

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

**Фонд оценочных средств**

по дисциплине

*«Электрические станции и подстанции»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения


Заочная

Бузулук 2024


Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры общепрофессиональных и технических дисциплин

протокол № 6 от 12.02.2024 г.

декан строительно-технологического факультета  И.В. Завьялова  
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:

Доцент  М.А. Вильданова  
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

## Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
ПК*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-4 Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования и выбора оптимального состава оборудования систем электроснабжения	<p><b><u>Знать:</u></b> - типы электростанций, применяемых для электроснабжения промышленных предприятий, типы подстанций, применяемых в электрических сетях; -особенности конструкции силовых трансформаторов и автотрансформаторов, применяемых на электростанциях и подстанциях, их системы охлаждения и нагрузочную способность;</p>	Блок А – задания репродуктивного уровня А.0 Тестовые вопросы А.1 Вопросы для опроса
		<p><b><u>Уметь:</u></b> -выбирать типы, число и мощность трансформаторов (автотрансформаторов) связи с системой на электростанциях; -определить величину и длительность допустимых систематических нагрузок и аварийных перегрузок силовых трансформаторов;</p>	Блок В – задания реконструктивного уровня  Блок В.1. Типовые задачи
		<p><b><u>Владеть:</u></b> -навыками поиска информации о характеристиках электрооборудования электростанций и подстанций</p>	Блок С – задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня Блок С.0 Курсовая работа Блок С.1 Индивидуальные творческие задания
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-5 Демонстрирует способность выбирать и проверять параметры электрооборудования станций и подстанций в различных режимах работы (нормальный, аварийный и	<p><b><u>Знать:</u></b> -конструктивные особенности и выбор основного электрооборудования и токопроводов в распределительных устройствах электростанций и подстанций; -основные требования к</p>	Блок А – задания репродуктивного уровня А.0 Тестовые вопросы А.1 Вопросы для опроса

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
	послеаварийные режимы, режим минимальных и максимальных нагрузок) с помощью математических моделей	<p>главным схемам электростанций и подстанций и принципы выбора схем распределительных устройств;</p> <p><b>Уметь:</b> -проводить технико-экономическое сравнение вариантов главных схем электростанций и подстанций; -рассчитать токи КЗ в схемах электростанций и подстанций и определить необходимость ограничения уровней токов КЗ</p> <p><b>Владеть:</b> навыками по расчету режимов работы основного электрооборудования (синхронных генераторов, силовых трансформаторов и т.п.)</p>	<p>Блок В – задания реконструктивного уровня Блок В.1. Типовые задачи</p> <p>Блок С – задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня Блок С.0 Курсовая работа Блок С.1 Индивидуальные творческие задания</p>
ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию		<p><b>Знать:</b> - принципы компоновки электрооборудования на электростанциях и подстанциях и выбор конструкции распределительных устройств; -основные механизмы собственных нужд электростанций и особенности выполнения схем питания собственных нужд</p> <p><b>Уметь:</b> - применять стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации.</p>	<p>Блок А – задания репродуктивного уровня А.0Тестовые вопросы А.1 Вопросы для опроса</p> <p>Блок В – задания реконструктивного уровня Блок В.1. Типовые задачи</p>

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
		<p>- отображать главные схемы электрических станций и подстанций.</p> <p>- выполнять комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов главных схем станций и подстанций</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>-навыками применения полученной информации при проектировании электрооборудования и распределительных устройств;</p> <p>- навыками работы в интерактивных графических 2D и 3D системах для выполнения и редактирования изображений и чертежей, составления спецификаций, отчетов, различных электрических схем, оформления чертежно-конструкторских работ</p>	<p>Блок С – задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня</p> <p>Блок С.0 Курсовая работа</p> <p>Блок С.1</p> <p>Индивидуальные творческие задания</p>
ПК*-10 Способен составлять технологические схемы станций и подстанций	<p>ПК*-10-В-1 Демонстрирует способность составлять схемы электрической части станций и подстанций, формировать структурные схемы и схемы распределительных устройств электроустановок с учетом требований ГОСТ, норм и правил, действующих в электроэнергетике</p> <p>ПК*-10-В-3 Демонстрирует знания основных технологических схем станций и подстанций</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>-область применения источников оперативного тока, схемы соединений; способы ограничения уровня токов короткого замыкания (КЗ) на электростанциях и подстанциях;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>-выбирать токоведущие части и основное электрооборудование (высоковольтные выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, измерительные трансформаторы тока и напряжения, реакторы, разрядники, изоляторы, предохранители) во всех присоединениях распределительных</p>	<p>Блок А – задания репродуктивного уровня</p> <p>А.0 Тестовые вопросы</p> <p>А.1 Вопросы для опроса</p> <p>Блок В – задания реконструктивного уровня</p> <p>Блок В.1. Типовые задачи</p>

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
		устройств электростанций и подстанций;	
		<b>Владеть:</b> -навыками оформления, представления и защиты результатов проектных решений. - критериями выбора электрических схем электростанций и подстанций; технико-экономическим методом сравнения вариантов главных схем станций и подстанций	Блок С – задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня Блок С.0 Курсовая работа Блок С.1 Индивидуальные творческие задания

**Раздел 2. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (оценочные средства). Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

#### **Блок А**

А.0 Фонд тестовых заданий по дисциплине, разработанный и утвержденный в соответствии с Положением о фонде тестовых заданий: *Фонд тестовых заданий по дисциплине «Электрические станции и подстанции»/ сост. Вильданова М.А. – Бузулук: Бузулук. гуман.-технолог. институт (филиал) ОГУ, 2023. – 24с.*

***ПК\*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности***

1 Выключатели нагрузки:предназначены для:

- а) отключения рабочего тока;
- в) подключения рабочего тока;
- с) отключения нулевого тока;
- д) подключения нулевого тока;
- е) все вышеперечисленное.

**Правильный ответ: в**

2. Вопрос 2 (выбор одного правильного ответа)

К ограничивающим аппаратам относятся

- а) разрядники;
- в) короткозамыкатели;
- с) делители напряжения;
- д) выключатели.

**Правильный ответ: а**

3 Задачей разъединителей является:

- а) коммутация элементов цепи при отсутствии тока;
- в) выключатели баковые маслонаполненные;
- с) ограничения напряжения;

**Правильный ответ: а**

4 Под номинальной мощностью автотрансформатора понимается мощность:

- а) на связанных выводах обмоток ВН или СН;
- в) на выводах обмоток ВН или СН;
- с) на выводах обмоток ВН;
- д) на выводах обмоток СН.

**Правильный ответ: а**

5 Для производства с постоянным графиком нагрузки коэффициент заполнения суточного графика можно принять равным:

- а) 0,95;
- в) 0,85;
- с) 1;
- д) 0,37.

**Правильный ответ: а**

**ПК\*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Коэффициент спроса ( $P_{расч}/P_{ном}$ ) для алюминиевого завода можно принять равным:

- а) 0,95;
- в) 0,85;
- с) 1;
- д) 0,37.

**Правильный ответ: в**

2 Коэффициент спроса при расчете аварийного освещения принимается равным:

- а) 0,95;
- в) 0,85;
- с) 1;
- д) 0,37.

**Правильный ответ: с**

3 Коэффициент спроса ( $P_{расч}/P_{ном}$ ) для металлургического завода можно принять равным

- а) 0,95;
- в) 0,85;
- с) 1;
- д) 0,37.

**Правильный ответ: д**

4. Максимальное значение активной мощности  $i$ -ступени совмещенного графика нагрузки составляет:

- а) 1%  $P_{\text{макс}}$ ;
- в) 10%  $P_{\text{макс}}$ ;
- с) 70%  $P_{\text{макс}}$ ;
- д) 15%  $P_{\text{макс}}$

**Правильный ответ: а**

5 При составлении графика потребления мощности потери собственных нужд принимаются равным:

- а) 1%  $P_{\text{макс}}$ ;
- в) 10%  $P_{\text{макс}}$ ;
- с) 70%  $P_{\text{макс}}$ ;
- д) 15%  $P_{\text{макс}}$

**Правильный ответ: в**

### **ПК\*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию**

1 При установке на ПС 2-х трансформаторов мощность, протекающая через каждый трансформатор не должна превышать:

- а) 1%  $P_{\text{макс}}$ ;
- в) 10%  $P_{\text{макс}}$ ;
- с) 70%  $P_{\text{макс}}$ ;
- д) 15%  $P_{\text{макс}}$

**Правильный ответ: с**

2. Суточный график нагрузки разбивается по мощности на:

- а) 24 ступени;
- в) 20 ступени;
- с) 14 ступени;
- д) 25 ступени

**Правильный ответ: а**

3. Число часов использования максимума нагрузки для осветительной нагрузки составляет:

- а) 1700ч;
- в) 1000ч;
- с) 2000ч;
- д) 500ч

**Правильный ответ: а**

4 Число часов использования максимума нагрузки для двухсменного предприятия составляет:

- а) 1700ч;
- в) 3500ч;
- с) 2000ч;
- д) 500ч

**Правильный ответ: в**

5. При отношении  $R/X = 0.4$  Куд равен:

- а) 1,2;
- в) 1,3;
- с) 1,4;
- д) 1,7.



**Правильный ответ: а**

**ПК\*-10 Способен составлять технологические схемы станций и подстанций**

1 Допустимая температура нагрева медных шин под действием кратковременным токов кз:

- а) 250;
- в) 300;
- с) 350;
- д) 400.

**Правильный ответ: в**

2. Ход подвижного контакта вакуумного выключателя 10 кВ составляет:

- а) 5-10 мм;
- в) 5-9 мм;
- с) 15-20 мм;;
- д) 12мм.

**Правильный ответ: а**

3 Баковые масляные выключатели применяются для напряжения:

- а) 35-220 кВ
- в) 220 кВ
- с) 6-20 кВ
- д) 20 кВ

**Правильный ответ: а**

4. Электромагнитные выключатели применяются для номинального напряжения

- а) 35-220 кВ
- в) 1150 кВ
- с) 6-20 кВ
- д) 20 кВ

**Правильный ответ: с**

5 Генераторные воздушные выключатели выпускаются для номинальных классов напряжения:

- а) 35-220 кВ
- в) 1150 кВ
- с) 6-20 кВ
- д) 20 кВ

**Правильный ответ: с**

**А.1 Вопросы для опроса:**

- 1 Причины, виды и механизм протекания токов короткого замыкания.
- 2 Определение периодической и аperiodической составляющей тока короткого замыкания, ударный ток.
- 3 Методика расчета периодической составляющей трехфазного ТКЗ произвольный момент времени.
- 4 Каким образом производится учет подпитки от электродвигателей.
- 5 Методы ограничения ТКЗ.
- 6 Конструкция, принцип действия, характеристики предохранителей, достоинства и недостатки.
- 7 Выбор предохранителя и плавкой вставки.

8 Конструкция, принцип действия, характеристики автоматических выключателей.

9 Типы расцепителей автоматических выключателей.

## Блок В

### В.1. Типовые задачи

#### ПК\*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности

Задача 1 Группу электроприемников, суммарная расчетная нагрузка которых  $S_p = 125 \text{ кВА}$ ,  $I_{\text{пуск наиб}} = 120 \text{ А}$ , предполагается питать от распределительного шинпровода длиной 82 м. Расстояние от цеховой ТП до ближайшего конца шинпровода  $l = 42 \text{ м}$ . Шинпровод может быть подключен к сборным шинам 380 В цеховой ТП (1x630 кВА), которая находится на расстоянии 30 м от ближайшего конца шинпровода. Выбрать тип комплектного шинпровода и его номинальные параметры, сечение и марку кабеля, питающего шинпровод; определить напряжение на выводах удаленного электроприемника, подключенного к шинпроводу.

Решение. Определяется расчетный ток для группы электроприемников:  $I_p = S_p \sqrt{3} \cdot 380 = 125 \sqrt{3} \cdot 380 = 189,9 \text{ А}$ . Принимается к установке распределительный шинпровод ШРА-4,  $I_n = 250 \text{ А}$ . Выбирается автоматический выключатель, которым шинпровод будет подключаться к цеховой ТП:  $I_{\text{на}} \geq I_p = 189,9 \text{ А}$ ;  $I_{\text{нр}} \geq I_p = 189,9 \text{ А}$ . где  $I_{\text{на}}$  – номинальный ток выключателя. Принимается  $I_{\text{на}} = I_{\text{нр}} = 250 \text{ А}$ . Пиковый ток цепи  $I_{\text{пик}} \approx I_{\text{пуск наиб}} + I_p = 120 + 189,9 = 309,9 \text{ А}$ . Ток срабатывания расцепителя выключателя  $I_{\text{ср}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{пик}} = 1,25 \cdot 309,9 = 387,4 \text{ А}$ . где 1,25 – коэффициент, учитывающий неточность в определении тока  $I_{\text{кр}}$  при разбросе характеристик электромагнитных расцепителей автоматов.

При кратности тока выключателя  $k_{\text{кр}} = 12$  – кратность отсечки по отношению  $I_{\text{нр}} \cdot k_{\text{кр}} \cdot I_{\text{нр}} = 12 \cdot 250 = 3000 \text{ А}$ . Условие выбора выключателя выполняется, так как  $3000 > 454,4$ . Выбирается автоматический выключатель ВА-51-35,  $I_{\text{на}} = 250 \text{ А}$  с комбинированным расцепителем. Расчетные условия для выбора питающего кабеля:  $I_{\text{дл}} \geq 190 \text{ А}$ ;  $I_{\text{дл}} \geq I_{\text{кр}} \cdot k_z = 250 \cdot 1 = 250 \text{ А}$ . Выбирается кабель АВВГ 3x185+1x95;  $I_n = 270 \text{ А}$ ;  $r = 0,169 \text{ Ом/км}$ ;  $x = 0,059 \text{ Ом/км}$ . Расшифровка аббревиатуры кабеля силового АВВГ: 1. А – жила кабеля изготовлена из алюминиевой жилы. 2. В – изоляция жил изготовлена из ПВХ-пластиката (поливинилхлорид). 3. В – оболочка кабеля изготовлена из ПВХ-пластиката (поливинилхлорид). 4. Г – кабель без брони, т.е. поверх оболочки отсутствует защитный слой. Г – "голый", "гибкий". Определяется потеря напряжения в цеховом трансформаторе:  $\Delta U_t = \beta_t (U_a \cos \varphi + U_p \sin \varphi) = 0,9 (1,2 \cdot 0,8 + 5,37 \cdot 0,6) = 3,76\%$ ; где  $\beta_t$  – коэффициент загрузки трансформатора;  $U_a$  – активная составляющая напряжения к.з. трансформатора;  $U_p$  – реактивная составляющая напряжения к.з. трансформатора;  $\cos \varphi$  – коэффициент активной мощности нагрузки

трансформатора;  $U_a = \Delta P_k S_n = 7,6630 \cdot 100 = 1,2\%$   $U_p = \sqrt{U_k^2 - U_a^2} = \sqrt{5,52^2 - 1,22^2} = 5,42\%$  Потеря напряжения в кабеле  $l = 42 \text{ м}$ , которым подключен шинпровод к цеховой ТП:

$\Delta U_l = \sqrt{3} \cdot 100 \cdot 0,042 \cdot 189,9380 (0,169 \cdot 0,8 + 0,059 \cdot 0,6) = 0,62\%$  Потеря напряжения в распределительном шинпроводе при  $l = 82 \text{ м}$ :

$\Delta U = 0,5 \cdot \sqrt{3} \cdot 102 \cdot I_p \cdot l \cdot U_n (r_0 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi) (3.7) \Delta U_{\text{ш}} = \sqrt{3} \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 0,082 \cdot 189,9380 (0,21 \cdot 0,8 + 0,6) = 2,73\%$

Напряжение на выводах удаленного электроприемника, подключенного к

шинпроводу:  $U = U_{\text{хх}} - \sum \Delta U_i = 105 - \Delta U_{\text{ш}} - \Delta U_l - \Delta U_t = 105 - 2,73 - 0,62 - 3,76 = 97,89\%$  где

$U_{\text{хх}}$  – вторичное напряжение холостого хода трансформатора, принимаемое равным 105 %

Ответ: Напряжение на выводах удаленного электроприемника, подключенного к шинпроводу составит 372 В

## **ПК\*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности**

Задача 1 Определить сечение кабельных линий, питающих односекционные РП-1 и РП-2 напряжением 10 кВ, а также кабельной перемычки между ними, обеспечивающей 20%-е резервирование нагрузки РП-2. Расчетная нагрузка присоединенных к РП потребителей:  $S_{p1} = 3,2 \text{ МВА}$ ,  $S_{p2} = 3,5 \text{ МВА}$ . На шинах источника питания  $I_{\infty} = 5,1 \text{ кА}$ , на шинах РП-1  $I_{\infty} = 5,0 \text{ кА}$ ;  $T_a = 0,01 \text{ с}$ ;  $T_m = 3000 \text{ ч}$ .

Решение. Определяются токи нагрузки обоих РП:  $I_{p1} = 3200 \sqrt{3} \cdot 10 = 184 \text{ А}$ ;  $I_{p2} = 3500 \sqrt{3} \cdot 10 = 201 \text{ А}$ . Выбираются сечения кабелей питающих РП по допустимому нагреву токами нагрузки согласно условию  $I_n \geq I_p$ , выбираем стандартное значение  $I_n$  из таблицы «Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке», приведенной в методических рекомендациях по выполнению данной расчетно-графической работы. Поскольку нагрузки обоих РП примерно одинаковы, то при прокладке в земле для них принимаются кабели ААШв-10(3×95),  $I_n = 194 \text{ А}$ . С учетом  $T_m = 3000 \text{ ч}$  экономическая плотность тока  $j_{\text{э}} = 1,4 \text{ А/мм}^2$ . Соответственно сечение кабелей:  $F_1 = 184 / 1,4 = 131 \text{ мм}^2$ ;  $F_2 = 201 / 1,4 = 144 \text{ мм}^2$ . Принимается стандартное сечение обеих кабельных линий  $F = 150 \text{ мм}^2$ , ( $I_n = 275 \text{ А}$ ). Токковая нагрузка послеаварийного режима при отключении линии, питающей РП-2,

$14 I_{па} = 3,2 + 0,2 \cdot 3,5 \sqrt{3} \cdot 10 = 225 \text{ А}$ . В соответствии с  $I_{па} \leq I_n \cdot k_{нер}$  ( $k_{нер}$  – коэффициент допустимой послеаварийной нагрузки) ток послеаварийного режима меньше, чем ток допустимой перегрузки кабеля, т.е.  $225 \leq 1,3 \cdot 194 \cdot k_{нер} = 1,3$  (допустимая кратковременная перегрузка для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией (табл. 1.3.1 из ПУЭ). Следовательно, сечение кабельной линии, выбранное по допустимому нагреву током нагрузки, является достаточным и в послеаварийном режиме. Термически устойчивое сечение кабеля  $F_{ту} = \sqrt{41,9 \cdot 106} = 64,7 \text{ мм}^2$ , где  $V_k = (5,1 \cdot 103)^2 \cdot (1,6 + 0,01) = 41,9 \cdot 106$ . Принимается стандартное сечение  $F = 70 \text{ мм}^2$ . Поскольку условие экономической плотности тока обусловило самое большое сечение  $F = 150 \text{ мм}^2$ , то оно и является определяющим для обеих линий, питающих РП-1 и РП-2. Расчетный ток кабельной перемычки между РП-1 и РП-2  $I_{p1-2} = 0,2 \cdot 3500 \sqrt{3} \cdot 10 = 40,4 \text{ А}$ . По допустимому нагреву током нагрузки согласно  $I_n \geq I_p$ , принимается кабель ААШв-10(3×16),  $I_n = 75 \text{ А}$ . Термически устойчивое сечение кабельной перемычки  $F_{ту} = \sqrt{25,3 \cdot 106} = 50,24 \text{ мм}^2$ , где  $V_k = (5,0 \cdot 103)^2 \cdot (1,0 + 0,01) = 25,3 \cdot 106 \text{ А}^2 \cdot \text{с}$ . Принимается ближайшее стандартное сечение  $F_{ту} = 50 \text{ мм}^2$ .

Ответ: таким образом, определяющим для кабельной перемычки является условие термической устойчивости к токам КЗ, по которому ее сечение принимается равным  $50 \text{ мм}^2$ .

## **ПК\*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию**

Задача 1 Определить активную электрическую нагрузку группы из трех электроприемников длительного режима работы со следующими данными: а) электродвигатель фрезерного станка 15 кВт,  $K_i = 0,2$ ; б) электродвигатель вентилятора 10 кВт,  $K_i = 0,7$ ; в) электродвигатель токарного станка 7,5 кВт,  $K_i = 0,17$ .

Задача 2 Определить полную расчетную нагрузку механического цеха машиностроительного завода. Удельная расчетная нагрузка цеха  $0,3 \text{ кВА/м}^2$ , площадь цеха  $13000 \text{ м}^2$ .

## **ПК\*-10 Способен составлять технологические схемы станций и подстанций**

Задача 1 Определить потери активной энергии в кабельной линии длиной 2,5 км, выполненной кабелем ААШв-10(3×185), питающей цех предприятия с трехсменным

режимом работы. Годовой расход электроэнергии по цеху составляет  $25000 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  при максимальной токовой нагрузке  $I_m = 280 \text{ А}$  и  $\cos \varphi = 0,88$ .

Решение. По справочным материалам определяется  $r_0 = 0,258 \text{ Ом/км}$  для кабеля с алюминиевыми жилами. Определяется активное сопротивление линии  $R_l = r_0 \cdot l = 0,258 \cdot 2,5 = 0,64 \text{ Ом}$ . Определяется максимальная нагрузка линии  $P_m = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_m \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 280 \cdot 0,88 = 4268 \text{ кВт}$ . Число часов использования максимальной нагрузки  $T_m = 25000 \cdot 10^3 / 4268 = 5858 \text{ ч}$ . При отсутствии графиков для определения согласно приведенной ниже формуле определяется время максимальных потерь  $\tau = (0,124 + \frac{P_m}{10^4}) \cdot 2 \cdot 8760 = (0,124 + 5858/10^4) \cdot 2 \cdot 8760 = 4414 \text{ ч}$ . Определяются потери активной энергии в линии за год  $\Delta E_a = 3(280)^2 \cdot 0,6 \cdot 4414 \cdot 10^{-3} = 622,9 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Ответ: потери активной энергии в кабельной линии за год составят  $622,9 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$

### Блок С

#### С. 0 Тема курсового проекта

1. Проектирование электрической части электростанций.
2. Проектирование главной понизительной подстанции.
3. Проектирование узловой подстанции.
4. Проектирование подстанции глубокого ввода.

#### С.1 Индивидуальные творческие задания

Задача 1 Определение электрических нагрузок при проектировании системы электроснабжения объекта выполняются для характерных мест присоединения приемников электроэнергии (уровней СЭС). При этом отдельно рассматриваются сети до 1 кВ и сети выше 1 кВ. Обобщенная электрическая схема СЭС предприятия приведена на рисунке 1. На схеме цифрами обозначены уровни, для которых рассмотрены методики расчета электрических нагрузок.

Рассмотрим более подробно расчет электрических нагрузок на различных уровнях СЭС.

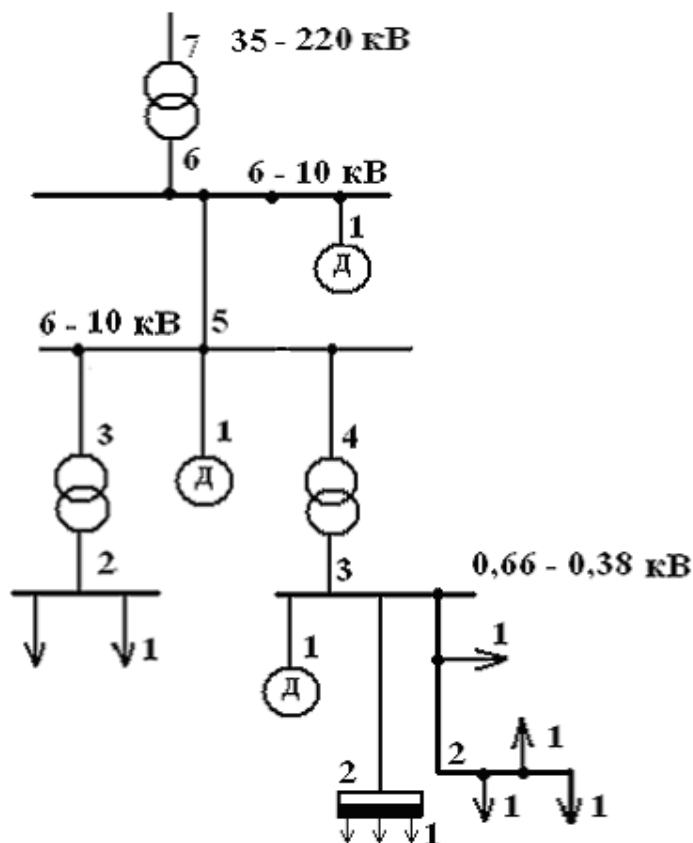


Рисунок 1 Упрощенная схема характерных мест определения расчетных нагрузок в системе электроснабжения промышленного предприятия

#### Первый уровень

За расчетную нагрузку, создаваемую отдельными ЭП напряжением до 1 кВ, принимается средняя мощность. Все ЭП приводятся к длительному режиму (ПВ=1).

Расчетные нагрузки, определенные на данном уровне, необходимы для выбора сечения радиальных или магистральных линий, питающих ЭП; коммутационных и защитных аппаратов.

#### Второй уровень

Расчетную нагрузку, создаваемую группой ЭП напряжением до 1 кВ, определяют по номинальной мощности и средневзвешенному коэффициенту использования для данной группы. По расчетным нагрузкам группы ЭП выбираются сечения распределительных шинпроводов; силовые пункты; сечения линий электропередачи (проводов, кабелей), питающих силовые пункты; коммутационные и защитные аппараты узла нагрузки.

#### Третий уровень

Расчет силовых нагрузок, создаваемых группой ЭП напряжением до 1 кВ на шинах цеховых ТП или силовых пунктов, питающих данное подразделение (цех), производится:

- по номинальной мощности и расчетному коэффициенту, при наличии исходных данных отдельных ЭП;
- по номинальной мощности и коэффициенту спроса, при известной установленной мощности подразделения в целом.

Задача 2 На промышленном объекте установлены промышленные машины. Набор электрооборудования промышленного объекта и исходные данные заданы в таблице 1 в соответствии с вариантом контрольной работы. Состав электрооборудования для каждого варианта заданы в таблице 1.

1. Определить расчетную активную, расчетную реактивную и расчетную полную мощности электрооборудования промышленного объекта.

2. Рассчитать сечение шлангового кабеля для подачи электроэнергии к промышленному механизму, указанному в таблице 1 звездочкой (\*). Сечение выбрать по допустимым длительным токовым нагрузкам.

3. Марку шлангового кабеля выбрать самостоятельно, расшифровать ее и описать конструкцию.

4. Проверить выбранный кабель по потере напряжения, для чего определить потерю напряжения в кабельной линии и сравнить ее с допустимой потерей напряжения.

$\Delta U_{\text{доп}}$  принять 5% от  $U_{\text{ном}}$ .

Длину питающей линии взять 40 м.

Номинальное напряжение  $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$ .

5. Выбрать плавкие предохранители для защиты от токов короткого замыкания кабельной линии, питающей промышленный механизм.

Таблица 1 Исходные данные оборудования строительной площадки.

№ п.п	Наименование строительных механизмов	Установленная мощность $P_y$ , кВт	Коэффициент спроса $K_c$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$
1	Кран башенный АБКС-5		0,7	0,5	3
	эл. двигатель подъема груза	7,5			а
	эл. двигатель поворота башни	2			п
	эл. двигатель подъема стрелы	2			о
	эл. двигатель передвижения грузовой тележки	1,3			л
	Общая установленная мощность	?			н
2	Кран башенный КБ 100		0,7	0,5	и
	эл. двигатель подъема груза	22			т
	эл. двигатель поворота	3,5			ь
	эл. двигатель подъема стрелы	7,5			
	эл. двигатель передвижения	2 x 6,3			с
	Общая установленная мощность	?			а
3	Кран башенный 402Б		0,7	0,65	м
	эл. двигатель подъема груза	30			о

	эл. двигатель поворота башни	5			с
	эл. двигатель подъема стрелы	15			т
	эл. двигатель передвижения	2 x 6,3			о
	Общая установленная мощность	?			я
4	Кран башенный МСК-5		0,4	0,5	т
	эл. двигатель подъема груза	22			е
	эл. двигатель поворота	22			л
	эл. двигатель подъема стрелы	7,5			ь
	эл. двигатель передвижения	2 x 3,5			н
	Общая установленная мощность	?			о

Задача 3 Необходимо осветить прожекторами промышленный объект размером  $205 \times 100 \text{ м} = 20500 \text{ м}^2$ .

По принятым нормам общего освещения освещенность (Е) объекта на уровне земли равной 2 лк. Тип прожекторов примем ПЗС-35 с лампой 500 Вт. Находим освещаемую площадь:  $S = 205 \times 100 = 20500 \text{ м}^2$ .

Удельную мощность прожекторов (w) примем равной  $0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$ .

Определяем мощность прожекторов по формуле 1;  $n = 24,6$  шт.

Следует установить 24 прожектора на шести мачтах высотой порядка 13 м, разместив мачты по контуру объекта.

## Блок D

### Вопросы к экзамену

- 1 Особенности электроснабжения, как отрасли промышленности.
- 2 Основные типы электроприемников.
- 3 Определение энергетической и электрической системы.
- 4 Схемы электроэнергетической системы.
- 5 Типы электрических станций, характеристика, режимы работы.
- 6 Режимы работы энергосистемы.
- 7 Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. Последствия нарушения баланса.
- 8 Назначение УРП, ГПП, ПГВ, РП, ЦТП. Какие мощности и напряжения применяются на данных подстанциях.
- 9 Характеристика основных режимов работы СЭС.

- 10 Определение графиков нагрузки и классификация.
- 11 Показатели, характеризующие потребителей электроэнергии.
- 12 Методы определения расчетных нагрузок. Краткая характеристика.
- 13 Методика определения расчетных электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников и коэффициента максимума.
- 14 Определение центра электрических нагрузок.
- 15 Уровни СЭС.

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

**Оценивание выполнения тестов**

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота выполнения тестовых заданий; 2. Своевременность выполнения;	Выполнено более 95 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос



Хорошо	3. Правильность ответов на вопросы; 4. Самостоятельность тестирования.	Выполнено от 75 до 95 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.
Удовлетворительно		Выполнено от 50 до 75 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
Неудовлетворительно		Выполнено менее 50 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

#### Оценивание устного ответа на практическом занятии

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий); 3. Самостоятельность ответа; 4. Культура речи; 5. Степень осознанности, понимания изученного 6. Глубина / полнота рассмотрения темы; 7. соответствие выступления	Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо	теме, поставленным целям и задачам	Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.

Удовлетворительно		Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно		Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

#### Оценивание выполнения практической задачи

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полнота выполнения;</li> <li>2. Своевременность выполнения;</li> <li>3. Последовательность и рациональность выполнения;</li> <li>4. Самостоятельность</li> </ol>	Задание решено самостоятельно. Студент учел все условия задачи, правильно определил статьи нормативно-правовых актов, полно и обоснованно решил правовую ситуацию

Хорошо	решения; 5. способность анализировать и обобщать информацию. 6. Способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; 7. Установление причинно-следственных связей, выявление закономерности;	Студент учел все условия задачи, правильно определил большинство статей нормативно-правовых актов, правильно решил правовую ситуацию, но не сумел дать полного и обоснованного ответа
Удовлетворительно		Задание решено с подсказками преподавателя. Студент учел не все условия задачи, правильно определил некоторые статьи нормативно-правовых актов, правильно решил правовую ситуацию, но не сумел дать полного и обоснованного ответа
Неудовлетворительно		Задание не решено.

#### Оценивание ответа на зачете/экзамене

Бинарная шкала	Показатели	Критерии
Зачтено	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий); 4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи.	1 Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок. 1 Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями. 2 Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы,

Бинарная шкала	Показатели	Критерии
		знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Не зачтено		Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

### Раздел 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Основными этапами формирования компетенций по дисциплине при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов.

При оценивании результатов обучения: знания, умения, навыки и/или опыта деятельности (владения) в процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего, рубежного и итогового контроля (промежуточной аттестации).

Таблица - Формы оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Практические задания и задачи	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые	Комплект задач и заданий

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
		<p>понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;</p> <p>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;</p> <p>в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.</p> <p>Рекомендуется для оценки знаний умений и владений студентов.</p> <p>Форма предоставления ответа студента: письменная или работа в системе электронного обучения Moodle.</p>	
2	Тест	<p>Система стандартизированных простых и комплексных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний, умений и владений обучающегося.</p> <p>Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений студентов.</p> <p>Используется веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ». На тестирование отводится 60 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 20 вопросов. За каждый правильный ответ на вопрос дается 1 балл. Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он набрал 50 % правильных ответов. Оценка «не зачтено» ставится, если студент набрал менее 50 % правильных ответов.</p>	Фонд тестовых заданий
3	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения	Комплект билетов.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
		<p>обучающегося по учебной дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений студентов.</p> <p>Работы студента может быть принято решение о признании студента освоившим отдельную часть или весь объем учебного предмета по итогам семестра и проставлении в зачетную книжку студента –«зачтено». Студент, не выполнивший минимальный объем учебной работы по дисциплине, не допускается к сдаче зачета.</p> <p>Зачет сдается в устной форме или в форме тестирования.</p>	