

**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: Эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электрическая часть электрических станций**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

О.Ю. Гусев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А.  
Волошин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А.  
Волошин

## 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:

- ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
- ИД-1 Применяет типовые проектные решения
- ИД-2 Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

- Контрольная работа № 1 "Выбор проводников и кабельных линий" (Контрольная работа)
- Контрольная работа № 2 "Конструкция ОРУ" (Контрольная работа)
- Курсовой проект "Проектирование электрической части электростанции/подстанции" (Индивидуальный проект)
- Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование) (Тестирование)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	6	8	8
Раздел 1					
Выбор структурной схемы электроустановки и их распределительных устройств					+
Раздел 2					
Основные требования к электрооборудованию. Расчетные условия выбора и проверки электрооборудования			+		+
Раздел 3					
Методы и средства ограничения токов короткого замыкания					+
Раздел 4					
Главные схемы электрических соединений		+	+		+
Раздел 5					

Электродинамическая стойкость проводников			+	+
Раздел 6				
Конструкции распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций				+
Раздел 7				
Системы собственных нужд электроустановок				+
Вес КМ:	10	20	20	50

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### **БРС курсовой работы/проекта**

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	6	8
Выбор структурной схемы		+		
Расчет токов короткого замыкания			+	
Выбор оборудования				+
Разработка главной схемы				+
Вес КМ:		30	30	40

## 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	
ПК-1	ИД-1ПК-1 типичные решения	Применяет проектные	Знать: условные графические изображения элементов подстанций методы и средства ограничения токов короткого замыкания типичные 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 условные графические изображения элементов электростанций типичные конструкции распределительных	Контрольная работа № 2 "Конструкция ОРУ" (Контрольная работа) Курсовой проект "Проектирование электрической части электростанции/подстанции" (Индивидуальный проект)

		<p>устройств  типовые структурные  схемы электростанций,  схемы их  распределительных  устройств и системы  электроснабжения  собственных нужд  Уметь:  составлять варианты  структурных схем  подстанций с учетом  технических ограничений  и задания  составлять варианты  структурных схем  электростанций с учетом  технических ограничений  и задания  применять методы и  средства ограничения  токов короткого  замыкания  составлять главную схему  электрических соединений  подстанции  рассчитывать технико-  экономические показатели  вариантов  электроустановки и  выбирать оптимальный  вариант  составлять главную схему</p>	
--	--	---	--

		электрических соединений электростанции	
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	<p>Знать:</p> <p>основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов назначение и основные характеристики силового электрооборудования методики выбора и проверки проводников и коммутационных аппаратов состав электрооборудования собственных нужд электроустановок и систем оперативного постоянного тока методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности</p> <p>Уметь:</p> <p>выбирать мощность трансформаторов и двигателей собственных нужд рассчитывать электродинамическую стойкость шинных</p>	<p>Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование) (Тестирование)</p> <p>Контрольная работа № 1 "Выбор проводников и кабельных линий" (Контрольная работа)</p> <p>Курсовой проект "Проектирование электрической части электростанции/подстанции" (Индивидуальный проект)</p>

		конструкций выбирать трансформаторное оборудование электростанций и подстанций производить выбор и проверку проводников и аппаратов	
--	--	---	--



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

### КМ-1. Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование)

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа по выбору электрооборудования собственных нужд.

#### Краткое содержание задания:

Электрооборудование собственных нужд

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: состав электрооборудования собственных нужд электроустановок и систем оперативного постоянного тока	1.5. Для успешного разворота механизма необходимо, чтобы: а. пусковой ток составлял не более 5 крат от номинального тока двигателя б. вращающий момент двигателя был больше момента сопротивления механизма с. напряжение на шинах двигателя было не меньше 120% от номинального d. скольжение двигателя не превышало 5%
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета; б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

## КМ-2. Контрольная работа № 1 "Выбор проводников и кабельных линий"

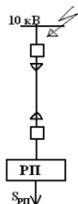
Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа по выбору проводников и кабельных линий.

### Краткое содержание задания:



Расчетная схема представлена на рисунке.

$S_{\text{оп}} = 3 \text{ МВА}$ ,  $T_{\text{max}} = 5000 \text{ ч}$ ; время перегрузки  $t_n = 6 \text{ ч}$ ;  
температура почвы  $\theta_c = 15^\circ\text{C}$ .

$I_{\text{п0}}^{(3)} = 23 \text{ кА}$ ;  $T_d = 0,07 \text{ с}$ ;  $t_{\text{ра}} = 0,6 \text{ с}$ ;  $t_{\text{ин}} = 0,055 \text{ с}$ .

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: рассчитывать электродинамическую стойкость шинных конструкций	1. Определите ток термической стойкости для выбранного сечения

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета; б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

## КМ-3. Контрольная работа № 2 "Конструкция ОРУ"

Формы реализации: Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

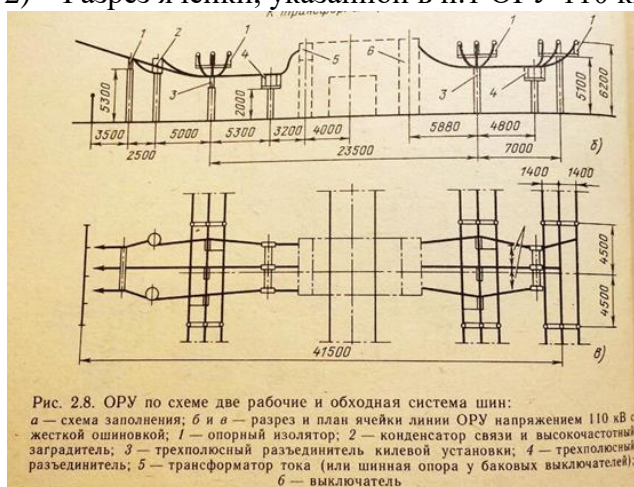
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**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



**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: составлять варианты структурных схем электростанций с учетом технических ограничений и задания	1.Составьте схему заполнения ячейки ШСВ ОРУ 110 кВ
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета; б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.*

#### **КМ-4. Курсовой проект "Проектирование электрической части электростанции/подстанции"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Индивидуальный проект

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 50**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Преподаватель проверяет выполнение курсового проекта и допускает студента к защите. В соответствии с распределением, подготовленным кафедрой, студент направляется на защиту курсового проекта к другому преподавателю. Принимающий защиту преподаватель проверяет выполненный курсовой проект, задает вопросы по тематике выполненного задания и выставляет оценку по пятибалльной шкале.

#### **Краткое содержание задания:**

##### **Проектирование главной схемы электрических соединений**

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

Задание выполнить на основании технико-экономического сопоставления наиболее целесообразных вариантов.

*Выбрать структурную схему (число, тип и мощность главных трансформаторов и автотрансформаторов связи). Расчет вариантов структурных схем провести с учетом показателей надежности*

*Выбрать электрические схемы РУ всех напряжений. Для РУ повышенных напряжений расчет провести с учетом показателей надежности.*

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

*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 РП 6-10 кВ, предварительно должны быть выбраны сечения кабелей.*

*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.*

По указанию преподавателя:

а) произвести выбор измерительных трансформаторов по всем условиям, включая вторичную нагрузку:

трансформаторов тока цепи \_\_\_\_\_;

трансформаторов напряжения цепи \_\_\_\_\_;

б) выбрать токопроводы (шинные конструкции) в цепи \_\_\_\_\_

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

### **Проектирование конструкции распределительных устройств**

Разработать конструкцию распределительного устройства

Выполнить схему заполнения РУ \_\_\_\_\_.

Выполнить план РУ \_\_\_\_\_.

Выполнить эскизы ячеек \_\_\_\_\_.

Чертежи выполняются на миллиметровой бумаге в масштабе, предусмотренном ГОСТом.

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методику технико-экономического сопоставления вариантов структурных схем электроустановок и их схем распределительных устройств	1.Какой главный критерий, по которому сопоставляются варианты при технико-экономическом сопоставлении?
Знать: методы и средства ограничения токов короткого замыкания	1.Какие средства и методы применяют для ограничения токов короткого замыкания?
Знать: типовые конструкции распределительных устройств	1.Приведите пример распределительного устройства в котором отключается присоединение одним коммутационным аппаратом? Приведите пример распределительного устройства в котором отключается присоединение двумя коммутационными аппаратом?
Знать: типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	1.Опишите типичную структурную схему подстанцию с тремя уровнями напряжения?
Знать: типовые структурные схемы электростанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	1.Опишите типичную структурную схему КЭС?
Знать: условные графические изображения элементов подстанций	1.Каким условным графическим изображением обозначают трансформатор? Выключатель?
Знать: условные графические изображения элементов электростанций	1.Каким условным графическим изображением обозначают генератор? Двигатель?
Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	1.Как производится выбор (авто)трансформаторов связи на электростанции? На каких подстанциях используется переменный оперативный ток?
Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1.Как организуется электроснабжение потребителей 1ой группы на электростанциях? Какая система заземления нейтрали используется на подстанции в системах электроснабжения собственных нужд до 1000 В?
Знать: основные принципы	1.Какой критерий используется при принятии

процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	решения о структурной схеме электростанции? При каких условиях на подстанции необходимо ставить три трансформатора?
Уметь: применять методы и средства ограничения токов короткого замыкания	1. Укажите критерии по которым выбирается токоограничивающий реактор.
Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели вариантов электроустановки и выбрать оптимальный вариант	1. Осуществите перевод электроснабжения собственных нужд электростанции от резервного источника электроснабжения? Осуществите перевод электроснабжения собственных нужд подстанции от резервного источника электроснабжения?
Уметь: составлять варианты структурных схем подстанций с учетом технических ограничений и задания	1. Осуществите синхронизацию генератора № 1 на электростанции в выполненном КП? Осуществите вывод в ремонт выключателя силового трансформатора в РУ ВН?
Уметь: составлять главную схему электрических соединений подстанции	1. Выведите в ремонт самый мощный электродвигатель в системе собственных нужд электростанции? Выведите в ремонт один из силовых трансформаторов подстанции?
Уметь: составлять главную схему электрических соединений электростанции	1. Укажите критерии по которым выбираются двигатели собственных нужд.
Уметь: выбирать мощность трансформаторов и двигателей собственных нужд	1. Укажите критерии по которым выбираются трансформаторы собственных нужд.
Уметь: выбирать трансформаторное оборудование электростанций и подстанций	1. Оцените капиталовложения в две различные схему РУ с одинаковым количеством присоединений.
Уметь: производить выбор и проверку проводников и аппаратов	1. Укажите критерии по которым проверяется электродинамическая стойкость шинных конструкций.

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 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

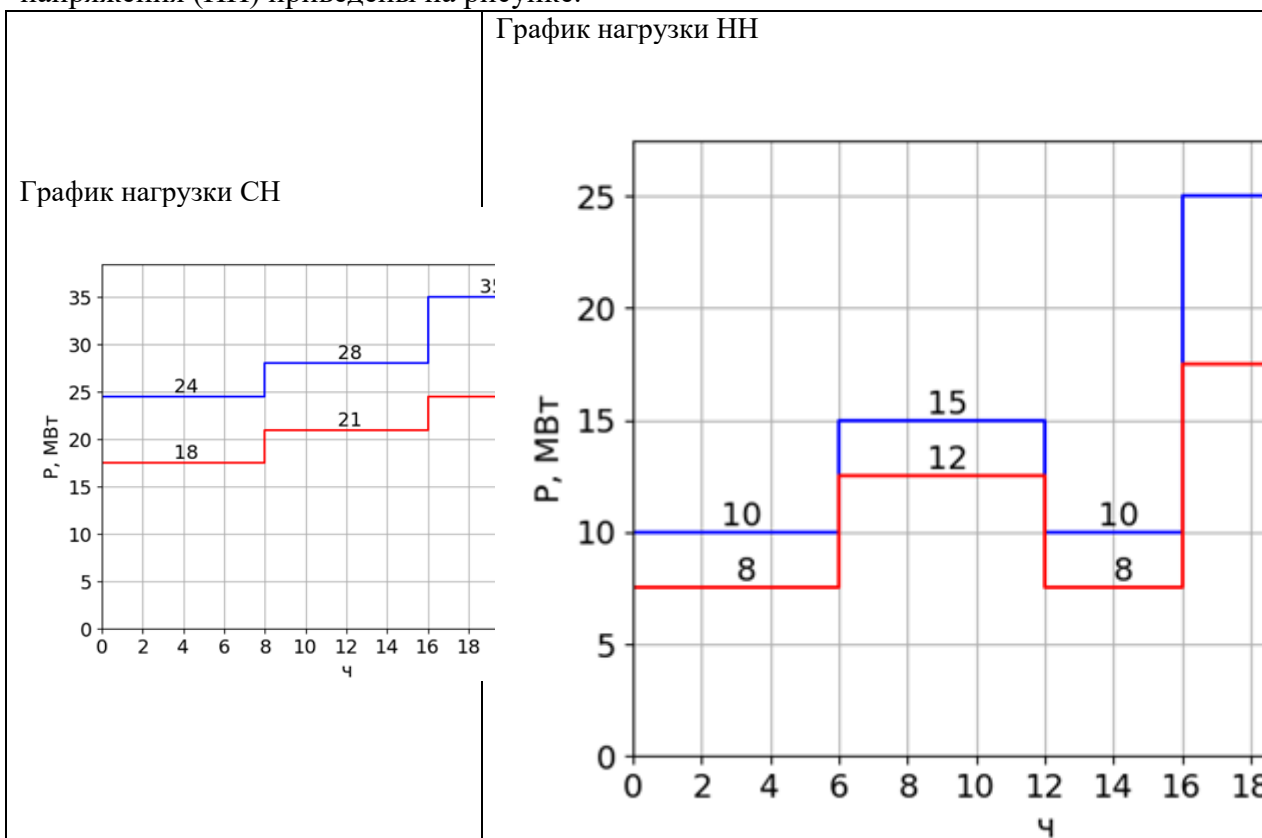
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный 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 Применяет типовые проектные решения

#### Вопросы, задания

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

Указания

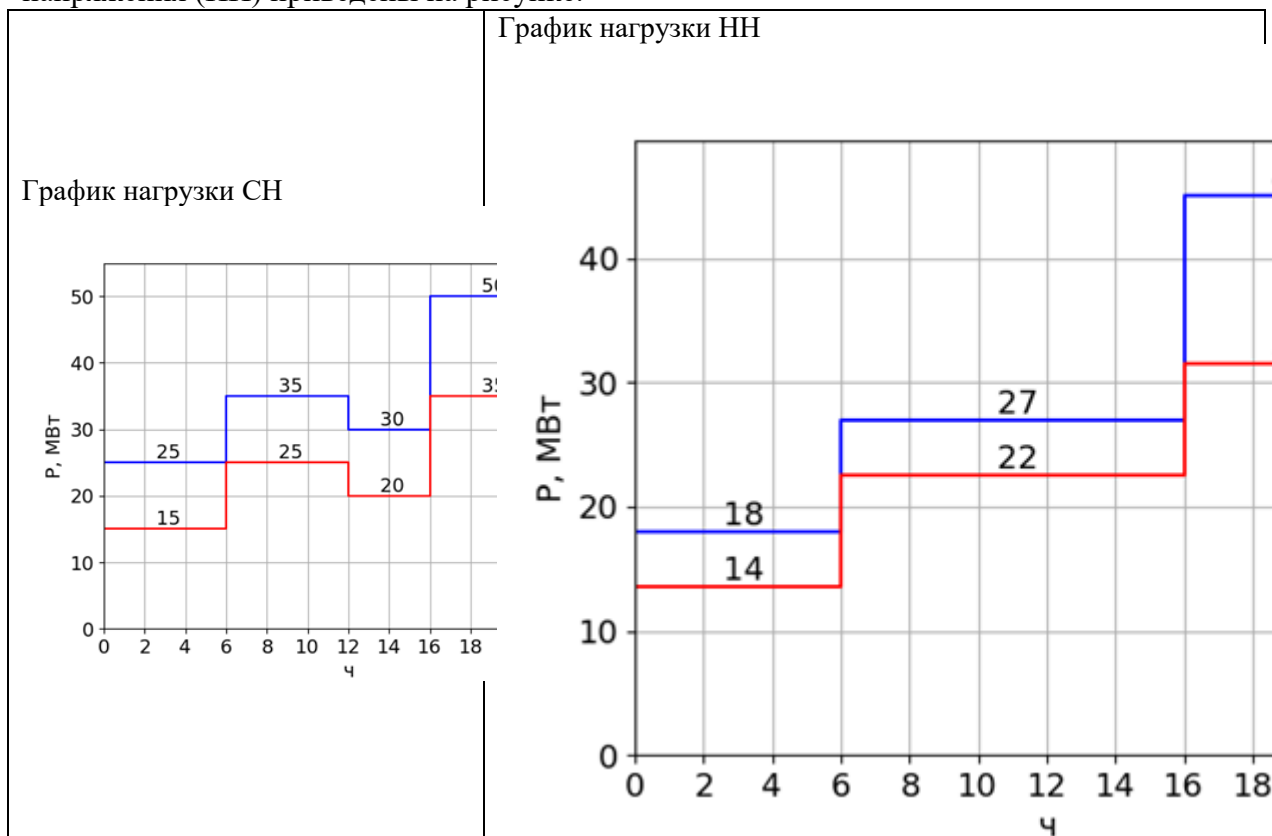
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный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

Исходные данные

$U_{вн} = 110 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	$T_{лето} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 6 \text{ кВ}$	$T_{зима} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$

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

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



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

Указания

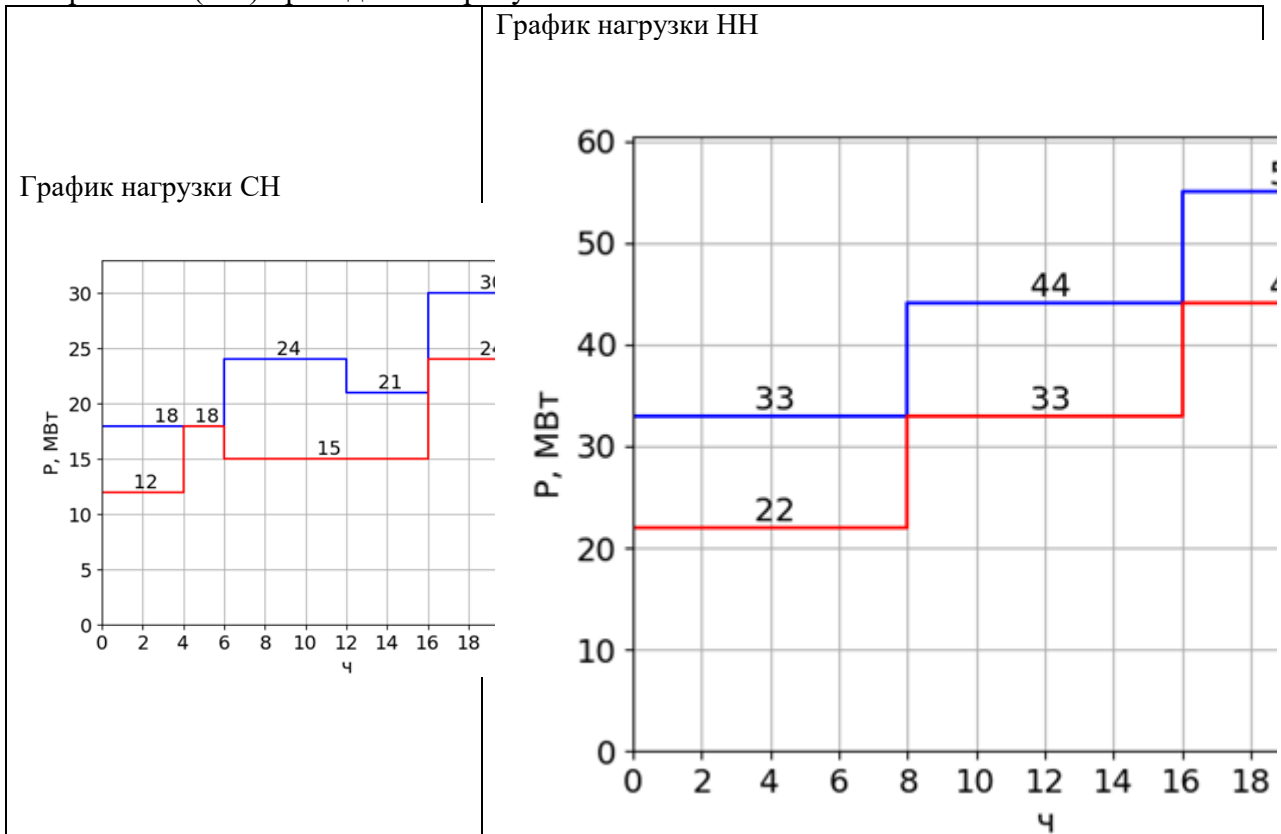
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный 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: Тлето = 20 °С Тзима = -10 °С
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	
$U_{нн} = 10 \text{ кВ}$	

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.

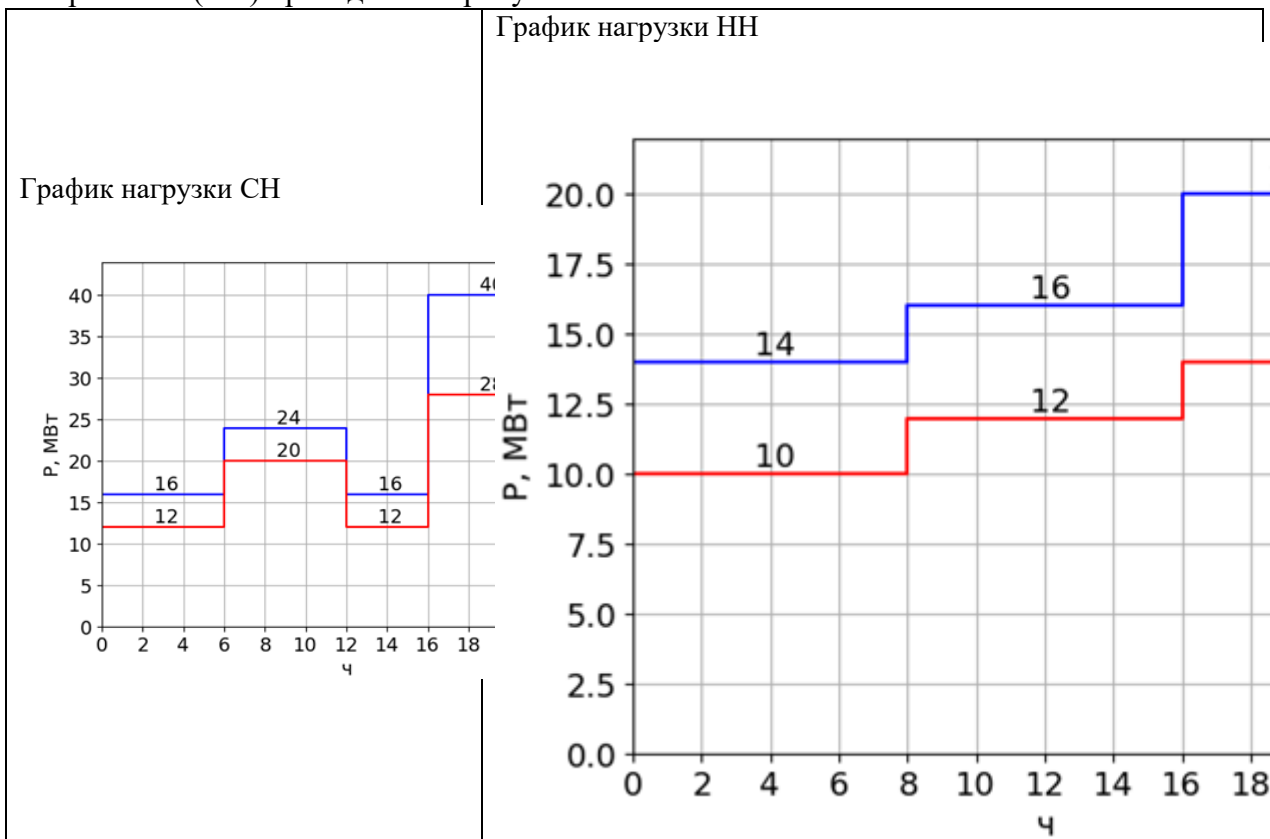
Исходные данные

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

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

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.

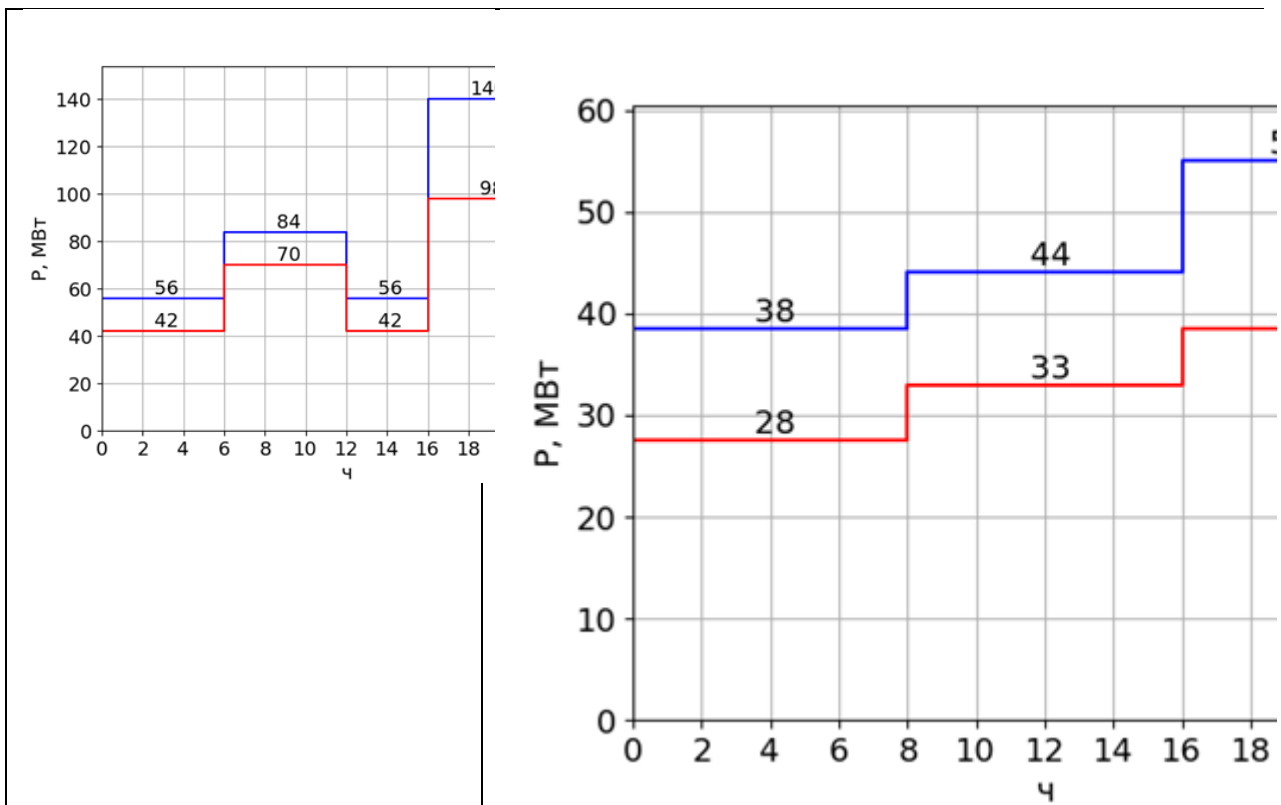
Исходные данные

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

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.

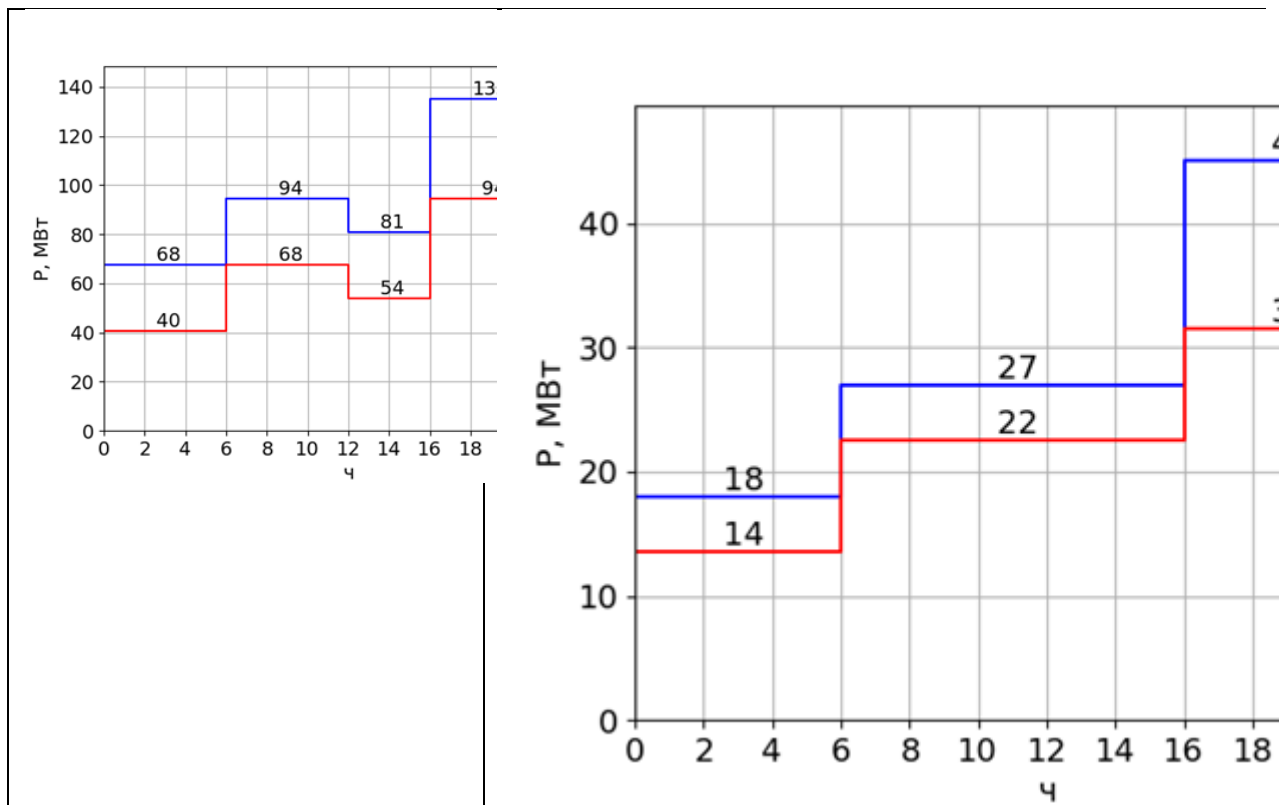
Исходные данные

$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{сн} = 110 \text{ кВ}$	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
--------------------	--------------------



б. 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.

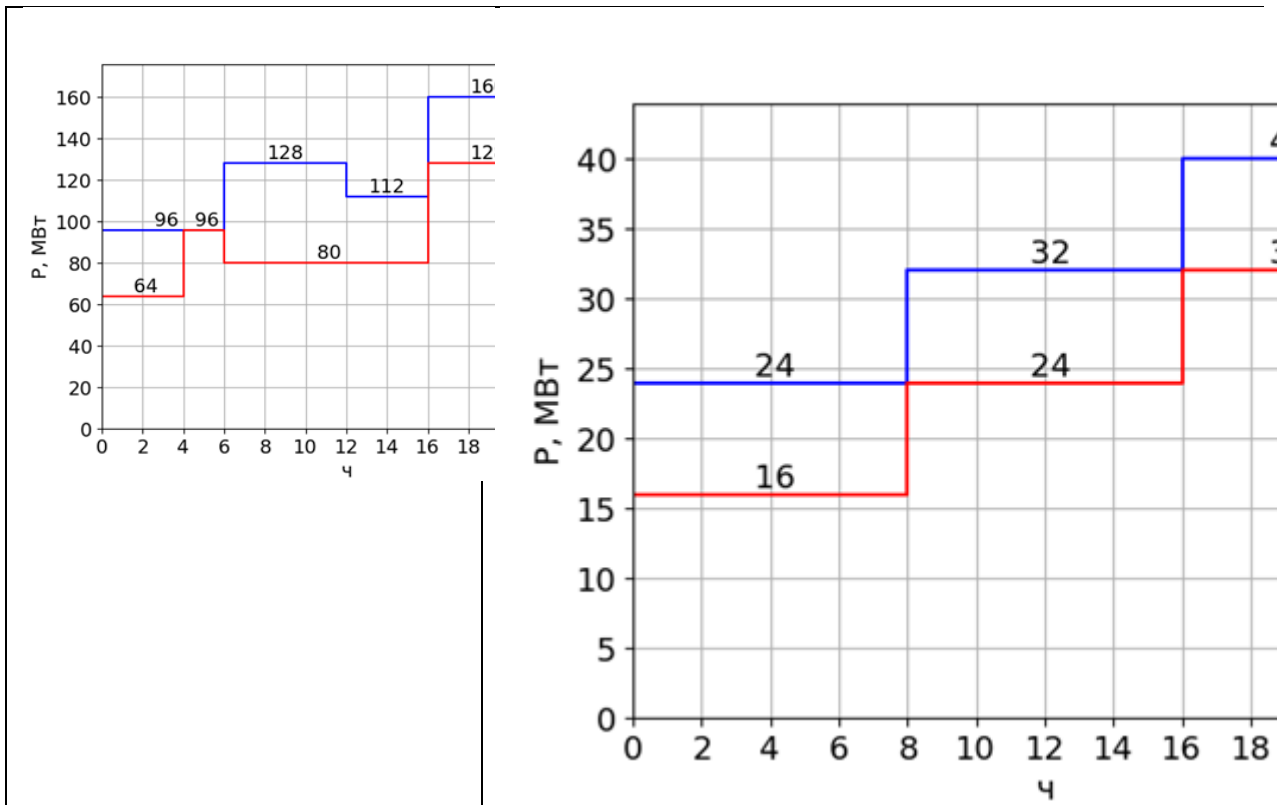
Исходные данные

$U_{вн} = 330 \text{ кВ}$	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
--------------------	--------------------



**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

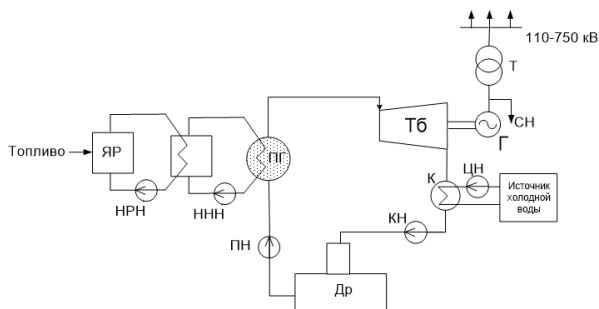
2. Первично оценить капиталовложения в разные варианты РУ можно сравнив количество...

Ответы:

- А. ... разъединителей
- Б. ... выключателей
- В. ... присоединений

Верный ответ: Б

3.



Принципиальная схема какой станции изображена на рисунке?

Ответы:

- А. АЭС
- Б. КЭС
- В. ТЭЦ
- Г. ГЭС

Верный ответ: А

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

### Вопросы, задания

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

Указания

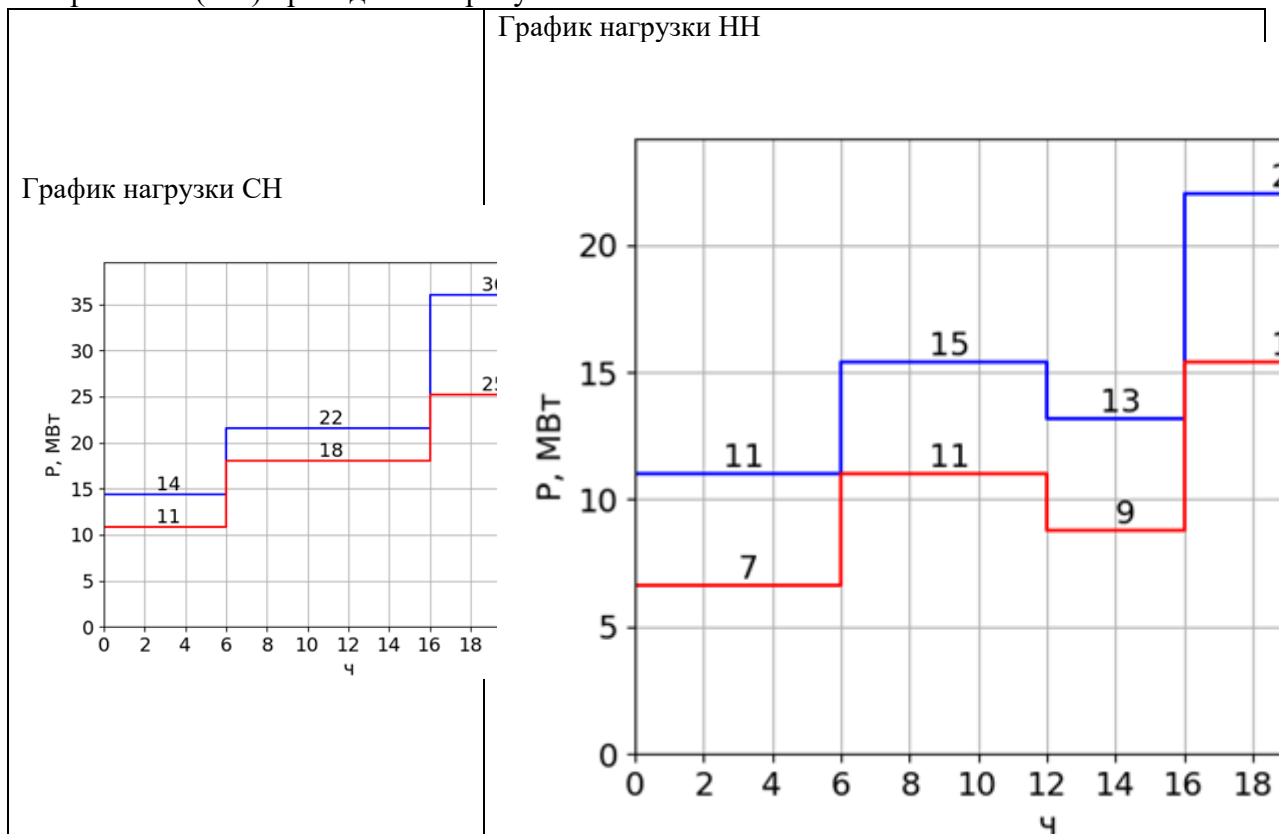
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный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

Исходные данные

$U_{вн} = 220$ 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  $\cos\varphi = 0.8$

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



2. Вариант №7

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

Указания

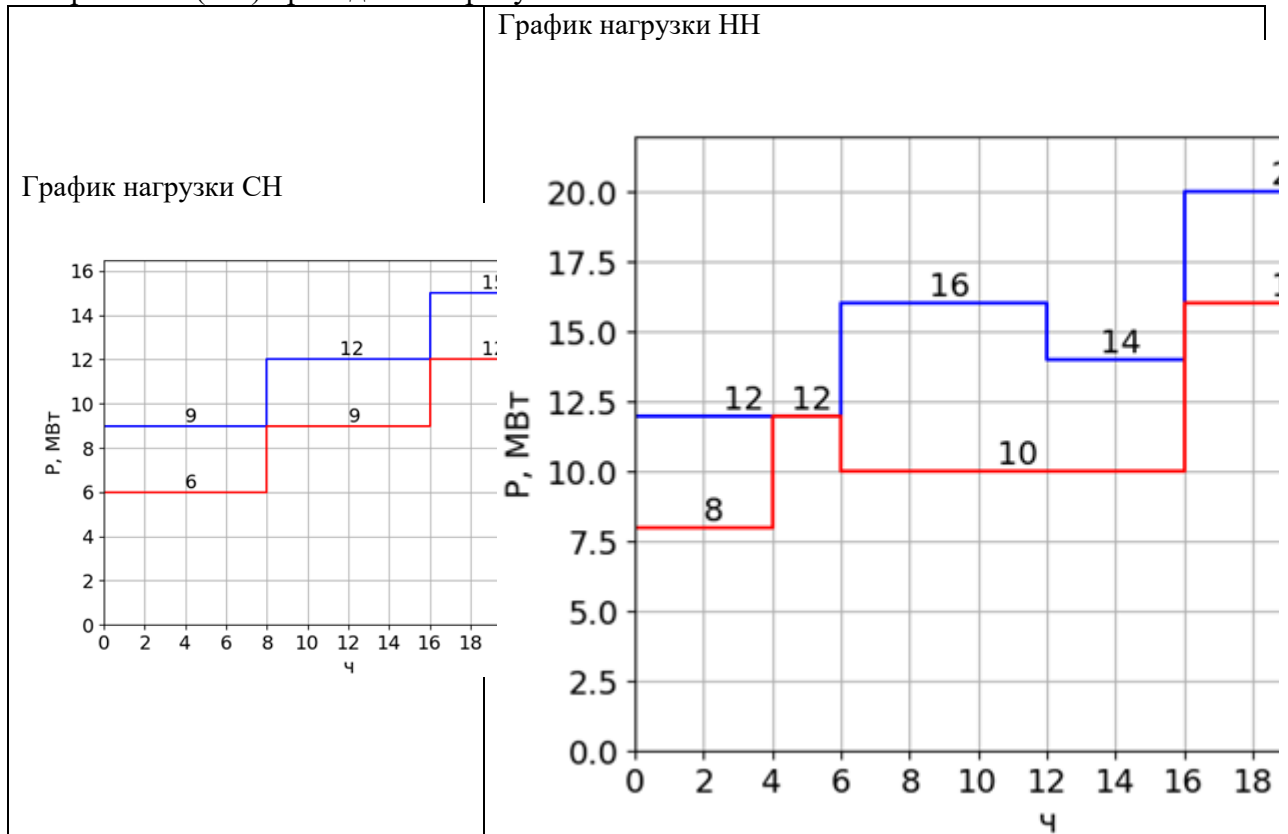
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный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

Исходные данные

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

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

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



### 3. 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

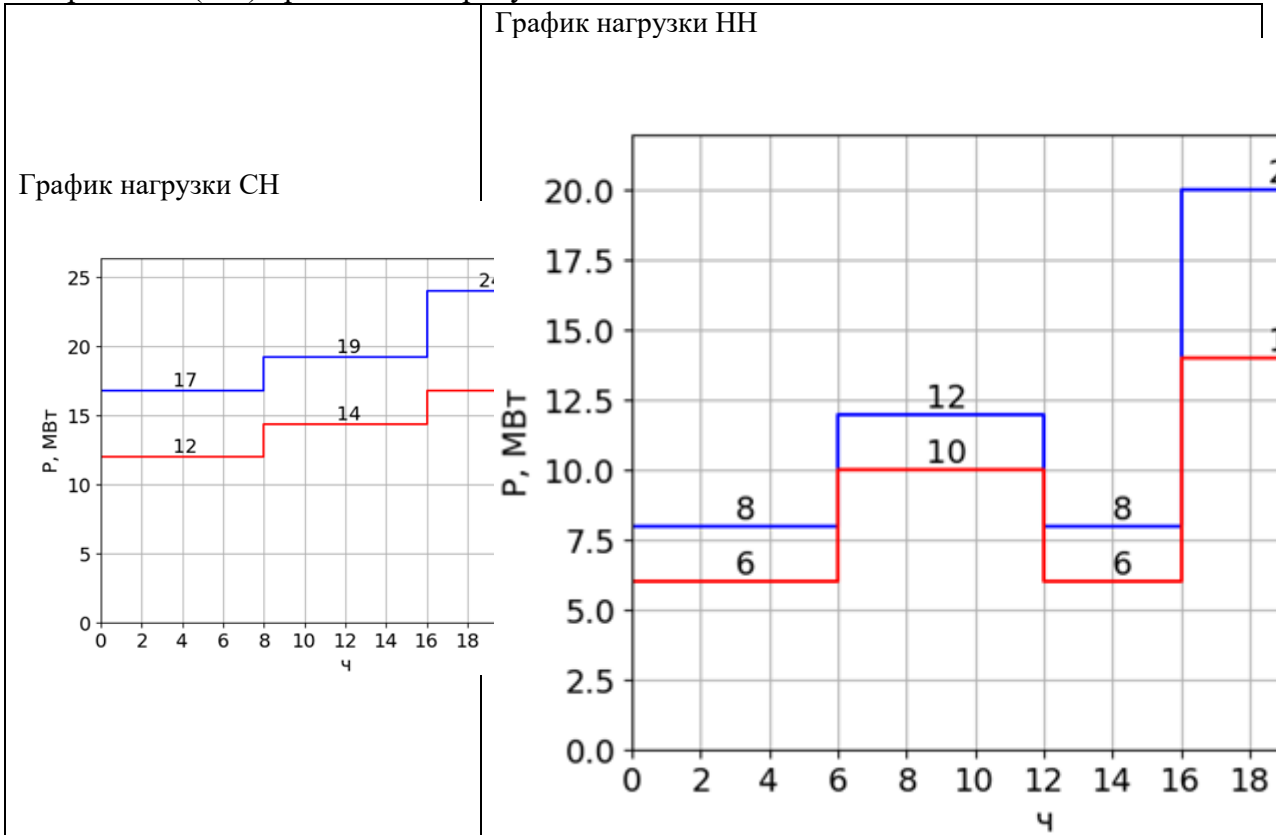
$U_{вн} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:



U <sub>сн</sub> = 110 кВ	Тлето = 20 °С
U <sub>нн</sub> = 6 кВ	Тзима = -10 °С

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

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.

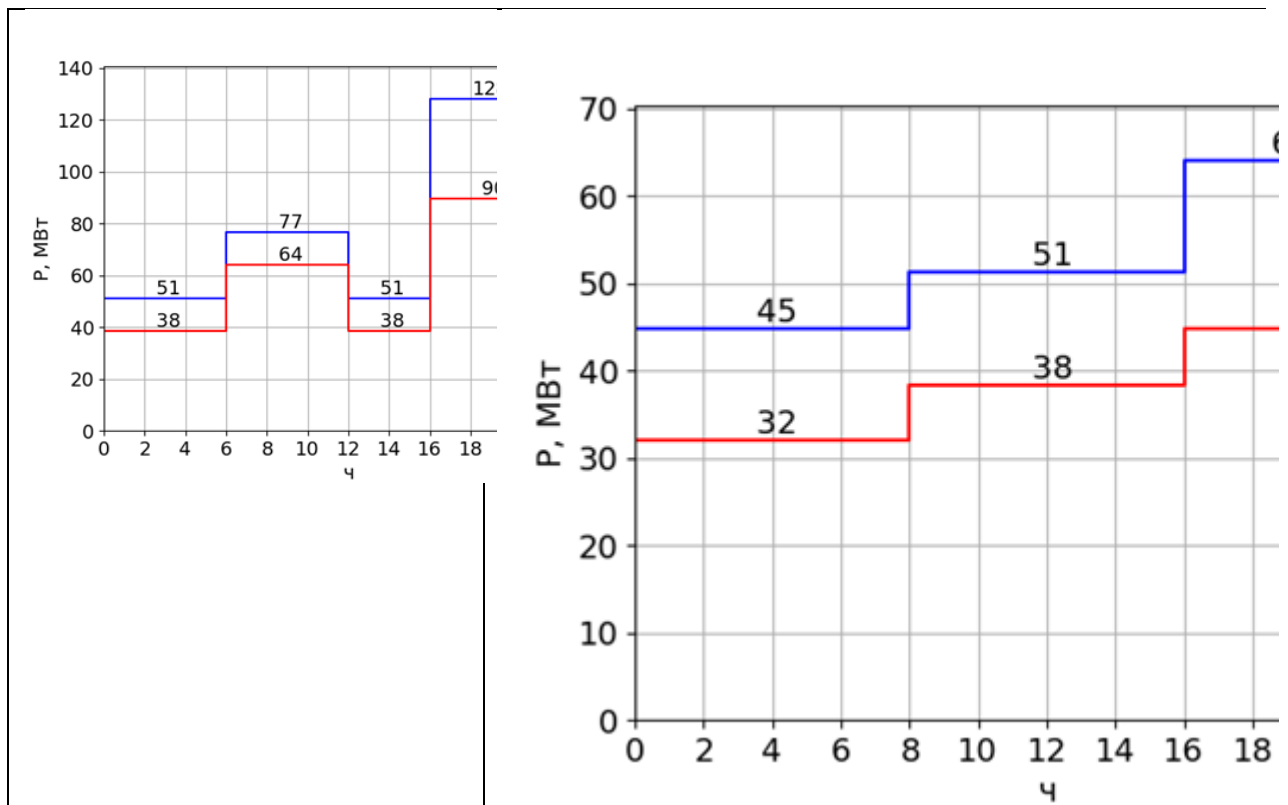
Исходные данные

U <sub>вн</sub> = 220 кВ	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
U <sub>сн</sub> = 110 кВ	
U <sub>нн</sub> = 6 кВ	
	Тлето = 20 °С
	Тзима = -10 °С

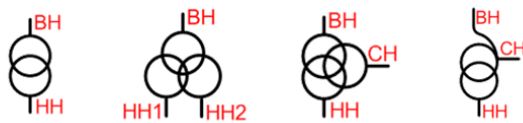
Для всех потребителей принять  $\cos\varphi = 0.88$

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

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



### Материалы для проверки остаточных знаний



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. 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. 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

5. На каких станциях применяют обратимые агрегаты?

Ответы:

- А. КЭС
- Б. ТЭЦ
- В. АЭС
- Г. ГАЭС

Верный ответ: Г

6. 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

7. 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.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

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

**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.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

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