**Задание № 20** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Минимальное сечение провода АС на 110 кВ по условиям короны:

Варианты ответов:

- ✗ 35 мм<sup>2</sup>
- ✗ 50 мм<sup>2</sup>
- ✓ 70 мм<sup>2</sup>
- ✗ 95 мм<sup>2</sup>

### **Требования к оформлению лабораторных работ**

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики);
4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

### **Требования к оформлению курсового проекта**

По результатам 1 учебного модуля в курсовом проекте должен быть выполнен расчет токов короткого замыкания на стороне высокого, среднего и низкого напряжений.

### **Требования к оформлению практических работ**

Примеры задач:

**Задание № 1** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Определите наибольшую реактивную нагрузку узла Qнб, если Pнб равна 30 МВт,  $\cos\varphi=0,81$ .

Варианты ответов:

- 30
- 21,6

- 34
- 36,4

**Задание № 2 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Определите наибольшую полную нагрузку, если  $P_{нб}$  равна 45 МВт,  $\cos\varphi=0,85$ .

Варианты ответов:

- 47
- 44,11
- 52,94
- 74,25

**Задание № 3 (с кратким ответом)**

Трансформатор работал первые 4 часа с нагрузкой 20 МВт, затем 4 часа с нагрузкой 10 МВт и еще 2 часа с нагрузкой 25 МВт. Найти среднюю нагрузку трансформатора при данном режиме работы.

Варианты ответов:

- 17
- семнадцать
- СЕМНАДЦАТЬ

**Задание № 4 (с кратким ответом)**

Трансформатор работал первые 4 часа с нагрузкой 20 МВт, затем 4 часа с нагрузкой 5 МВт и еще 2 часа с нагрузкой 50 МВт. Найти среднюю нагрузку трансформатора при данном режиме работы.

Варианты ответов:

- 20
- Двадцать
- ДВАДЦАТЬ

**Задание № 5 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Трансформатор работал первые 3 часа с нагрузкой 5 МВт, затем 5 часов с нагрузкой 10 МВт и еще 2 часа с нагрузкой 100 МВт. Найти среднюю нагрузку трансформатора при данном режиме работы.

Варианты ответов:

- 29
- 25,5
- 26,5
- 18

**Задание № 6 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Трансформатор работал первые 4 часа с нагрузкой 5 МВт, затем 4 часа с нагрузкой 10 МВт и еще 2 часа с нагрузкой 100 МВт. Найти среднюю нагрузку трансформатора при данном режиме работы.

Варианты ответов:

- 29
- 26
- 15
- 43

## Для текущего контроля ТК2:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.3. Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей.

### Раздел 2. Основное энергетическое оборудование применяемое на подстанциях

#### Тестовый контроль

**Задание № 1** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Высоковольтные выключатели способны отключать:

Варианты ответов:

- Только токи рабочих режимов и не выше
- Токи холостого хода трансформаторов и не выше
- Токи короткого замыкания и ниже
- Пусковые токи двигателей и не ниже

**Задание № 2** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Основной недостаток вакуумных выключателей

Варианты ответов:

- Большие габариты
- Очень тяжелые.
- Низкая надежность
- Инициация перенапряжений при коммутации

**Задание № 3** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Выключатели выпускаются:

Варианты ответов:

- Только для наружной установки
- Только для внутренней установки
- И для наружной и для внутренней установки
- Для установки не выше 1000 м над уровнем моря

**Задание № 4** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На напряжениях 330 – 750 кВ оперативные переключения выполняются:

Варианты ответов:

- Только разъединителями
- Только выключателями
- Совместно выключателями и разъединителями
- Трансформаторами

**Задание № 5** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На напряжениях 110 – 220 кВ оперативные переключения выполняются:

Варианты ответов:

- Только разъединителями
- Только выключателями
- Совместно выключателями и разъединителями
- Трансформаторами

**Задание № 6** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Предохранители обеспечивают:

Варианты ответов:

- Защиту от токов КЗ и перегрузки
- Защиту только от токов КЗ
- Защиту только от токов перегрузки
- Защиту от рабочих токов

**Задание № 7** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Предохранители устанавливаются в цепях линий и силовых трансформаторов в сетях на напряжении:

Варианты ответов:

- 6 – 10 кВ
- 35 кВ
- 110 кВ
- 220 кВ

**Задание № 8** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

По своим функциональным возможностям наиболее универсальным коммутационным аппаратом является:

Варианты ответов:

- Выключатель
- Разъединитель
- Выключатель нагрузки
- Предохранитель

**Задание № 9** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

При одинаковом номинальном рабочем токе наиболее дорогим коммутационным аппаратом является:

Варианты ответов:

- Выключатель
- Разъединитель
- Выключатель нагрузки
- Предохранитель

**Задание № 10** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Трансформаторы промышленных и городских подстанций на 10/0,4 кВ обеспечивают:

Варианты ответов:

- Регулирование напряжения под нагрузкой
- Регулирование напряжения без возбуждения
- Вообще не регулируют напряжение
- Регулирование одновременно со стороны ВН под нагрузкой, а со стороны НН – без возбуждения

**Задание № 11** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Трансформаторы промышленных и городских подстанций на 110/10 кВ обеспечивают:

Варианты ответов:

- Регулирование напряжения под нагрузкой
- Регулирование напряжения без возбуждения
- Вообще не регулируют напряжение
- Регулирование одновременно со стороны ВН под нагрузкой, а со стороны НН – без возбуждения

**Задание № 12** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Блочные трансформаторы электрических станций обеспечивают:

Варианты ответов:

- Регулирование напряжения под нагрузкой
- Регулирование напряжения без возбуждения
- Вообще не регулируют напряжение
- Регулирование одновременно со стороны ВН под нагрузкой, а со стороны НН – без возбуждения

**Задание № 13** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На стороне 0,4 кВ для защиты от токов КЗ применяют:

Варианты ответов:

- Рубильники
- Контактторы
- Магнитные пускатели
- Автоматы

**Задание № 14** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На стороне 10 кВ для защиты от токов КЗ применяют:

Варианты ответов:

- Выключатели
- Выключатели нагрузки
- Разъединители
- Дугогасящие катушки

**Задание № 15** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В сетях 10 кВ реакторы применяют:

Варианты ответов:

- Для снижения токов КЗ
- Для снижения рабочих токов
- Для снижения токов перегрузки
- Для регулирования напряжения

**Задание № 16** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Трансформаторы с расщепленной обмоткой применяют, так как они:

Варианты ответов:

- Более дешевые, чем двухобмоточные
- Снижают рабочие токи на стороне ВН
- Снижают рабочие токи на стороне НН
- Снижают рабочие токи одновременно на стороне ВН и НН

**Задание № 17** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Выключатели могут устанавливаться:

Варианты ответов:

- Без ограничения по высоте над уровнем моря
- Не выше 1000 метров над уровнем моря
- Выше 1000 метров над уровнем моря с уменьшением величины отключаемых токов
- Не выше 3000 метров над уровнем моря

**Задание № 18** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В КРУ-10 кВ не применяются выключатели:

Варианты ответов:

- Элегазовые
- Электромагнитные

Вакуумные

Воздушные

**Задание № 19** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В РУ-35 кВ не применяются выключатели:

Варианты ответов:

Элегазовые

Маломасляные

Вакуумные

Воздушные

**Задание № 20** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В РУ-500 кВ не применяются выключатели:

Варианты ответов:

Элегазовые

Маломасляные

Баковые масляные

Воздушные

### **Требования к оформлению лабораторных работ**

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;

2. Теоретическая часть;

3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики);

4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает

самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

### **Требования к оформлению курсового проекта**

По результатам 2 учебного модуля в курсовом проекте должен быть выполнен расчет и выбор основного электрооборудования на стороне высокого, напряжения.

### **Требования к оформлению практических работ**

Примеры задач:

**Задание № 1** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Каков будет коэффициент трансформации  $K_t$  –если трансформатор выбран трансформатор ТТП-15 (550/220 0.065А)?

Варианты ответов:

- 2
- 2,5
- 2,9
- 1,36

**Задание № 2** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Каков будет коэффициент трансформации  $K_t$  –если трансформатор выбран автотрансформатор АДЦТН- 125000-220/110/35?

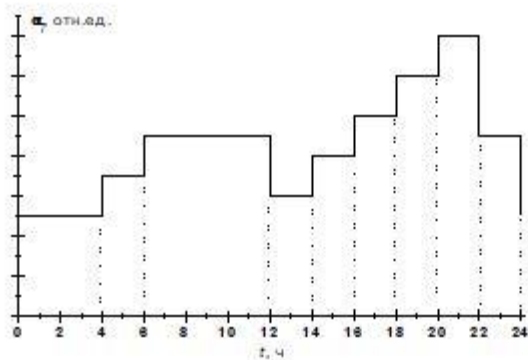
Варианты ответов:

- 2
- 2,5
- 1
- 1,5

**Задание № 3** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо выполнить расчет средней суточной нагрузки  $P_{\text{ср.сут.}}$  (МВт)

Значения нагрузки $\alpha_i = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	0,9



Суточный график нагрузки энергосистемы

Ответ округлить до десятых

Варианты ответов:

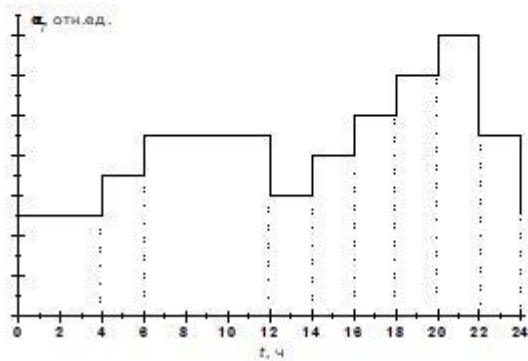
- 56
- 85,8
- 36,7
- 102,3

Задание № 4 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт)

Необходимо найти энергию, потребленную системой в течении данного периода  $W$ (МВт\*ч).

Значения нагрузки $\alpha_i = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	0,9



Суточный график нагрузки энергосистемы

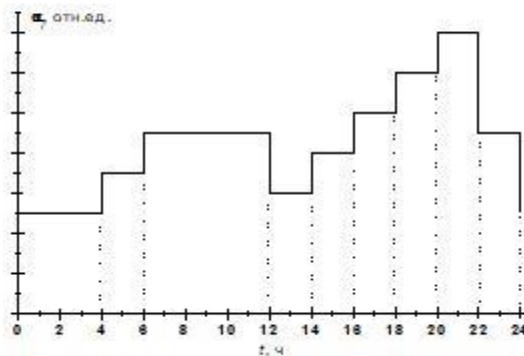
Варианты ответов:

- 2250
- 1560
- 2060
- 3040

Задание № 5 (с кратким ответом)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо выполнить расчет средней суточной нагрузки  $P_{ср.сут.}$  (МВт)

Значения нагрузки $\alpha_t = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,4	0,6	0,8	0,5	0,7	1,1	1,1	1,4	0,8



**Суточный график нагрузки энергосистемы**

Ответ округлить до десятых

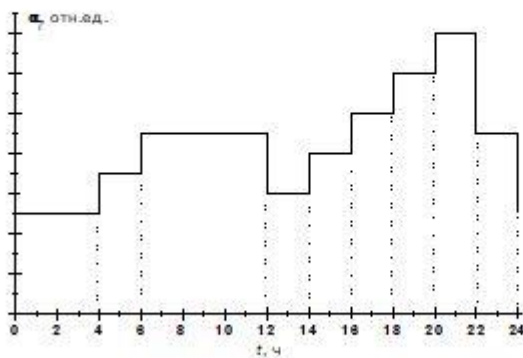
Варианты ответов:

✓ 78,3

Задание № 6 (с кратким ответом)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо выполнить расчет средней суточной нагрузки  $P_{ср.сут.}$  (МВт).

Значения нагрузки $\alpha_t = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,4	0,7	0,9	0,6	0,7	1,0	1,1	1,4	0,9



**Суточный график нагрузки энергосистемы**

Ответ округлить до десятых

Варианты ответов:

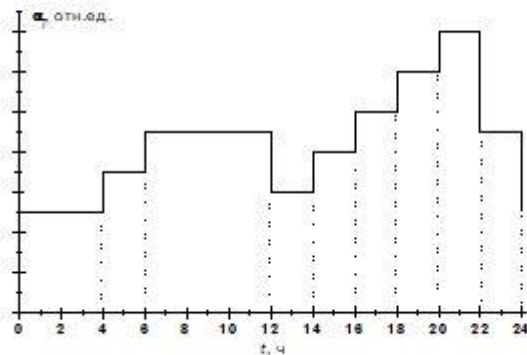
✓ 82,5

Задание № 7 (с кратким ответом)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо найти энергию, потребленную системой в течении данного периода

W(МВт\*ч).

Значения нагрузки $\alpha_t = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,3	0,5	0,8	0,5	0,9	1,1	1,3	1,4	0,8



Суточный график нагрузки энергосистемы

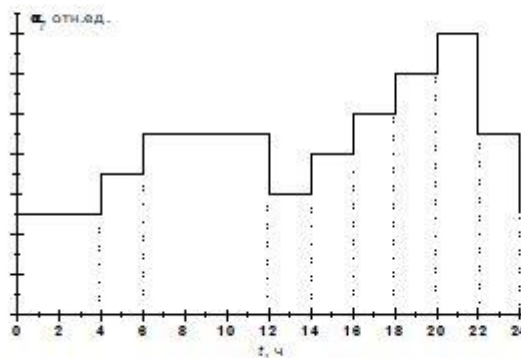
Варианты ответов:

✓ 1900

Задание № 8 (с кратким ответом)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо выполнить расчет средней суточной нагрузки  $P_{ср.сут.}$  (МВт).

Значения нагрузки $\alpha_t = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,5	0,7	0,9	0,4	0,8	1,2	1,2	1,4	0,7



Суточный график нагрузки энергосистемы

Ответ округлить до десятых

Варианты ответов:

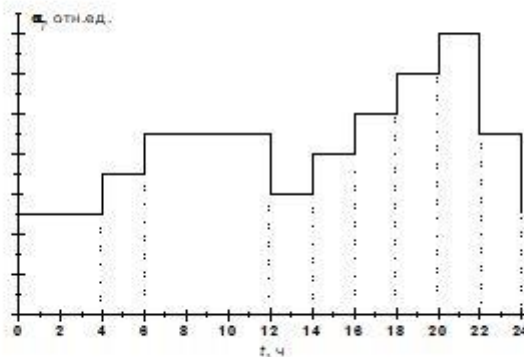
✓ 84,2

Задание № 9 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо ), найти энергию, потребленную системой в течении данного периода

W(МВт\*ч).

Значения нагрузки $\alpha_i = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,5	0,7	0,9	0,4	0,8	1,2	1,2	1,4	0,7



Суточный график нагрузки энергосистемы

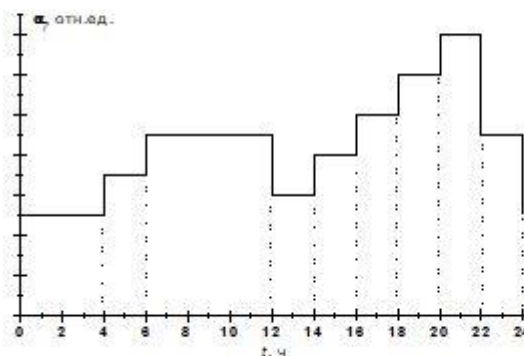
Варианты ответов:

- ✓ 2020
- ✗ 2960
- ✗ 1860
- ✗ 2300

Задание № 10 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо выполнить расчет средней суточной нагрузки  $P_{ср.сут.}$  (МВт).

Значения нагрузки $\alpha_i = P/P_0$								
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,4	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	1,1	1,4	0,6



Суточный график нагрузки энергосистемы

Ответ округлить до десятых

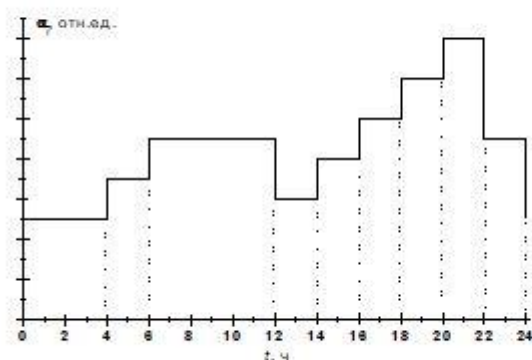
Варианты ответов:

- ✓ 76,7
- ✗ 82,5
- ✗ 93
- ✗ 72,3

**Задание № 11** (с кратким ответом)

На рисунке изображен суточный график нагрузки энергосистемы. ( $P_0=100$  МВт) необходимо найти энергию, потребленную системой в течении данного периода  $W$ (МВт\*ч).

$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$
0,4	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	1,1	1,4	0,6



**Суточный график нагрузки энергосистемы**

Варианты ответов:

✓ 1840

**Для текущего контроля ТКЗ:**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.4. Определяет параметры оборудования объектов электроэнергетических систем и сетей.

### **Раздел 3. Режимы работы электроустановок на подстанциях в сетях среднего напряжения**

#### **Тестовый контроль**

**Задание № 1** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В РУ-220 кВ не применяются выключатели:

Варианты ответов:

- ✓ Электромагнитные
- ✗ Воздушные
- ✗ Баковые масляные
- ✗ Элегазовые

**Задание № 2** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Трансформаторы герметизированные устанавливаются на напряжении:

Варианты ответов:

- ✓ 6 – 10 кВ
- ✗ 35 кВ и ниже
- ✗ 110 кВ и ниже
- ✗ 220 кВ и ниже

**Задание № 3 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Азотная «подушка» выполняется в силовых трансформаторах:

Варианты ответов:

- Сухих
- Баковых масляных
- Во всех
- В герметизированных

**Задание № 4 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Азотная «подушка» в соответствующих трансформаторах необходима:

Варианты ответов:

- Для лучшей изоляции
- Для предотвращения окисления масла
- Для лучшего охлаждения
- Для снижения давления на бак и предотвращения окисления масла

**Задание № 5 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Баковые масляные трансформаторы можно устанавливать:

Варианты ответов:

- Не выше 1-го этажа
- Не выше 2-го этажа
- Не выше 3-го этажа
- На любом этаже

**Задание № 6 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Сухие трансформаторы можно устанавливать:

Варианты ответов:

- Не выше 1-го этажа
- Не выше 2-го этажа
- Не выше 3-го этажа
- На любом этаже

**Задание № 7 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Герметизированные трансформаторы можно устанавливать:

Варианты ответов:

- Не выше 1-го этажа
- Не выше 2-го этажа
- Не выше 3-го этажа
- На любом этаже

**Задание № 8 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

На КТП 6-10 кВ промпредприятий не выполняется следующее подключение трансформаторов к питающей линии:

Варианты ответов:

- Глухое
- Через предохранитель и выключатель нагрузки
- Через выключатель
- Через выключатель нагрузки

**Задание № 9 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

На КТП 110 кВ в отечественных сетях не выполняется следующее подключение трансформаторов к питающей линии:

Варианты ответов:

- Через разъединитель

- ✘ Через разъединитель и предохранитель
- ✘ Через выключатель с разъединителями
- ✓ Через выключатель нагрузки и предохранитель

**Задание № 10** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В современной практике используют для подключения подстанций 35 кВ к питающим линиям:

Варианты ответов:

- ✘ Отделители и короткозамыкатели
- ✘ Предохранители
- ✘ Выключатели нагрузки
- ✓ Выключатели

**Задание № 12** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В современной практике используют для подключения подстанций 110–220 кВ к питающим линиям:

Варианты ответов:

- ✘ Отделители и короткозамыкатели
- ✘ Предохранители
- ✘ Выключатели нагрузки
- ✓ Выключатели

**Задание № 13** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема на выключателях с «мостиком» с выключателем устанавливается на подстанциях:

Варианты ответов:

- ✘ 6-10 кВ
- ✓ 35-220 кВ.
- ✘ 330 кВ
- ✘ 500-750 кВ

**Задание № 14** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с «мостиком» перемычкой на разъединителях может использоваться на подстанциях 110 кВ:

Варианты ответов:

- ✓ Тупиковых и отпаечных
- ✘ Проходных
- ✘ Узловых
- ✘ На всех

**Задание № 15** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с «мостиком» перемычкой на разъединителях может использоваться на подстанциях 35 кВ:

Варианты ответов:

- ✓ Тупиковых и отпаечных
- ✘ Проходных
- ✘ Узловых
- ✘ На всех

**Задание № 16** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с «мостиком» перемычкой на разъединителях может использоваться на подстанциях 220 кВ:

Варианты ответов:

- ✓ Тупиковых и отпаечных

- ✗ Проходных
- ✗ Узловых
- ✗ На всех

**Задание № 17** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с «мостиком» на выключателях может использоваться на подстанциях 35 кВ:

Варианты ответов:

- ✗ Тупиковых и отпаечных
- ✓ Проходных
- ✗ Узловых
- ✗ На всех

**Задание № 18** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с «мостиком» на выключателях может использоваться на подстанциях 110 кВ:

Варианты ответов:

- ✗ Тупиковых и отпаечных
- ✓ Проходных
- ✗ Узловых
- ✗ На всех

**Задание № 19** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с «мостиком» на выключателях может использоваться на подстанциях 220 кВ:

Варианты ответов:

- ✗ Тупиковых и отпаечных
- ✓ Проходных
- ✗ Узловых
- ✗ На всех

**Задание № 20** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Схема с одной секционированной системой сборных шин может использоваться на подстанциях на напряжении:

Варианты ответов:

- ✓ 35 кВ
- ✗ 110 кВ
- ✗ 220 кВ
- ✗ 330-750 кВ

### **Требования к оформлению лабораторных работ**

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;

2. Теоретическая часть;
3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики);
4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

### **Требования к оформлению курсового проекта**

По результатам 3 учебного модуля в курсовом проекте должен быть выполнен расчет и выбор основного электрооборудования на стороне среднего, напряжения.

### **Требования к оформлению практических работ**

Примеры задач:

**Задание № 1** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Если в качестве базисной мощности принимаем  $S_6=1000$  МВА; базисное напряжение – среднее значения напряжения ступени:  $U_{61} = 230$  кВ; то где базисный ток  $I_{61}$  будет равен:

Варианты ответов:

- 4.77 кА
- 2.51кА

54.99 кА

17,8 кА

**Задание № 2** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Если в качестве базисной мощности принимаем  $S_6=1000$  МВА; базисное напряжение – среднее значения напряжения ступени:  $U_{61} = 121$  кВ; то где базисный ток  $I_{61}$  будет равен:

Варианты ответов:

4.77 кА

2.51 кА

54.99 кА

17,8 кА

**Задание № 3** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Электростанция состоит из 12 блоков мощностью по 200 МВт (12x200) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить величину холодного ( $P_{\text{холодрез}}$ , МВт).

Варианты ответов:

400

600

250

500

**Задание № 4** (с кратким ответом)

Электростанция состоит из 8 блоков мощностью по 200 МВт (8x200) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить величину холодного ( $P_{\text{холодрез}}$ , МВт).

Варианты ответов:

400

**Задание № 5** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Электростанция состоит из 10 блоков мощностью по 300 МВт (10x300) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить величину холодного ( $P_{\text{холодрез}}$ , МВт).

Варианты ответов:

300

900

850

600

**Задание № 6** (с кратким ответом)

Электростанция состоит из 8 блоков мощностью по 300 МВт (8x300) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить величину холодного ( $P_{\text{холодрез}}$ , МВт)

Варианты ответов:

600

**Задание № 7 (с кратким ответом)**

Электростанция состоит из 10 блоков мощностью по 500 МВт (10x500) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить величину холодного ( $P_{\text{холодрез}}$ , МВт)

Варианты ответов:

- 1000

**Для текущего контроля ТК4:**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.6. Способен анализировать и публиковать результаты своей профессиональной деятельности.

**Раздел 4. Эксплуатация высоковольтного силового оборудования.  
Защита от внешних коммутационных перенапряжений****Тестовый контроль****Задание № 1 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Схема с одной секционированной и обходной системами сборных шин может использоваться на подстанциях на напряжении:

Варианты ответов:

- 35 кВ  
 110 - 220 кВ  
 330 кВ  
 500 -750 кВ

**Задание № 2 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Схема с двумя системами сборных шин и обходной системой шин может использоваться на подстанциях на напряжении:

Варианты ответов:

- 35 кВ  
 110 - 220 кВ  
 330 кВ  
 500 -750 кВ

**Задание № 3 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Схема на выключателях «четырёхугольник» используется на подстанциях на напряжении:

Варианты ответов:

- 6-10 кВ  
 35 кВ  
 110 кВ  
 220 кВ

**Задание № 4 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Схема на выключателях «3/2» используется на подстанциях на напряжении:

Варианты ответов:

- 35 кВ

- 110 кВ
- 220 кВ
- 330-750 кВ

**Задание № 5** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Обходная система сборных шин применяется на подстанциях на напряжении:

Варианты ответов:

- 35 кВ
- 110-220 кВ
- 330 кВ
- 500-750 кВ

**Задание № 6** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На проходной двухтрансформаторной подстанции 110-220 кВ следует

использовать схему:

Варианты ответов:

- Блочную на выключателях
- С двумя системами сборных шин и одной обходной
- Блочную на выключателях, дополненную «мостиком» с выключателем
- Блочную на выключателях, дополненную «мостиком» с разъединителями

**Задание № 7** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На узловой подстанции 110 кВ следует использовать схему:

Варианты ответов:

- Блочную на выключателях
- С двумя системами сборных шин и одной обходной
- Блочную на выключателях, дополненную «мостиком» с выключателем
- Блочную на выключателях, дополненную «мостиком» с разъединителями

**Задание № 8** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На подстанции 500 кВ с 4 присоединенными линиями следует использовать схему:

Варианты ответов:

- «Полугорную»
- С двумя системами сборных шин и одной обходной
- «Четырехугольник»
- Блочную

**Задание № 9** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В отечественных электрических сетях на одну опору не подвешиваются

две цепи ВЛ на напряжении:

Варианты ответов:

- 35 кВ
- 110 кВ
- 220 кВ
- 500 кВ

**Задание № 10** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На воздушных линиях 35 кВ используются провода:

Варианты ответов:

- Алюминиевые
- Медные
- Сталеалюминиевые
- Стальные

**Задание № 11** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На воздушных линиях 110 кВ используются провода:

Варианты ответов:

- Аллюминиевые
- Медные
- Сталеаллюминиевые
- Стальные

**Задание № 12** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На воздушных линиях 220 кВ используются провода:

Варианты ответов:

- Аллюминиевые
- Медные
- Сталеаллюминиевые
- Стальные

**Задание № 13** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На воздушных линиях 500 кВ используются провода:

Варианты ответов:

- Аллюминиевые
- Медные
- Сталеаллюминиевые
- Стальные

**Задание № 14** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На воздушных линиях 35 кВ используются провода:

Варианты ответов:

- Аллюминиевые
- Медные
- Сталеаллюминиевые
- Стальные

**Задание № 15** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На воздушных линиях тросы выполняются:

Варианты ответов:

- Аллюминиевые
- Медные
- Сталеаллюминиевые
- Стальные

**Задание № 16** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

Расщепленные провода выполняются на воздушных линиях:

Варианты ответов:

- 35 кВ
- 110 кВ
- 220 кВ
- 500 кВ

**Задание № 17** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В одном помещении можно установить КТП не более:

Варианты ответов:

- Одной
- Трех
- Пяти

Без ограничений

**Задание № 18** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

В одном помещении можно установить масляных трансформаторов не более:

Варианты ответов:

Одного

Двух

Трех

Четырех

**Задание № 19** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

КТП выпускаются на напряжения не выше:

Варианты ответов:

10 кВ

35 кВ

110 кВ

220 кВ

**Задание № 20** (с выбором одного правильного ответа из предложенных)

На КТП может быть сочетание напряжений:

Варианты ответов:

35/0,4 кВ

110/10/0,4 кВ

110/35/10 кВ

220/ 10/0,4 кВ

### Требования к оформлению лабораторных работ

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики);
4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы. Рисунки,

графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

### **Требования к оформлению курсового проекта**

По результатам 3 учебного модуля в курсовом проекте должен быть выполнен расчет и выбор основного электрооборудования на стороне среднего, напряжения.

### **Требования к оформлению практических работ**

Примеры задач:

#### **Задание № 1 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Чему равно экономическое сечение провода  $S_{эк}$ , если напряжение ЛЭП= 220 кВ;  $T_m=4200$  ч ;  $S_{пер}=139$  МВА.

Варианты ответов:

- ✓ 332
- ✗ 334
- ✗ 509
- ✗ 122

#### **Задание № 2 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Электростанция состоит из 10 блоков мощностью по 500 МВт (10x500) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент установленной мощности ( $k_{уст}$ ).

Варианты ответов:

- ✗ 1,89
- ✗ 1,46
- ✓ 1,79
- ✗ 1,5

**Задание № 3 (с кратким ответом)**

Электростанция состоит из 12 блоков мощностью по 500 МВт (12x500) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент использования установленной мощности ( $k_{и}$ ).

Ответ округлить до тысячных

Варианты ответов:

- ✓ 0,583

**Задание № 4 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Электростанция состоит из 12 блоков мощностью по 500 МВт (12x500) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент установленной мощности ( $k_{уст}$ ).

Варианты ответов:

- ✗ 1,83
- ✓ 1,67
- ✗ 1,5
- ✗ 1,13

**Задание № 5 (с кратким ответом)**

Электростанция состоит из 8 блоков мощностью по 300 МВт (8x300) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент использования установленной мощности ( $k_{и}$ ).

Ответ округлить до тысячных

Варианты ответов:

- ✓ 0,475

**Задание № 6 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Электростанция состоит из 10 блоков мощностью по 300 МВт (10x300) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент установленной мощности ( $k_{уст}$ ).

Варианты ответов:

- ✓ 1,79
- ✗ 1,83
- ✗ 1,56
- ✗ 1,4

**Задание № 7 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Электростанция состоит из 12 блоков мощностью по 300 МВт (12x300) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить

**коэффициент использования установленной мощности ( $k_{и}$ ).**

Варианты ответов:

- 0,73
- 0,62
- 0,583
- 0,675

**Задание № 8 (с кратким ответом)**

Электростанция состоит из 10 блоков мощностью по 200 МВт (10x200) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент использования установленной мощности ( $k_{и}$ ).

*Ответ округлить до сотых*

Варианты ответов:

- 0,54

**Задание № 9 (с выбором одного правильного ответа из предложенных)**

Электростанция состоит из 12 блоков мощностью по 200 МВт (12x200) работающих с нагрузкой 80%, генератор одного блока находится в капитальном ремонте, а два блока остановлены; летом на генераторах двух блоков поочередно проводятся регламентные профилактические ремонтные работы в течение 1,5 месяца на каждом. Определить коэффициент установленной мощности ( $k_{уст}$ ).

Варианты ответов:

- 2,4
- 1,67
- 1,5
- 1,83