

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетика и электротехника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электрические станции и подстанции**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гусев О.Ю.
	Идентификатор	Ra9cc2490-GusevOY-4e595360

(подпись)

О.Ю. Гусев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тулский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

В.Н.  
Тулский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тулский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

В.Н.  
Тулский

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

ИД-6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

2. ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание основных способов производства, передачи и распределения электроэнергии

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)

2. Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий" (Контрольная работа)

3. Контрольная работа № 3 "Выбор токоограничивающих реакторов" (Контрольная работа)

4. Контрольная работа № 4 "Выбор шинных конструкций" (Контрольная работа)

5. Контрольная работа № 5 "Конструкция ОРУ" (Контрольная работа)

6. Контрольная работа № 6 "Выбор мощности асинхронного двигателя" (Контрольная работа)

7. Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа)

2. Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-9

	Срок КМ:	4	8	12	16	16
Раздел 1						
Общие сведения об объектах электроэнергетики			+			
Раздел 2						
Силовые трансформаторы и автотрансформаторы		+			+	
Раздел 3						
Коммутационные электрические аппараты					+	
Раздел 4						
Измерительные трансформаторы и устройства					+	
Раздел 5						
Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций		+	+	+		
Раздел 6						
Схемы распределительных устройств электроустановок			+	+		
Раздел 7						
Синхронные генераторы и компенсаторы					+	
Раздел 8						
Типы электростанций, особенности их технологического процесса				+		
Раздел 9						
Структурные схемы электрических станций				+		
Раздел 10						
Собственные нужды электростанций				+		+
	Вес КМ:	20	30	20	20	10

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	6	8	12	16	16
Раздел 11						
Выбор структурной схемы электроустановки и их распределительных устройств				+	+	

Раздел 12					
Основные требования к электрооборудованию. Расчетные условия выбора и проверки электрооборудования	+				+
Раздел 13					
Методы и средства ограничения токов короткого замыкания	+	+			
Раздел 14					
Главные схемы электрических соединений			+	+	
Раздел 15					
Электродинамическая стойкость проводников	+				
Раздел 16					
Конструкции распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций					+
Раздел 17					
Системы собственных нужд электроустановок			+	+	
Вес КМ:	20	20	20	20	20

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

### БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	5	8	12
Выбор структурной схемы электроустановки		+			
Выбор схем распределительных устройств			+		
Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования				+	
Оформление КП и чертеж главной схемы электрических соединений					+
Вес КМ:		25	25	25	25

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-4	ИД-6 <sub>ОПК-4</sub> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций Уметь: составлять главную схему электрических соединений подстанции составлять главную схему электрических соединений электростанции	Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа) Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа)
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных способов производства, передачи и распределения электроэнергии	Знать: методы и средства ограничения токов короткого замыкания основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов состав электрооборудования собственных нужд электроустановок и систем	Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа) Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа) Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа) Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа) Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий" (Контрольная работа) Контрольная работа № 3 "Выбор токоограничивающих реакторов" (Контрольная работа)

		<p>оперативного постоянного тока назначение и основные характеристики силового электрооборудования методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности  типовые структурные схемы электростанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд  типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд методику технико-экономического сопоставления вариантов структурных схем электроустановок и их схем распределительных устройств методики выбора и проверки проводников и коммутационных аппаратов</p>	<p>Контрольная работа № 4 "Выбор шинных конструкций" (Контрольная работа) Контрольная работа № 5 "Конструкция ОРУ" (Контрольная работа) Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование) Контрольная работа № 6 "Выбор мощности асинхронного двигателя" (Контрольная работа)</p>
--	--	---	--

		<p>Уметь: составлять варианты структурных схем подстанций с учетом технических ограничений и задания применять методы и средства ограничения токов короткого замыкания производить выбор и проверку проводников и аппаратов выбирать мощность трансформаторов и двигателей собственных нужд составлять варианты структурных схем электростанций с учетом технических ограничений и задания рассчитывать технико- экономические показатели вариантов электроустановки и выбирать оптимальный вариант</p>	
--	--	---	--



## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### 5 семестр

#### КМ-1. Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается вариант задачи. Решение задачи выполняется письменно в течение 45 мин. По завершении студент сдает письменную работу на проверку.

#### Краткое содержание задания:

Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей подстанции с тремя уровнями напряжения Увн, Усн и Унн. Построить график наиболее нагруженной обмотки, по графику осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать типоразмер выбранного трансформатора.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	1. Чем упрощенная методика выбора количества и типоразмера отличается от уточненной методики? Что такое типоразмер? Трансформатор с расщепленной на двое обмоткой НН является двух- или трехобмоточным? Что определяет нагрузочную способность трансформатора? При каких условиях необходимо применять автотрансформатор?
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно решившему контрольную задачу, который показал правильный ход решения задачи и терминологически верно описал ход решения и сделал выводы.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно решившему контрольную задачу и в основном показал правильный ход решения задачи и терминологически верно описал ход решения и сделал выводы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, который при решении контрольной задачи допустил существенные и даже грубые ошибки, но либо намечил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

## **КМ-2. Расчетно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 30**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Преподаватель проверяет выполнение расчетно-графического задания и выставляет оценку по пятибалльной шкале.

### **Краткое содержание задания:**

Для заданных графиков нагрузки обмоток трансформатора подстанции, приведенных на рис. 1, выбрать:

- число и мощность трансформаторов по упрощенной методике;
- схему питания собственных нужд;
- схему РУ всех напряжений (с учетом схемы подключения подстанции к энергосистеме, приведенной на рис. 2).

Вычертить на листе формата А4 главную схему электрических присоединений проектируемой подстанции и указать на ней необходимые контрольно-измерительные приборы.

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	1.Какие измерительные приборы устанавливаются на системах сборных шин?
Знать: типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	1.Какие требования предъявляются к схемам РУ ПС? Для чего нужна обходная система сборных шин? 2.Для чего нужны разъединители? Для чего нужны выключатели? 3.Особенности силовых трансформаторов ПС
Уметь: составлять главную схему электрических соединений подстанции	1.Выведите в ремонт выключатель в РУ на напряжении свыше 110 кВ? 2.Выведите в ремонт секционный трансформатор тока в РУ 10 кВ? Выведите в ремонт выключатель присоединения 10 кВ?
Уметь: составлять варианты структурных схем подстанций с учетом технических ограничений и задания	1.Начиная с какого напряжения не стоит применять РУ по схеме две системы сборных шин? Начертите схему ячейки с выключателем, совмещающей функции обходного и шинно соединительного выключателя?

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему РГЗ, который показал правильный ход решения задачи и терминологически

верно описал ход решения и сделал выводы, допустил незначительные ошибки в разработке схемы электрических соединений.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему РГЗ и в основном показал правильный ход решения задачи и терминологически верно описал ход решения и сделал выводы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки в расчетах и схеме электрических соединений.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, который при выполнении РГЗ допустил существенные и даже грубые ошибки, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины, ответил на все дополнительные вопросы.

### **КМ-3. Расчетно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Преподаватель проверяет выполнение расчетно-графического задания и выставляет оценку по пятибальной шкале.

#### **Краткое содержание задания:**

Для заданных типа и мощности электростанции, ограничений и напряжений распределительных устройств, обосновать:

- тип электрического блока;
- распределение блоков между РУ;
- связь между РУ;
- систему электроснабжения собственных нужд;

Вычертить на листе формата А4 структурную схему электростанции с системой электроснабжения собственных нужд и с указанием мест подключения электрической нагрузки собственных нужд.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методику технико-экономического сопоставления вариантов структурных схем электроустановок и их схем распределительных устройств	1. Каков критерий принятия решения о количестве (авто)трансформаторов связи? 2. Каков критерий принятия решения о мощности (авто)трансформаторов связи?
Знать: основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	1. Что такое укрупненный блок? Что такое объединенный блок?
Знать: типовые структурные схемы электростанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	1. Каков критерий принятия решения по типу электрического блока?

<p>Уметь: составлять главную схему электрических соединений электростанции</p>	<p>1. При перетоке мощности из РУ СН в РУ ВН в размере 150 МВт и мощности генераторов 500 МВт, какое количество (авто)трансформаторов необходимо установить?          Куда подключить резервный трансформатор собственных нужд при РУ ВН 220 кВ, а РУ СН 110 кВ?          Каков критерий принятия решения о виде укрупненного блока при мощности генераторов 50 МВт и их количестве равным 3м?</p>
<p>Уметь: составлять варианты структурных схем электростанций с учетом технических ограничений и задания</p>	<p>1. При допустимом сбросе мощности 120 МВт и мощности генераторов 63 МВт при их количестве, равным 2м, какой тип блока применять?          При перетоке мощности из РУ ВН в РУ СН в размере 150 МВт, какое количество (авто)трансформаторов связи необходимо установить?</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему РГЗ, который показал правильный ход решения задачи и терминологически верно описал ход решения и сделал выводы, допустил незначительные ошибки в разработке схемы электрических соединений.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему РГЗ и в основном показал правильный ход решения задачи и терминологически верно описал ход решения и сделал выводы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки в расчетах и схеме электрических соединений.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, который при выполнении РГЗ допустил существенные и даже грубые ошибки, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины, ответил на все дополнительные вопросы.

**КМ-4. Защита лабораторных работ №№ 1-8**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После допуска к лабораторной работе, выполнения задания по лабораторной работе, производится защита работы, путем проведения устного опроса.

**Краткое содержание задания:**

Изучить конструкцию и принцип действия выключателей свыше 1000 В.

Изучить конструкцию и принцип действия разъединителей свыше 1000 В.

Изучить конструкцию и принцип действия предохранителей до и свыше 1000 В.

Изучить конструкцию и принцип действия коммутационной аппаратуры до 1000 В.

Изучить конструкцию и принцип действия измерительных трансформаторов тока.  
 Изучить конструкцию и принцип действия измерительных трансформаторов напряжения.  
 Изучить конструкцию и принцип действия шинных конструкций.  
 Изучить конструкцию и принцип действия открытого распределительного устройства 220 кВ.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1. Для чего предназначены выключатели? Для чего предназначены разъединители? Для чего предназначены предохранители? Для чего предназначены автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели? Для чего предназначены измерительные трансформаторы тока? Для чего предназначены измерительные трансформаторы напряжения? Для чего предназначены шинные конструкции? Для чего предназначены открытые распределительные устройства?
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему допуск к лабораторной работе и ответившему правильно на все устные вопросы на защите, который правильно применяет терминологию и объясняет принцип действия устройства.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, правильно выполнившему допуск к лабораторной работе и в основном правильно ответившему на все устные вопросы на защите, который правильно применяет терминологию и объясняет в основном принцип действия устройства.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выставляется студенту, который при допуске к лабораторной работе допустил существенные и даже грубые ошибки, но либо наметил правильные ответы, ориентируется в терминологии и ответил на все дополнительные вопросы.

**КМ-9. Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест выполняется в течении 10 минут

**Краткое содержание задания:**

Электрооборудование собственных нужд

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: состав электрооборудования собственных нужд электроустановок и систем оперативного постоянного тока	1.1. Система собственных нужд на КЭС имеет число трансформаторов собственных нужд, соответствующее: а. Два трансформатора + резервный б. Два трансформатора + два резервных в. По числу блоков + 1,2 или 3 резервных г. По числу блоков + 2 резервных
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: все ответы даны верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: все кроме одного ответа даны верно

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: все кроме двух ответов даны верно

7 семестр

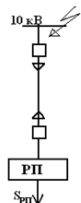
**КМ-5. Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий"**

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 40 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные на основе справочника: Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.

**Краткое содержание задания:**

Расчетная схема представлена на рисунке.  
 $S_{\text{оп}} = 3 \text{ МВА}$ ,  $T_{\text{max}} = 5000 \text{ ч}$ ; время перегрузки  $t_{\text{п}} = 6 \text{ ч}$ ;  
 температура почвы  $\theta_{\text{с}} = 15^\circ\text{C}$ .  
 $I_{\text{п0}}^{(3)} = 23 \text{ кА}$ ;  $T_{\text{а}} = 0,07 \text{ с}$ ;  $t_{\text{рс}} = 0,6 \text{ с}$ ;  $t_{\text{цв}} = 0,055 \text{ с}$ .

Выбрать сечение кабельной линии по продолжительному режиму и проверить на термическую стойкость, определив  $S_{\text{тер min}}$ .  
 Сделать вывод о необходимости ограничения токов короткого замыкания.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методики выбора и проверки проводников и коммутационных аппаратов	1. Поясните методику выбора сечения КЛ
Уметь: производить выбор и проверку проводников и аппаратов	1. Определите ток термической стойкости для выбранного сечения

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в целом верно: либо не доделано не более 20 % задачи, либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

### КМ-6. Контрольная работа № 3 "Выбор токоограничивающих реакторов"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 40 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные на основе справочника: Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.

**Краткое содержание задания:**

От шин ПС напряжением 10 кВ отходит КЛ заданного сечения. Ток КЗ на шинах 20 кА, ударный коэффициент 1,9, время действия РЗ 0,8 с. Выбрать токоограничивающий реактор КЛ отходящей от шин ПС.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы и средства ограничения токов короткого замыкания	1.Поясните методику выбора токоограничивающего реактора
Уметь: применять методы и средства ограничения токов короткого замыкания	1.Сделайте проверку токоограничивающего реактора на термическую стойкость

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в целом верно: либо не доделано не более 20 % задачи, либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

#### КМ-7. Контрольная работа № 4 "Выбор шинных конструкций"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 40 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные на основе справочника: Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.

#### Краткое содержание задания:

Определить, отвечает ли жесткая трубчатая шина шины условиям прогиба от собственного веса, а также от собственного веса и веса гололеда. Диаметр шины 90 мм толщина стенки 5 мм. Длина пролета 9 м (ОРУ 110 кВ). Принять модуль упругости шины  $E = 7 \cdot 10^{10}$  Па. Плотность (удельная масса) алюминиевого сплава 2770 кг/м<sup>3</sup>. Опираение шин шарнирное. Район по гололеду III.

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели вариантов электроустановки и выбирать оптимальный вариант	1.Проверьте электродинамическую стойкость шины
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в целом верно: либо не доделано не более 20 % задачи, либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

#### КМ-8. Контрольная работа № 5 "Конструкция ОРУ"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20



**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные на основе справочника: Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.

**Краткое содержание задания:**

На основе разреза ячейки ВЛ (с выходом в сторону обходной системы шин) ОРУ с жесткой ошиновкой 110 кВ, выполненного по схеме две рабочие и обходная система шин, начертить следующие эскизы.

- 1) Схема заполнения ячейки обходного выключателя ОРУ 110 кВ, выполненного по схеме электрических соединений одна рабочая секционированная система сборных шин и обходная система шин. Обходной выключатель подключен ко второй секции.
- 2) Разрез ячейки, указанной в п.1 ОРУ 110 кВ с жесткой ошиновкой сборных шин

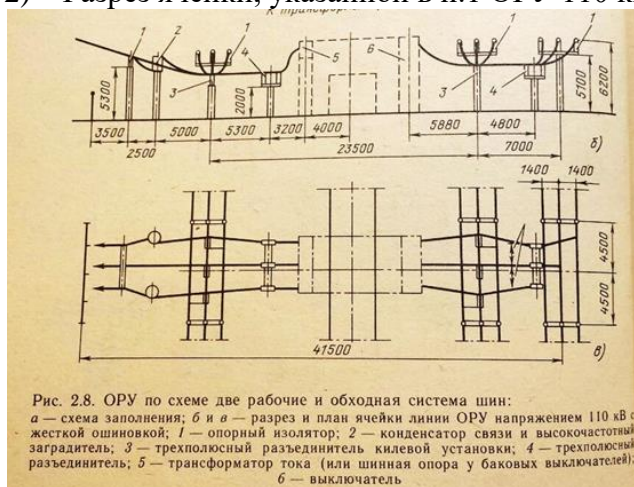


Рис. 2.8. ОРУ по схеме две рабочие и обходная система шин:  
 а — схема заполнения; б и в — разрез и план ячейки линии ОРУ напряжением 110 кВ с жесткой ошиновкой; 1 — опорный изолятор; 2 — конденсатор связи и высокочастотный заградитель; 3 — трехполюсный разъединитель килевой установки; 4 — трехполюсный разъединитель; 5 — трансформатор тока (или шинная опора у баковых выключателей); 6 — выключатель

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели вариантов электроустановки и выбирать оптимальный вариант</p>	<p>1. Составьте схему заполнения ячейки ШСВ ОРУ 110 кВ</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задача решена в целом верно: либо не доделано не более 20 % задачи, либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

## КМ-9. Контрольная работа № 6 "Выбор мощности асинхронного двигателя"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 40 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные на основе справочника: Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.

**Краткое содержание задания:**

Выберите мощность АД

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выбирать мощность трансформаторов и двигателей собственных нужд	1. Рассчитайте пусковой ток АД
--	--------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задача решена в целом верно: либо не доделано не более 20 % задачи, либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

**Для курсового проекта/работы**

**7 семестр**

### ***I. Описание КП/КР***

Необходимо выполнить проект электрической части электростанции (заданного типа) или подстанции. Примерный состав разделов КП: 1) Выбор структурной схемы электроустановки 2) Выбор схем распределительных устройств 3) Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования 4) Оформление КП и чертеж главной схемы электрических соединений

### ***II. Примеры задания и темы работы***

Пример задания



Студент: \_\_\_\_\_ Группа: \_\_\_\_\_

1. Исходные данные проектируемой электростанции (подстанции) и энергосистемы

1.1. Электростанция (подстанция): ТЭЦ ПЭС 250/35/20

1.2. Параметры или структурные показатели СКЭ

Параметры генераторов						Параметры СКЭ					
Тип	Кол-во шт.	U <sub>ном</sub> , кВ	S <sub>ном</sub> , МВА	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	Тип	U <sub>ном</sub> , кВ	S <sub>ном</sub> , МВА	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	Кол-во шт.
	72					ТЭ					74

1.3. Параметры вспомогательной части и собственные нужды

Котлы		Реакторы	
Кол-во, шт.	Тип	Тип	Мощность, МВт и число реакторов на реактор
	ТЭ		ТЭ

Собственные нужды				
U <sub>ном</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	cos φ
250			380/220	0,85
72	74		74	

1.4. Параметры воздушной сети высшего напряжения (ВН)

U <sub>ном</sub> , кВ	Параметры системы						Длина воздушных линий, км			
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>
U <sub>ном</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ
220	2000	1,0	160	1000	1,2	150	100	80	130	
710			711							712

1.5. Параметры воздушной сети среднего напряжения (СН)

U <sub>ном</sub> , кВ	Потребление, % по категориям						Длина воздушных линий, км			
	1	2	3	4	5	6	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>
35	40	0,85	40	40	20	20	15			
713			714							715

1.6. Параметры кабельной сети низкого напряжения (НН)

U <sub>ном</sub> , кВ	U <sub>кв</sub> , кВ	cos φ	Потребление, % по категориям			Параметры распределительных устройств (РУ)			Суммарная протяженность кабельной сети, км
			1	2	3	Тип РУ	U <sub>ном</sub> , кВ	Кол-во шт.	
20	20	0,85	20	30	50	Б	4,5	4	90
716						В	4,5	4	

<sup>1</sup> Здесь и далее указаны метки (Т1 – Т15), соответствующие рисункам, таблицам и графическим данным в [2]

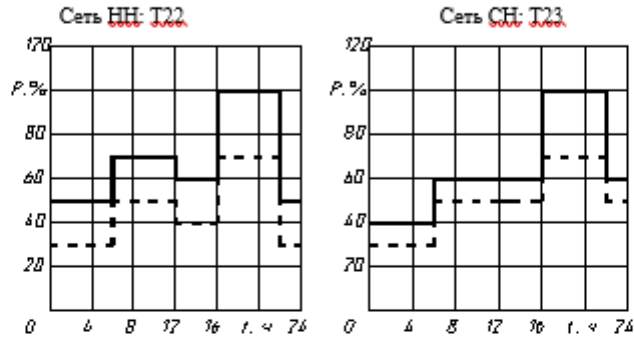
Наименьшая длина кабеля отходящего от шин РУ НН до РУ I, км	Время действия релейной защиты на шинах $t_{здв.с}$		Минимальное сечение кабеля отходящего от РУ $S_{каб.}$ , мм <sup>2</sup>	Тип выключателя, установленного на РУ
	ЭС (ПС)	РУ		
1,8	1,0	0,4	70	ВВЭ-10

T18

1.7. Суточные графики нагрузки

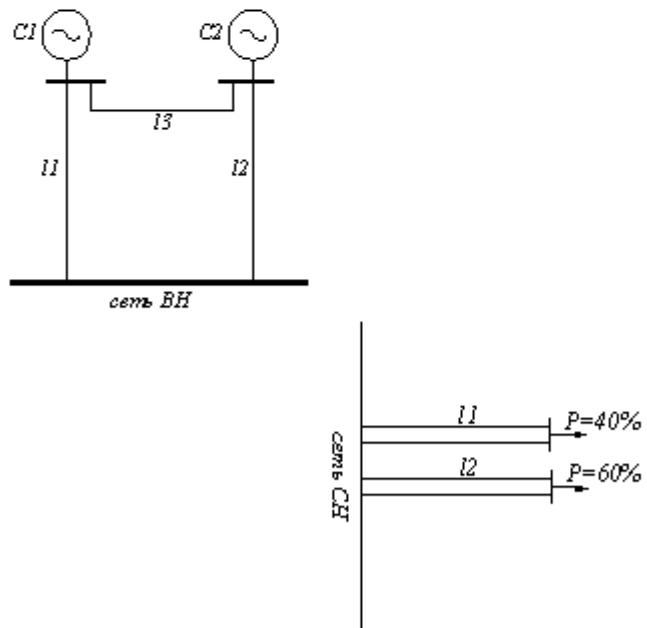
Число дней в году		
зимних	летних	паводка
210	155	

T19



Графики нагрузки генераторов (синхронных компенсаторов для ПС, с СК). T20

1.8. Принципиальная схема проектируемой электростанции: T23, T24, T25



2. Задание

2.1. Проектирование главной схемы электрических соединений

На основании данных раздела I разработать главную схему электрических соединений проектируемой электроустановки.

2.1.1. Выбрать структурную схему (число, тип и мощность главных трансформаторов и автотрансформаторов связи). Расчет вариантов структурных схем провести с учетом показателей надежности<sup>2</sup>. ТЭЦ  
2.1.2. Выбрать электрические схемы РУ всех напряжений. Для РУ повышенных напряжений расчет провести с учетом показателей надежности<sup>3</sup>.

2.1.3. Выбрать схему питания собственных нужд, включая выбор числа, типов и мощности трансформаторов собственных нужд. Расчетную нагрузку собственных нужд определить по заданному значению  $P_{сн макс}$ .

Пункты 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 выполнить на основании технико-экономического сопоставления наиболее целесообразных вариантов.

2.1.4. Произвести расчет токов КЗ, необходимых для выбора электрических аппаратов и проводников, и выбрать технически необходимые и экономически целесообразные средства ограничения токов КЗ. При наличии кабельных линий, питающих РУ 6-20 кВ, предварительно должны быть выбраны сечения кабелей.

2.1.5. В соответствии с требованиями ГОСТа выбрать электрические аппараты: выключатели, разъединители, реакторы, предохранители, разрядники, измерительные трансформаторы тока и напряжения, определить состав измерительных приборов.

Измерительные трансформаторы выбрать по напряжению, по току продолжительного режима с учетом их назначения, места установки, количества, схемы соединений, классов точности.

2.1.6. Вычертить главную схему электрических соединений на листе ватмана форматом А1 (594×840 мм) с указанием типов и параметров всего оборудования.

Чертежи выполняются на миллиметровой бумаге в масштабе, предусмотренном ГОСТом.

### 3. Требования к курсовому проекту

Проект должен содержать:

а) пояснительную записку с обоснованием принятых решений с приложениями, куда вносят громоздкие и повторяющиеся расчеты, такие как, расчет потерь энергии в трансформаторах, расчет токов КЗ, выбор электрических аппаратов;

б) графическую часть: главную схему электрических соединений и чертежи конструктивной части.

График выполнения отдельных разделов проекта устанавливает лектор потока и выдает старший преподаватель группы на вводном занятии; проект защищается в комиссии, состоящей из преподавателей, назначаемых руководством кафедры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Околович М.Н. Проектирование электрических станций. М.: Энергоиздат, 1982. 400 с.
2. Электрическая часть станций и подстанций /Под ред. А.А. Васильева, М.: Энергия, 1980. 608 с.
3. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоиздат, 1988.
4. Морозова Ю.А., Назикова Е.Ф. Выбор принципиальной схемы и схемы собственных нужд электрических станций и подстанций. М.: Моск. энерг. ин-т, 1981. 96 с.
5. Васильева А.П., Морозова Ю.А. Проектирование схем распределительных устройств электрических станций и подстанций. М.: Моск. энерг. ин-т, 1981. 79 с.
6. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986. 640 с.
7. Условия работы и выбора электрооборудования электростанций /Балаков Ю.Н., Долин А.П., Жуков В.В. и др.: /Под ред. Б.Н. Неклепаева. М.: Моск. энерг. ин-т, 1984. 104 с.
8. Сборник типовых задач по электрической части электрических станций /Агапов В.Г., Балаков Ю.Н., Васильева А.П. и др.: /Под ред. Б.Н. Неклепаева. М.: Моск. энерг. ин-т, 1985. 100 с.
9. Гусев Ю.П., Долин А.П., Жуков В.В. Методические указания по курсовому проекту "Проектирование электрической части электростанции (подстанции)". М.: Моск. энерг. ин-т, 1989. – 73 с.

Дата выдачи задания

Дата защиты проекта " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель проекта

### Тематика КП/КР:

Проектирование электроустановки

### КМ-1. КМ-1

#### Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

#### **КМ-2. КМ-2**

##### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

#### **КМ-3. КМ-3**

##### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

#### **КМ-4. КМ-4**

##### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

## Пример билета

Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

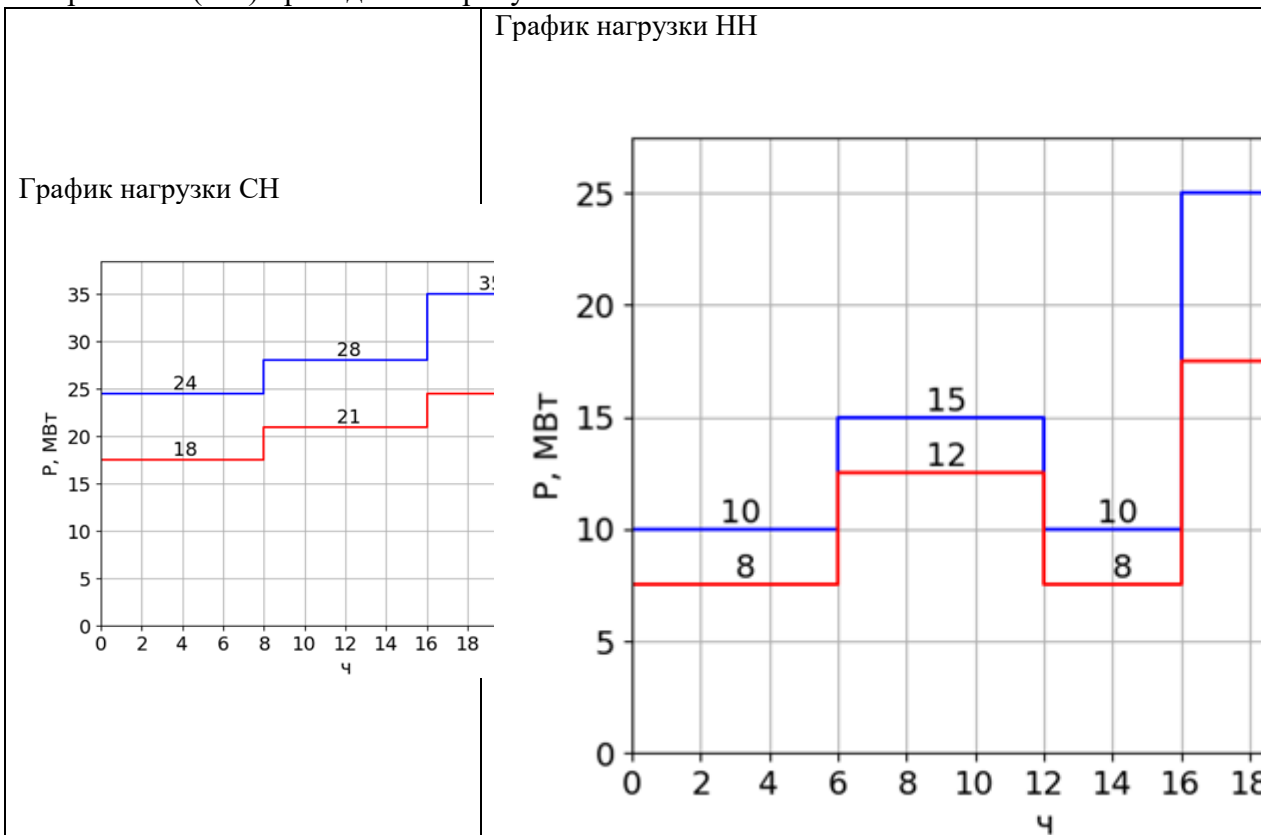
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

Исходные данные

$U_{вн} = 110$ кВ	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 35$ кВ	$T_{лето} = 20$ °С
$U_{нн} = 10$ кВ	$T_{зима} = -10$ °С

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.85$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.



## Процедура проведения

Билет включает практическую задачу на выбор мощности трансформаторов на подстанции. Время подготовки ответа – 60 минут

### 1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание основных способов производства, передачи и распределения электроэнергии

#### Вопросы, задания

1. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{ВН}$ ,  $U_{СН}$  и  $U_{НН}$ .

Указания

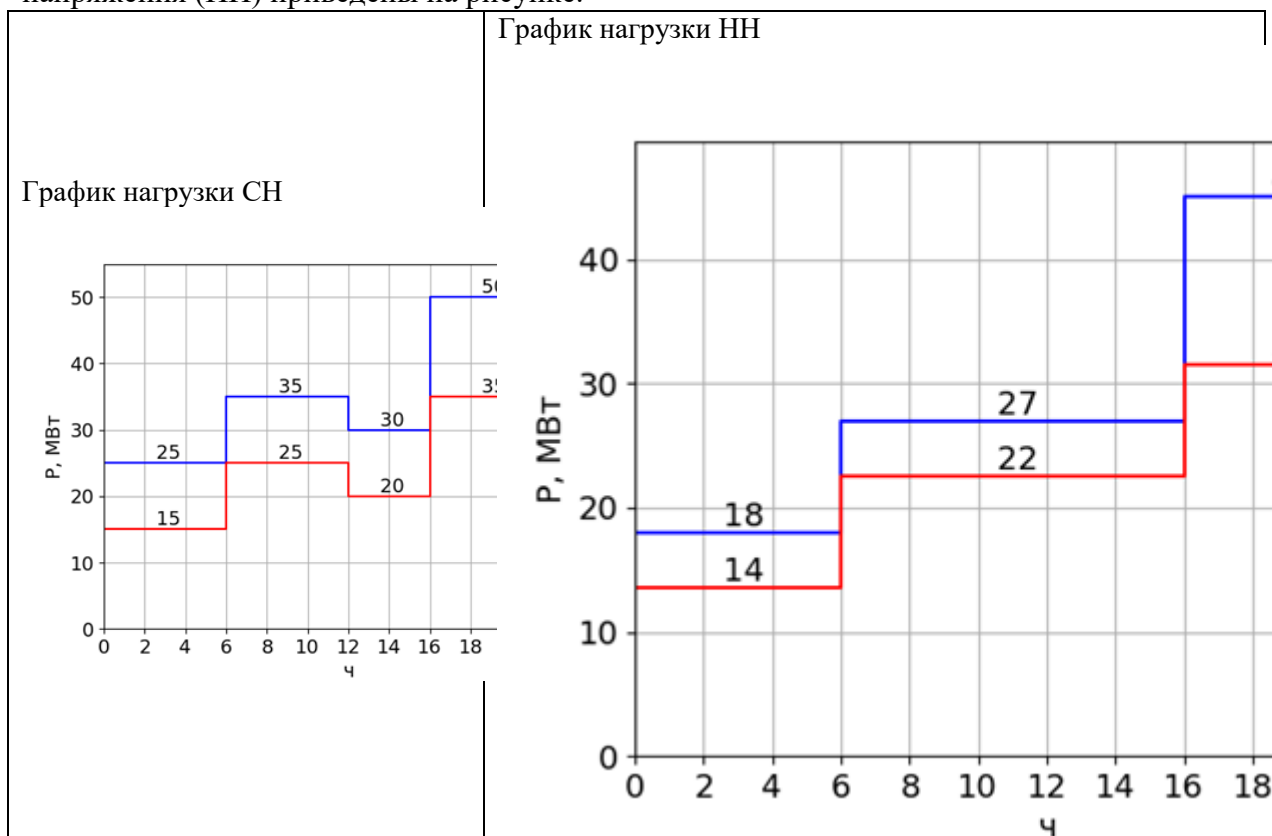
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

Исходные данные

$U_{ВН} = 110$ кВ	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{СН} = 35$ кВ	Тлето = 20 °С
$U_{НН} = 6$ кВ	Тзима = -10 °С

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.88$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.





2. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

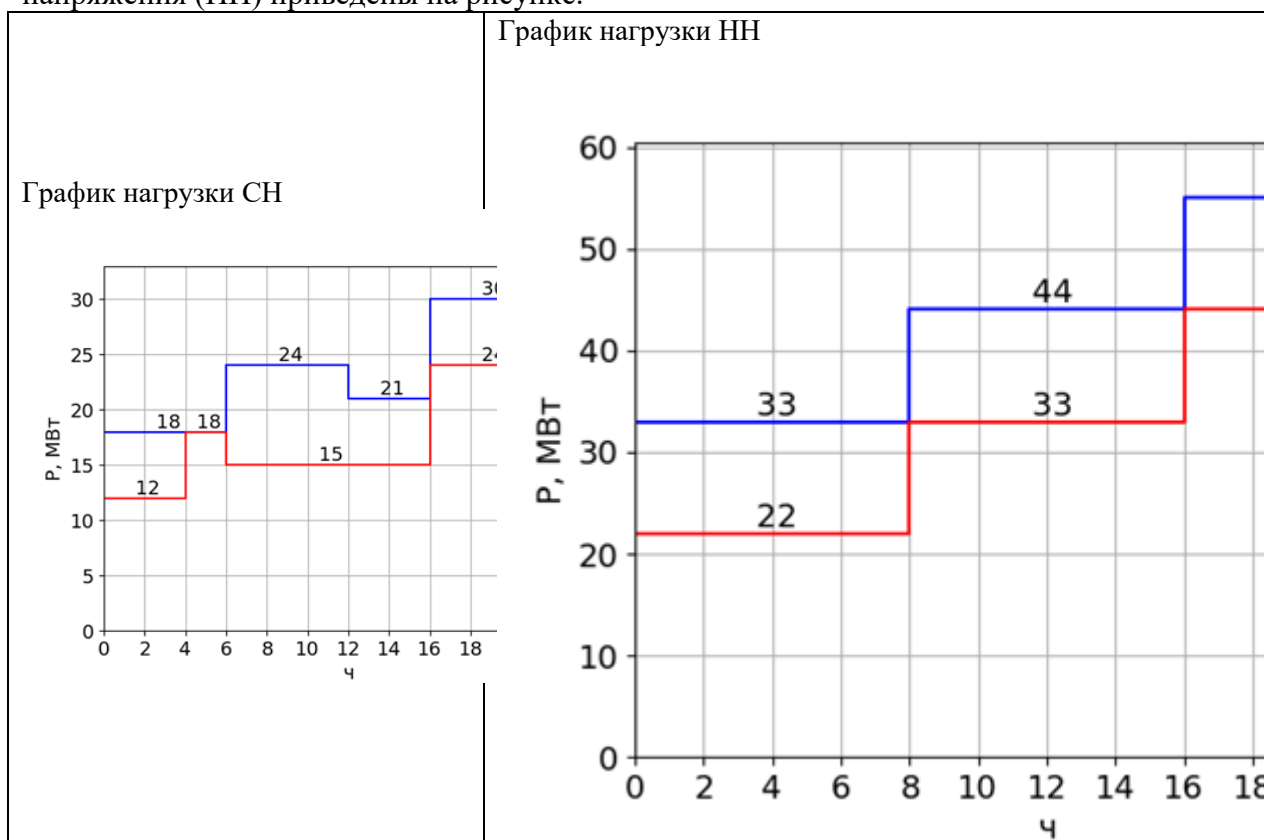
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

Исходные данные

$U_{вн} = 110 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции: $T_{лето} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{зима} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	
$U_{нн} = 10 \text{ кВ}$	

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.87$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.



3. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

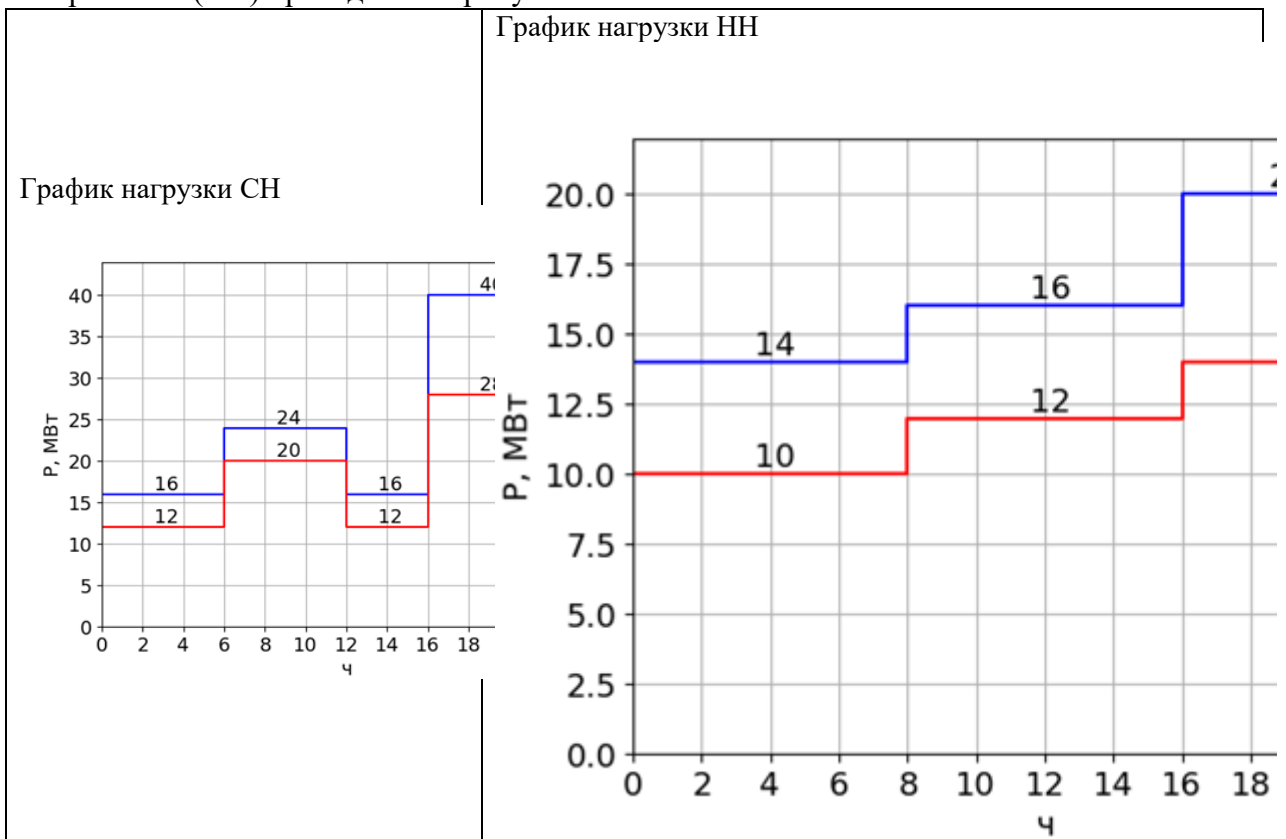
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции: $T_{лето} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	

$U_{нн} = 6 \text{ кВ}$	$T_{зима} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$
-------------------------	---

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.85$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.



4. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

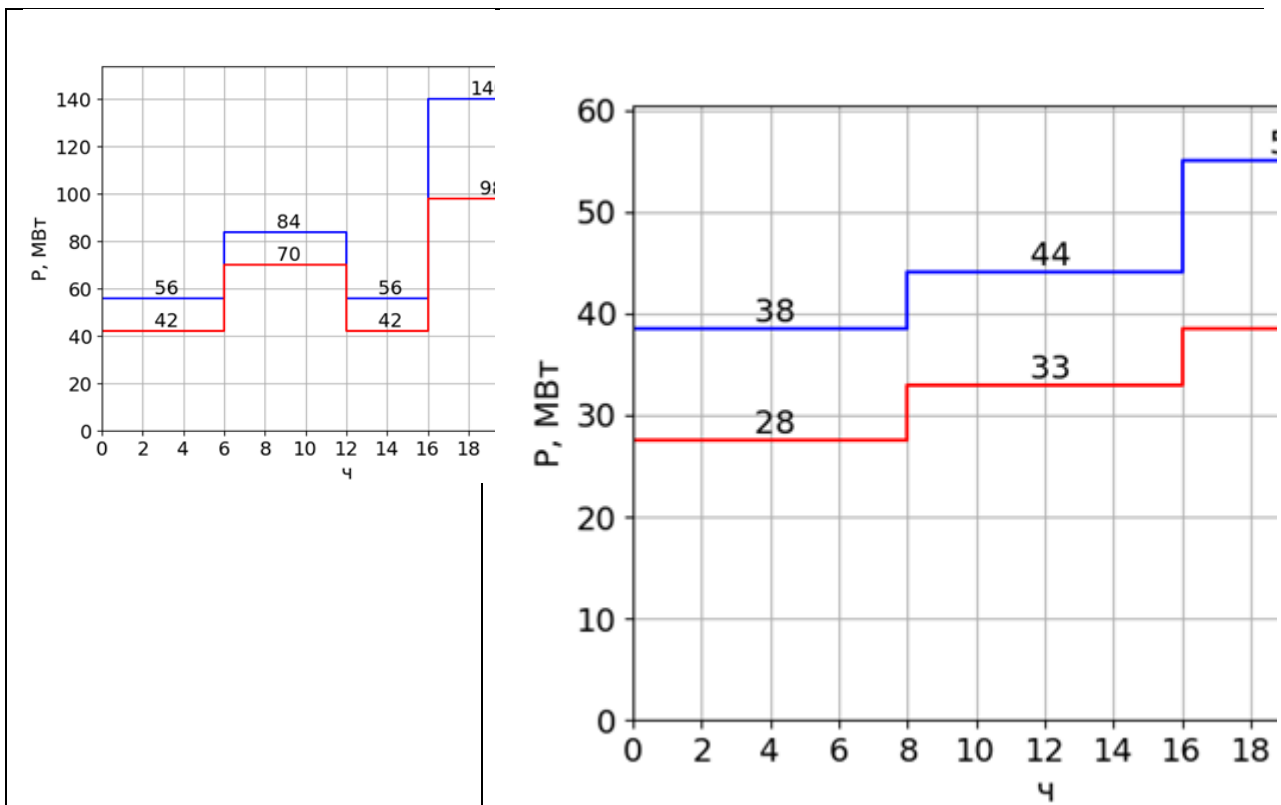
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	
$U_{нн} = 6 \text{ кВ}$	
	$T_{лето} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
	$T_{зима} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.89$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------



5. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

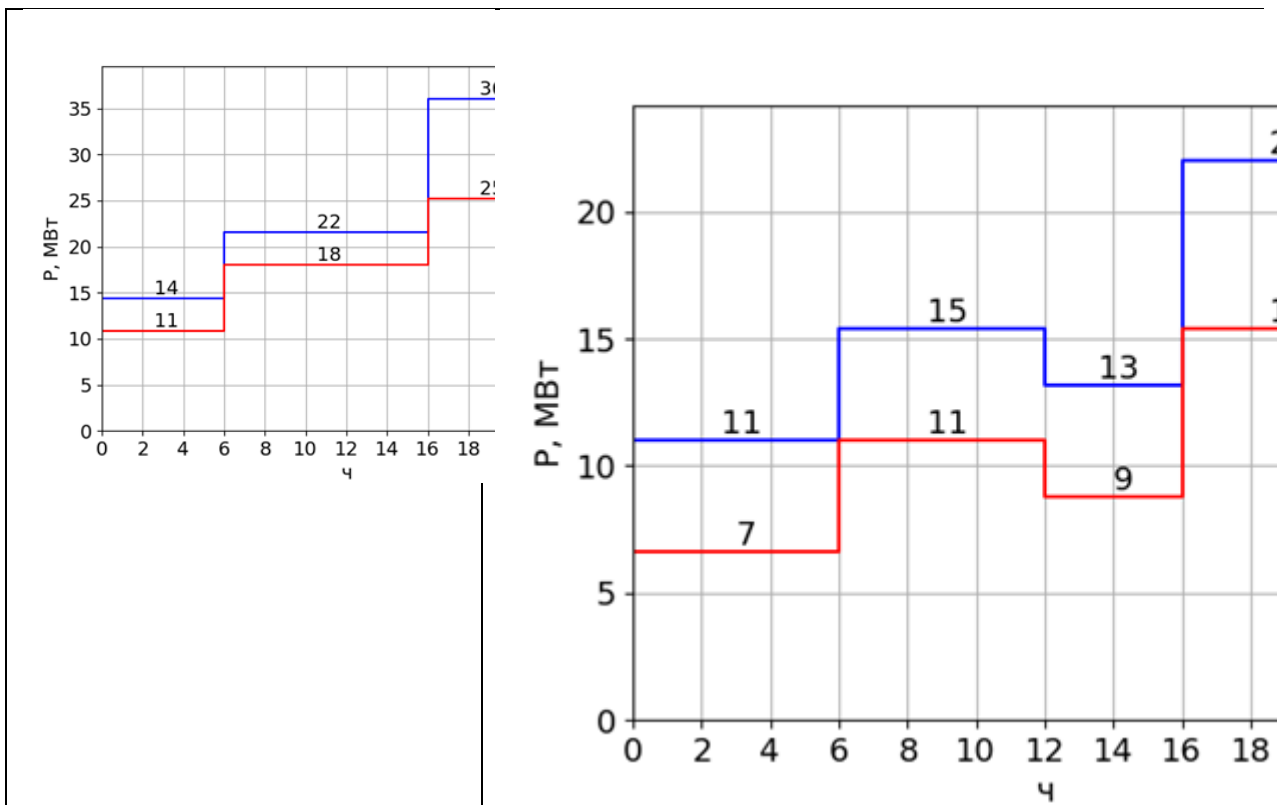
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	Тлето = $20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 10 \text{ кВ}$	Тзима = $-10 \text{ }^\circ\text{C}$

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.8$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------



#### 6. Вариант №7

Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

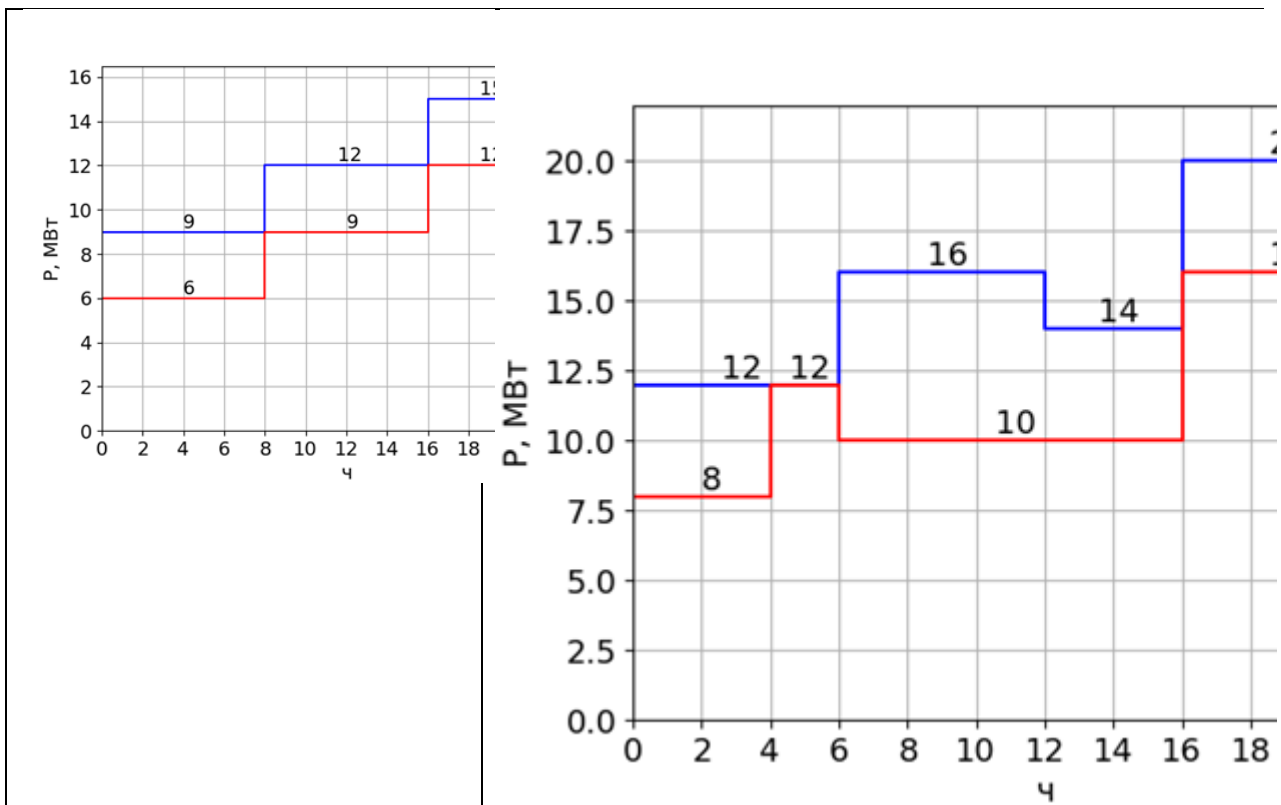
Исходные данные

$U_{вн} = 220$ кВ	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 35$ кВ	Тлето = 20 °С
$U_{нн} = 10$ кВ	Тзима = -10 °С

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.92$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------



### 7. Вариант №8

Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

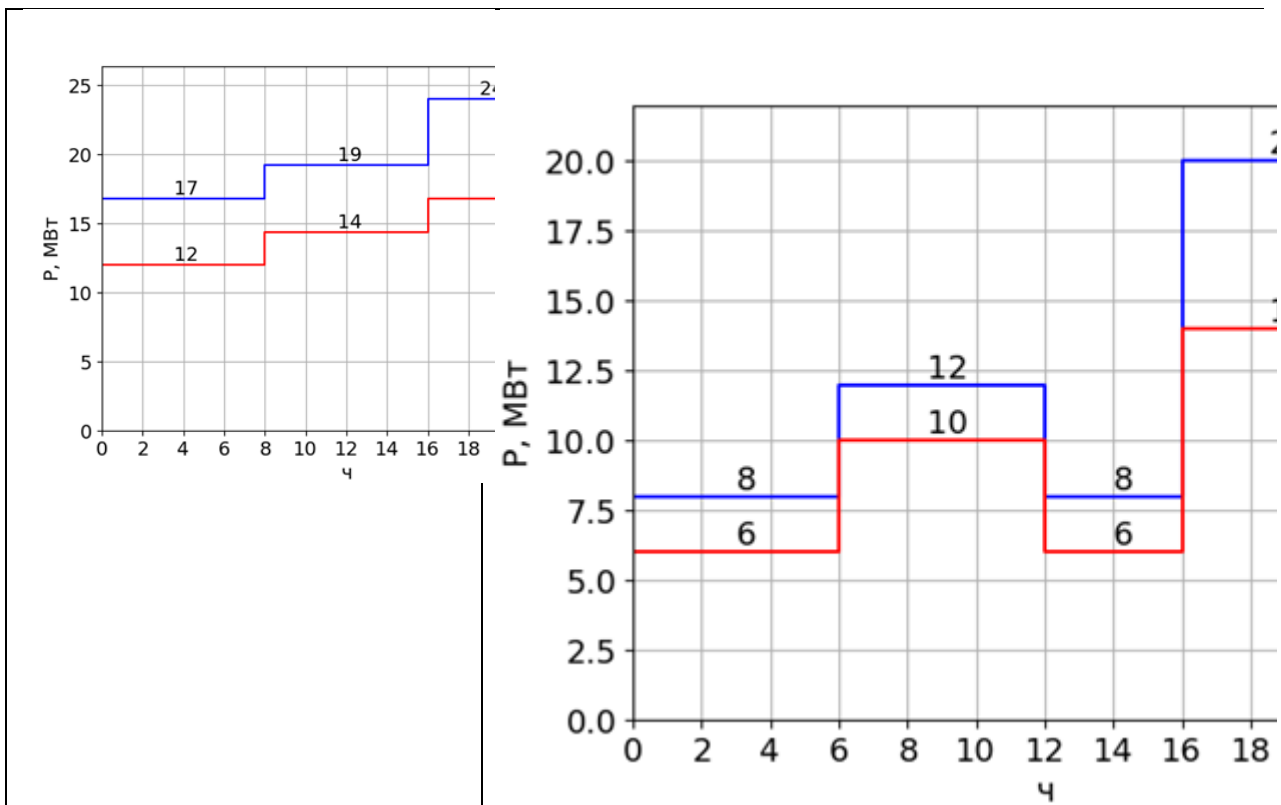
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 110 \text{ кВ}$	Тлето = $20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 6 \text{ кВ}$	Тзима = $-10 \text{ }^\circ\text{C}$

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.9$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------



8. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

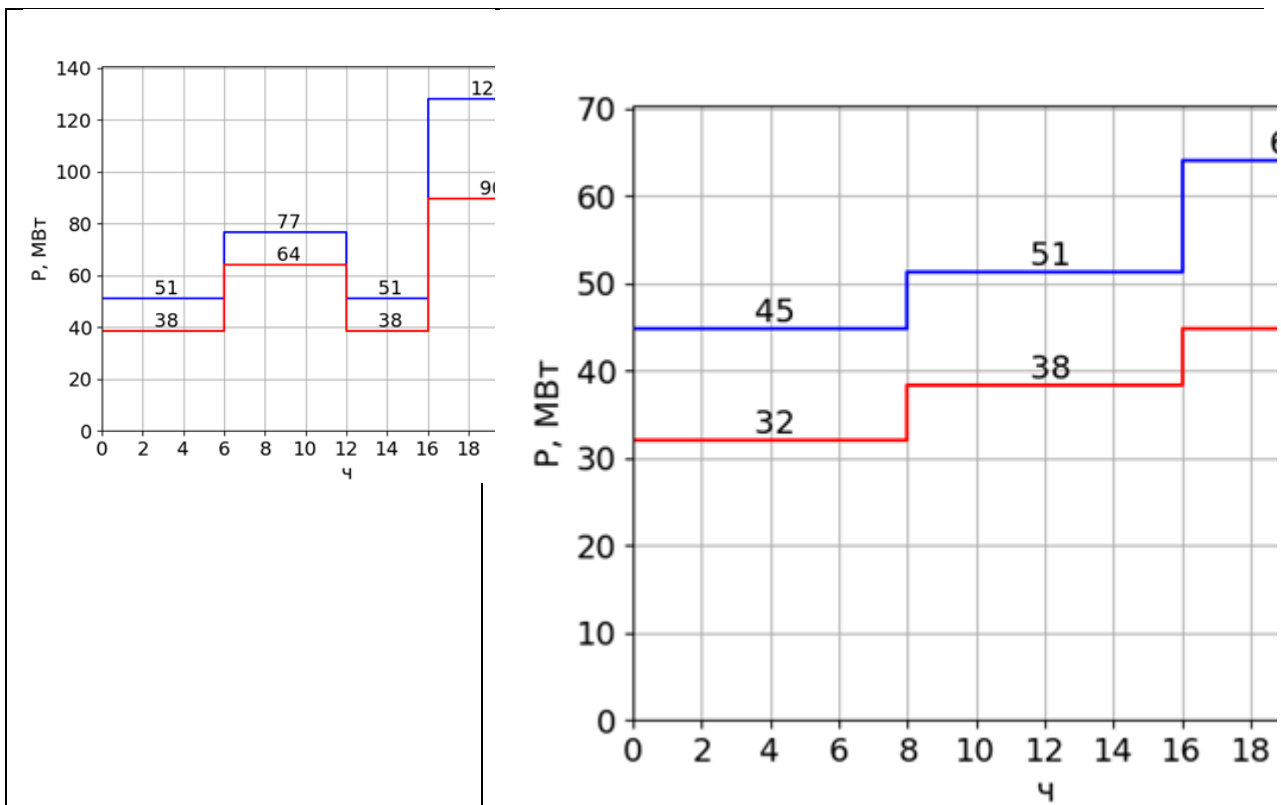
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 110 \text{ кВ}$	Тлето = $20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 6 \text{ кВ}$	Тзима = $-10 \text{ }^\circ\text{C}$

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.88$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------



9. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

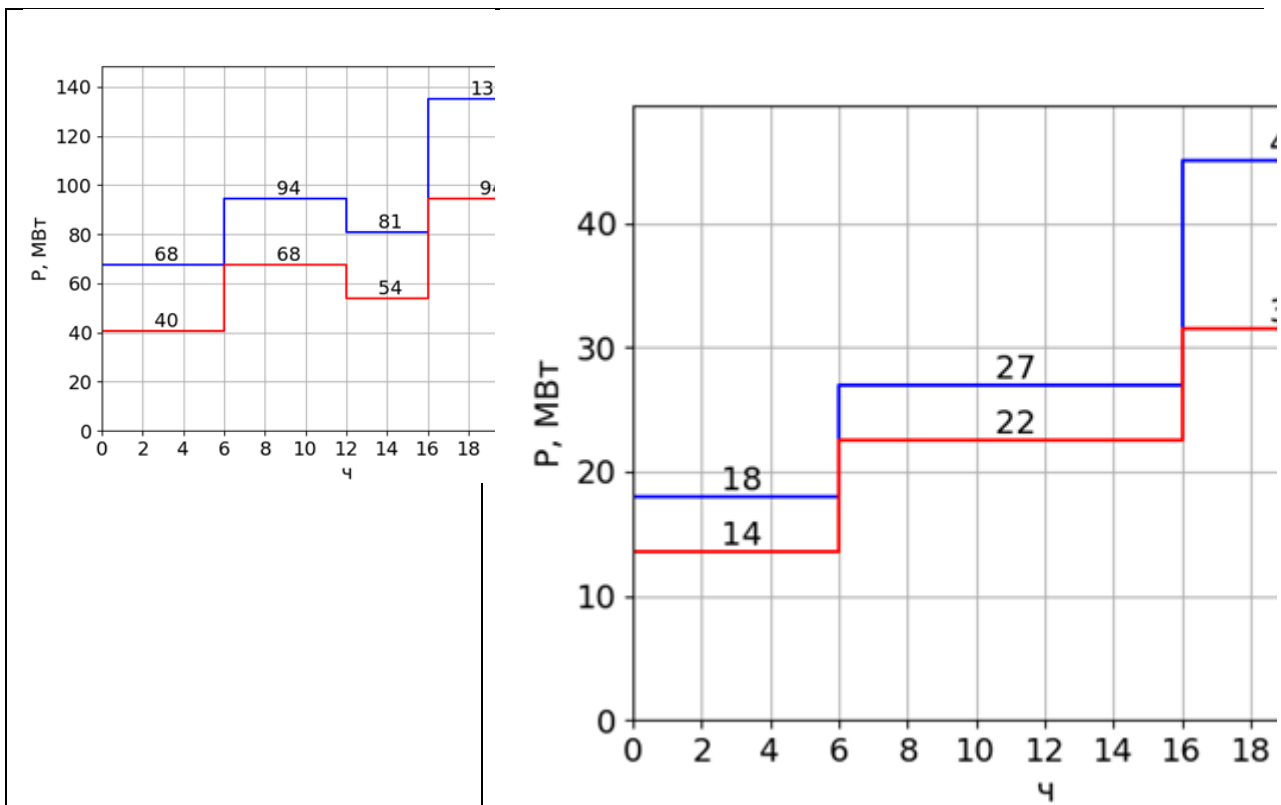
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 110 \text{ кВ}$	Тлето = $20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 10 \text{ кВ}$	Тзима = $-10 \text{ }^\circ\text{C}$

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.9$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------



10. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения  $U_{вн}$ ,  $U_{сн}$  и  $U_{нн}$ .

Указания

Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

Исходные данные

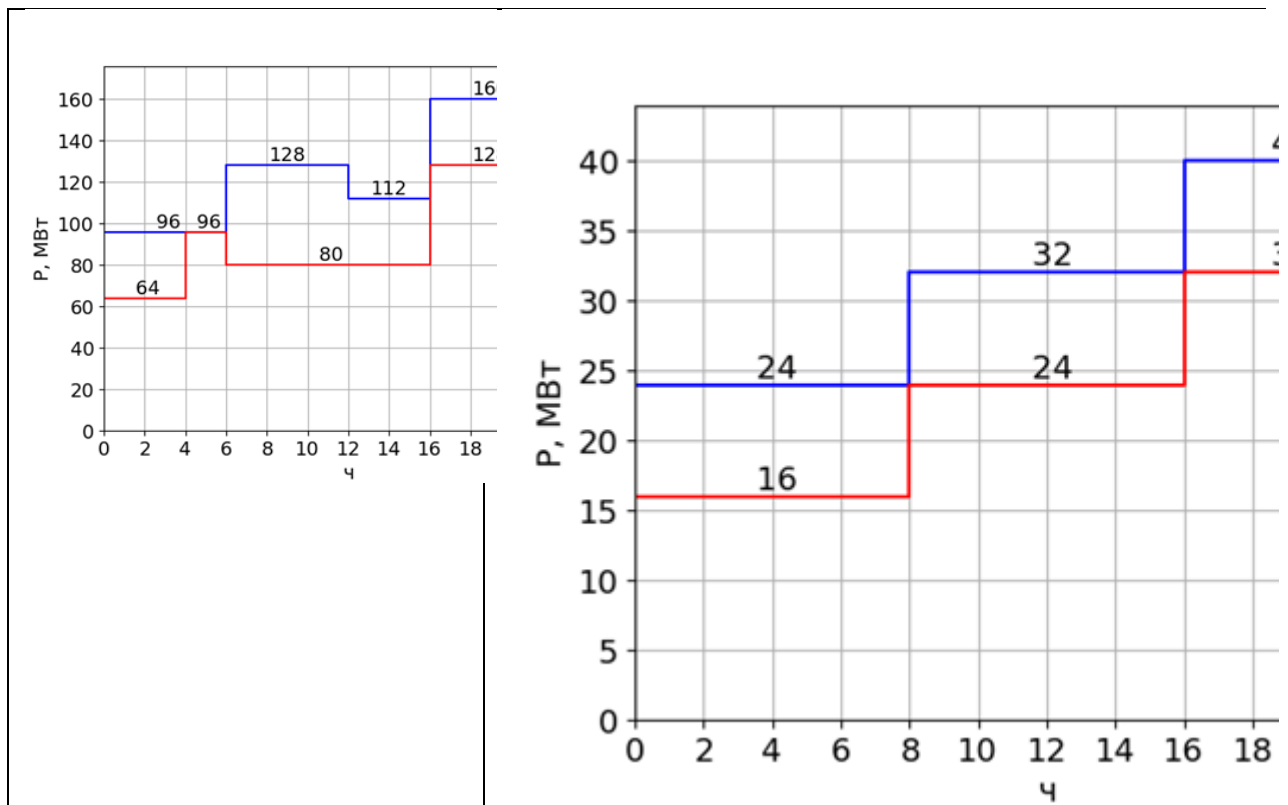
$U_{вн} = 330 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 110 \text{ кВ}$	Тлето = $20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 10 \text{ кВ}$	Тзима = $-10 \text{ }^\circ\text{C}$

Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.92$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.

График нагрузки СН	График нагрузки НН
--------------------	--------------------





## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Особенности производства электрической энергии на ГЭС
2. Тепловой режим трансформатора в переходном режиме

3. Проектируемая КЭС мощностью  $4 \cdot 300$  МВт ( $\cos\phi=0,8$ ) предназначена для выдачи мощности в энергосистему на напряжении 500 кВ по трем линиям и обеспечения местной промышленной нагрузки ( $P_{нагр.}=370$  МВт) по трем линиям на напряжение 110 кВ. Разработать структурную электрическую схему станции и схему электроснабжения собственных нужд 10 кВ. Потребление на собственные нужды составляет 6% от установленной мощности. Допустимая потеря мощности по условию устойчивости параллельной работы электростанции в энергосистеме составляет  $P_{доп.}=280$  МВт.

## Процедура проведения

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическую задачу. Время подготовки ответа – 60 минут

### 1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-б0ПК-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

#### Вопросы, задания

1. Назначение и структура энергосистем и их элементов.
2. Структурные схемы ТЭЦ.
3. Структурные схемы ГЭС.
4. Структурные схемы подстанций.
5. Схемы собственных нужд КЭС.
6. Схемы собственных нужд ГЭС.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

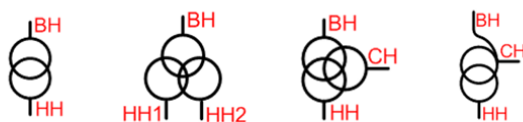


Рис. А

Рис. Б

Рис. В

Рис. Г

1.

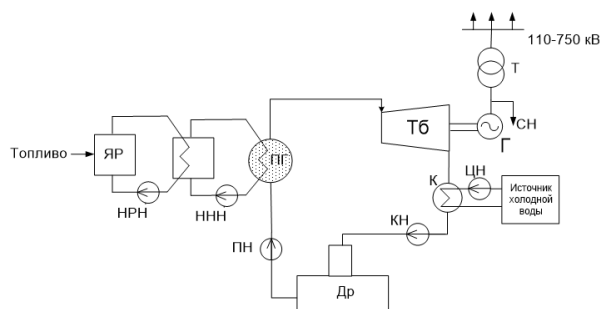
Figure 1 На каком рисунке изображен трансформатор с расщепленной обмоткой?

Ответы:

- А. Рис. А
- Б. Рис. Б
- В. Рис. В
- Г. Рис. Г

Верный ответ: Б

2.



Принципиальная схема какой станции изображена на рисунке?

Ответы:

- А. АЭС
- Б. КЭС
- В. ТЭЦ
- Г. ГЭС

Верный ответ: А

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных способов производства, передачи и распределения электроэнергии

### Вопросы, задания

1. Назначение и структура энергосистем и их элементов. Состояние и перспективы развития ЭЭ в РФ.
2. Проблемы функционирования и развития ЭЭ в РФ. Реформа ЭЭ в РФ.
3. Потребители и их требования к надежности электро- и теплоснабжения.
4. Особенности производства электрической энергии на КЭС.
5. Особенности производства электрической энергии на ГЭС.
6. Особенности производства электрической энергии на ТЭЦ.
7. Особенности производства электрической энергии на АЭС.
8. Особенности производства электрической энергии на ГЭС и ГАЭС.
9. Особенности производства электрической энергии на базе ГТУ.
10. Номинальные параметры электрических машин и электрооборудования.
11. Основные типы трансформаторов и их параметры.
12. Системы охлаждения трансформаторов.
13. Тепловой режим трансформатора при номинальных условиях.
14. Тепловой режим трансформатора при нагрузке отличной от номинальной.
15. Тепловой режим трансформатора в переходном режиме.
16. Тепловой режим трансформатора при ступенчатом графике нагрузки.
17. Допускаемые систематические перегрузки трансформатора.
18. Допускаемые аварийные перегрузки трансформатора.
19. Руководства по нагрузочной способности трансформаторов
20. Типы и параметры синхронных генераторов.
21. Системы возбуждения синхронных генераторов.
22. Системы охлаждения синхронных генераторов.

23. Включение синхронных генераторов на параллельную работу с сетью.
24. Режимы работы синхронных генераторов
25. Старение и износ изоляции трансформаторов.
26. Методика обоснования выбора структурной схемы ПС
27. Выбор трансформаторов собственных нужд
28. Назначение и роль собственных нужд электростанций и подстанций.
29. Потребители собственных нужд электростанций и подстанций.
30. Нагрузка собственных нужд электростанций и подстанций.
31. Напряжения и частота установок собственных нужд электростанций и подстанций.
32. Тип электропривода установок собственных нужд электростанций и подстанций.
33. Тип электропривода установок собственных нужд электростанций и подстанций.
34. Назначение и типы коммутационных аппаратов в РУ. Порядок оперативных переключений в РУ.
35. Коммутационная аппаратура до 1 кВ - назначение, особенности конструкции, область применения, достоинство и недостатки.
36. Предохранители - назначение, особенности конструкции, область применения, достоинство и недостатки.
37. Типы электрических сетей до 1 кВ
38. Особенности сетей с изолированной нейтралью.
39. Особенности сетей с компенсированной нейтралью.
40. Особенности сетей с глухо заземленной нейтралью.
41. Особенности сетей с резистивно заземленной нейтралью
42. Структурные схемы КЭС.
43. Структурные схемы АЭС.
44. Схемы собственных нужд ТЭЦ.
45. Схемы собственных нужд АЭС.
46. Схемы собственных нужд подстанций.
47. Общие требования к схемам РУ.
48. Схемы РУ радиального типа.
49. Схемы РУ кольцевого типа.
50. Схемы РУ упрощенного типа.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Основными потребителями электроэнергии, по суммарной потребляемой мощности, являются:

Ответы:

- А. Асинхронные двигатели
- Б. Вычислительные устройства
- В. Электрические духовые шкафы
- Г. Кондиционеры

Верный ответ: А

2. Трансформатор с номинальным напряжением высшей обмотки 121 кВ и низшей - 10 кВ:

Ответы:

- А. Повышающий
- Б. Понижающий

Верный ответ: А

3. Какая категория потребителей допускает перерыв питания до 24 часов?

Ответы:

- А. Первая особая
- Б. Первая

В. Вторая

Г. Третья

Верный ответ: Г

4. Первично оценить капиталовложения в разные варианты РУ можно сравнив количество...

Ответы:

А. ... разъединителей

Б. ... выключателей

В. ... присоединений

Верный ответ: Б

5. Параметр выключателя, который определяет время от начала разведения контактов выключателя до полного погашения дуги:

Ответы:

А. Время срабатывания релейной защиты

Б. Собственное время отключения выключателя

В. Полное время отключения выключателя

Г. Время гашения дуги выключателя

Верный ответ: В

6. На каких станциях применяют обратимые агрегаты?

Ответы:

А. КЭС

Б. ТЭЦ

В. АЭС

Г. ГАЭС

Верный ответ: Г

7. Наибольшее значение мощности собственных нужд, в процентах от установленной мощности станции, на...

Ответы:

А. ... гидроэлектростанциях

Б. ... пылеугольных тепловых станциях

В. ... газомазутных тепловых станциях

Верный ответ: Б

8. Какая скорость вращения в нормальном режиме у гидрогенератора с 60 парами полюсов, работающего в энергосистеме с частотой 50 Гц?

Ответы:

А. 50 об./мин

Б. 100 об./мин

В. 1000 об./мин

Г. 3000 об./мин

Верный ответ: А

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр.

**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

На защите курсового проекта обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по представленной расчетно-пояснительной записке и графическому материалу.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».