

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

« 14 » 04 2021 г.



### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

Б1.В.12 «Электробезопасность в электроэнергетике и электротехнике»

(наименование дисциплины (модуля))

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Электроснабжение»

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

Бакалавр

квалификация

очная/заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

Доцент  
(должность)

(подпись)

Е. Н. Гаврилов  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,  
протокол от 18.03 2021 г. № 7

Зав. кафедрой

(подпись)

Е. В. Тумаева  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Тумаева Е.В., зав. кафедрой ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Ф.И.О., должность, организация, подпись

***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования  
в процессе освоения дисциплины***

ПК-1 Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения и оформлять техническую документацию.

Индикаторы компетенции:

ПК-1.1 - Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании системы электроснабжения; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования системы электроснабжения;

ПК-1.2 - Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной системы электроснабжения; использовать теоретические знания на практике при проектировании системы электроснабжения;

ПК-1.3 - Владеет базовыми знаниями в области систем электроснабжения; навыками использования основных методов расчета для проектирования систем электроснабжения.

ПК-2 Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами и оформлять техническую документацию.

Индикаторы компетенции:

ПК-2.1 Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании автоматизированной системы управления технологическими процессами; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования автоматизированной системы управления технологическими процессами;

ПК-2.2 Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной автоматизированной системы управления технологическими процессами; использовать теоретические знания на практике при проектировании автоматизированной системы управления технологическими процессами;

ПК-2.3 Владеет базовыми знаниями в области автоматизированных систем управления технологическими процессами; навыками использования основных методов расчета для проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ПК-3 Разработка отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода и оформление технической документации.

Индикаторы компетенции:

ПК-3.1 Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании системы электропривода; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования систем электропривода;

ПК-3.2 Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной системы электропривода; использовать теоретические знания на практике при проектировании систем электроприводов;

ПК-3.3 Владеет базовыми знаниями в области систем электроприводов; навыками использования основных методов расчета для проектирования систем электроприводов.

Для очного отделения

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b>				<b><i>Наименование оценочного средства</i></b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-1.1	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-1.2	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-1.3	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-2.1	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-2.2	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-2.3	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-3.1	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-3.2	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен
ПК-3.3	Тема 1-12	Тема 4-5, Тема 7-8	Тема 7-8	Не предусмотрены	Расчетно-графическая работа/экзамен

Для заочного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-11	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-1.2	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-1.3	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-2.1	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-2.2	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-2.3	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-3.1	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-3.2	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен
ПК-3.3	Тема 7-9	Тема 7-9	Тема 7	Не предусмотрены	Контрольная работа/экзамен

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

**Для очного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов (базовый уровень)</b>	<b>Max, баллов (повышенный уровень)</b>
Расчетно-графическая работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

**Для заочного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов (базовый уровень)</b>	<b>Max, баллов (повышенный уровень)</b>
Контрольная работа	1	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (незачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

### Краткая характеристика оценочных средства

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Расчетно- графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль/программа: «Электроснабжение»

**Комплект заданий для расчетно-графической работы  
(для очного отделения)  
по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»**

В ходе выполнения расчетно-графической работы необходимо:

- 1) описать электрическую схему подстанции (в дальнейшем – ПС);
- 2) рассчитать токи короткого замыкания (в дальнейшем – КЗ) и тепловое действие токов КЗ;
- 3) выбрать электрические аппараты, изображенные на схеме (за исключением трансформаторов собственных нужд);
- 4) проверить выбранные аппараты по условиям короткого замыкания;
- 5) выбрать токоведущие части на подстанции (провода и шины) и проверить их по условиям термической стойкости;
- 6) выбрать изоляторы и проверить их на электродинамическую стойкость;
- 7) обосновать выбранный тип оборудования, отразить его достоинства и недостатки.

После выполнения работы студент должен:

- 1) уметь рассчитывать токи КЗ;
- 2) уметь выбирать электрические аппараты по номинальным параметрам сети;
- 3) уметь проверять аппараты по условиям КЗ;
- 4) уметь обосновывать выбор типа оборудования;
- 5) знать принципы работы и конструкцию оборудования;
- 6) знать условно-графические и буквенные обозначения аппаратов.

Исходные данные для проведения расчета представлены в таблице №1

Таблица 1

№ вар.	№ схе- мы	Активное сопротивление энергосистемы $R_c$	Индуктивное сопротивление энергосистемы $X_c$	Высокое напряжение, кВ	Низкое напряже- ние, кВ	Мощность трансформа- тора, МВА
1	1	0,36	2,83	110	10	2,5
2	1	0,1	2,9	110	10	6,3
3	1	0,45	3,1	110	10	10
4	2	0,1	3,3	110	10	16
5	2	0,8	9	110	10	25
6	2	1,3	7,3	110	10	40
7	2	2,5	5,9	110	10	63
8	2	2,9	8,4	110	10	80
9	2	2,35	9,3	110	10	125
10	2	3,2	12,1	110	10	200
11	1	0,6	2,8	110	10	2,5
12	1	1,03	2,83	110	6	6,3
13	1	0,08	2,83	110	6	10
14	1	0,4	3	110	6	16
15	2	0,8	5,9	110	6	25
16	2	1,3	5,4	110	6	40
17	2	3,2	11,3	110	6	63
18	2	4	15,8	110	6	80
19	1	0,83	1,68	110	6	0,63
20	1	0,98	1,45	35	10	1
21	1	1,32	1,17	35	10	2,5
22	1	1,87	1,63	35	10	4
23	1	0,7	1,87	35	10	6,3
24	1	1	1,5	35	10	10
25	2	0,68	1,75	35	10	16
26	2	1,32	1,6	35	10	25
27	2	1,14	1,35	35	10	32
28	2	1,1	1,64	35	10	40
29	2	0,98	1,48	35	10	63
30	1	1,32	1,87	35	10	0,63
31	1	1,25	1,3	35	6	1
32	1	1,09	1,87	35	6	2,5
33	1	0,87	1,62	35	6	4
34	1	0,83	1,78	35	6	6,3
35	1	1,2	1,24	35	6	10
36	1	1,26	1,3	35	6	16
37	2	1,34	1,84	35	6	25
38	2	1,39	1,42	35	6	32
39	2	1,1	1,38	35	6	10
40	2	1,23	1,85	35	6	63

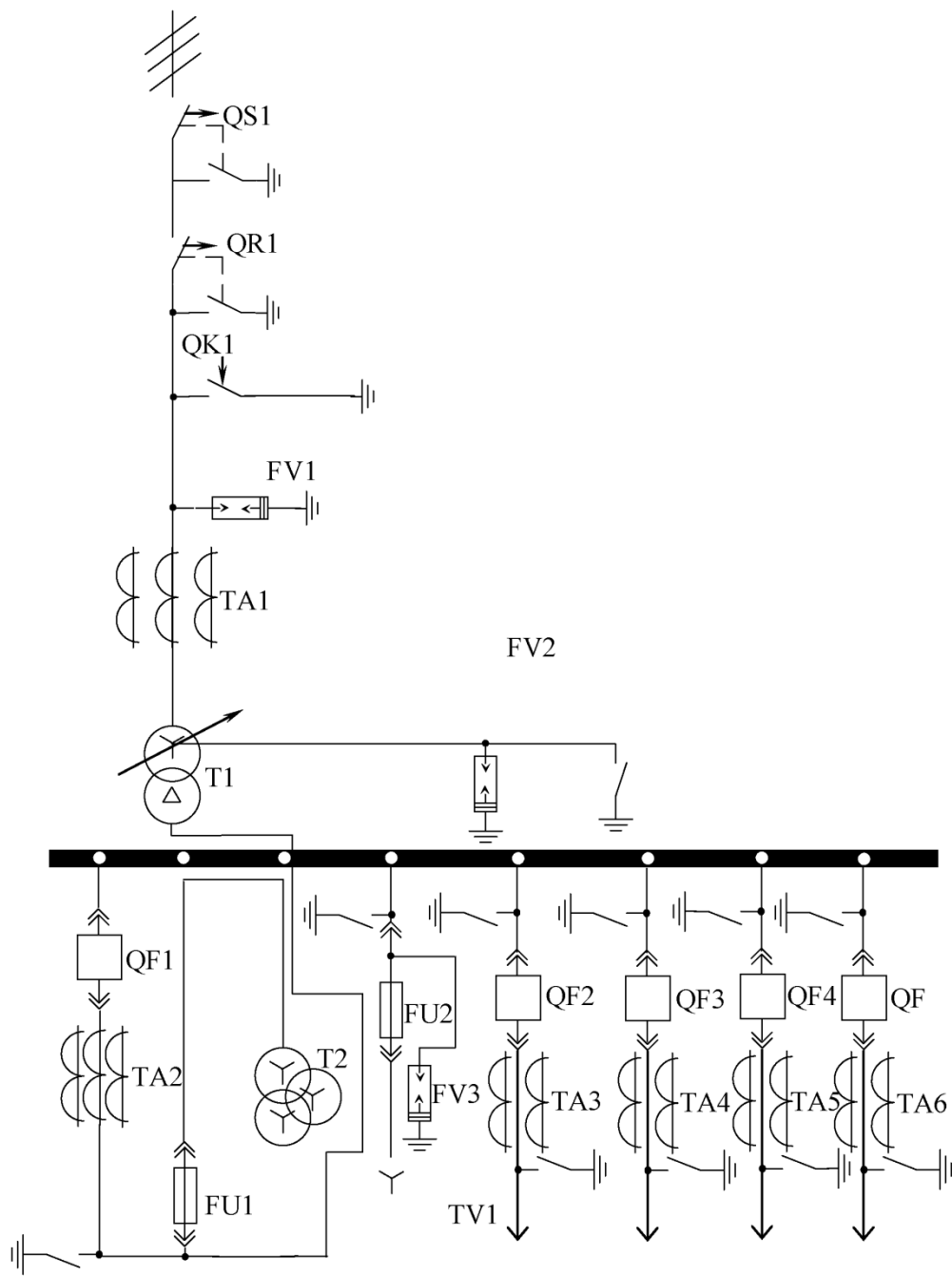


Рис. 2. Схема № 1

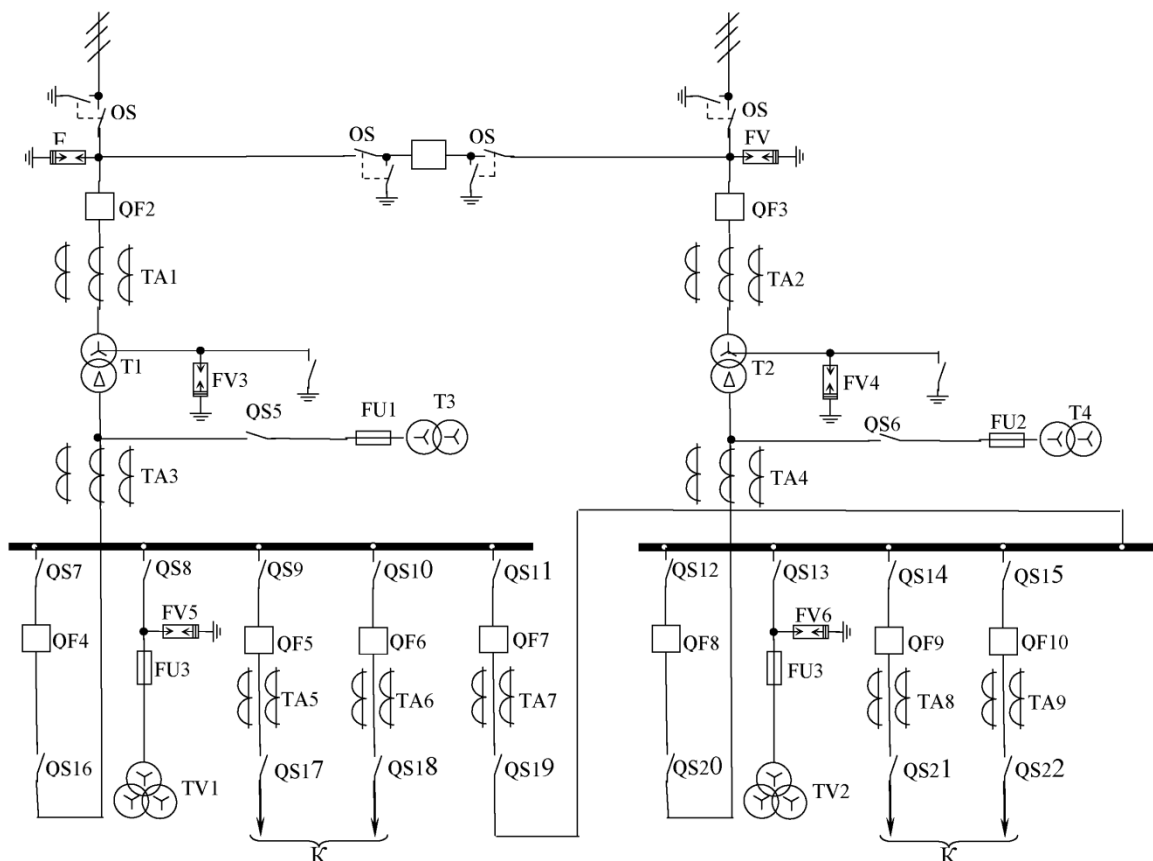


Рис. 3. Схема № 2

**Максимальный балл за контрольную работу составляет 60, минимальный балл 36.**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий*  
*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
(код и наименование)

Профиль/программа: «Электроснабжение»  
(наименование)

**Комплект заданий для контрольной работы**  
**(для заочного отделения)**  
по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»  
(наименование дисциплины)

**Задача 1.** Трансформатор мощностью  $S_{\text{ном}}$  кВ·А предполагается подключить к шинам подстанции посредством выключателя нагрузки с предохранителями, которые необходимо выбрать, если известно, что на шинах подстанции мощность и токи к.з. имеют следующие значения:  $I''$  кА,  $I_{\infty}$  кА,  $i_y$  кА,  $I_y$  кА,  $S_{0,2}$  МВ·А.

Напряжение сети  $U_{\text{ном}} = 6$  кВ. Выключатель принять без устройства подачи команды на отключающий электромагнит при срабатывании предохранителей, с предохранителями ПК и заземляющими ножами за предохранителями.

Исходные данные для выполнения задания 1:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{\text{ном}},$ кВА	400	630	1000	1600	2500	160	250	400	630	1000
$I'',$ кА	4,13	8,15	3,44	9,35	7,12	10,2	4,5	8,61	4,31	5,1
$I_{\infty},$ кА	4,5	8,5	4	10,7	7,5	12,5	5,3	9,3	5,1	6,7
$i_y,$ кА	8,9	11,2	7,5	15,4	9,6	15,1	7,8	13,1	6,3	7,6
$I_y,$ кА	6,3	7,8	5,3	10,8	6,8	10,6	5,8	9,2	4,4	5,35
$S_{0,2},$ МВА	38	42	54	13	58	26	33	71	15	78

**Задача 2.** Выбрать реактор для ограничения тока к.з. в сети напряжением  $U_{\text{ном}}$  кВ с рабочим током А до значения, при котором допускается установка за реактором выключателя ВМП-10-1000-20У2, если известно, что при базисной мощности  $S_6$  МВ·А относительное расчетное базисное сопротивление схемы замещения до точки присоединения реактора  $X^*_6$ . Потребитель питается от системы бесконечной мощности ( $S_c = \infty$ ,  $X_c = 0$ ).

Исходные данные для выполнения задания 2:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{\text{НОМ}}, \text{кВ}$	10,5	6,3	10,5	6,3	10,5	6,3	10,5	6,3	10,5	6,3
$I_{\text{РАБ}}, \text{А}$	1000	630	400	1000	630	400	1000	630	400	630
$S_{\text{Б}}, \text{МВА}$	100	50	200	150	90	60	120	30	60	200
$X_{\text{б}}^*$	0,19	0,112	0,57	0,154	0,16	0,151	0,28	0,131	0,43	0,26

**Задача 3.** Воздушная ЛЭП 35 кВ питает шахтную подстанцию ГПП по системе глубокого ввода. Выбрать тип трубчатых разрядников для защиты линии от грозových перенапряжений, если установившийся ток трехфазного к.з. в месте установки разрядников  $I'' = I_{\infty}$  кА. Ударный коэффициент  $K_y$ .

Исходные данные для выполнения задания 3:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_{\infty}, \text{кА}$	3,6	8,5	4	10,7	7,5	12,5	5,3	9,3	5,1	6,7
$K_y$	1,8	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,1	1,3	1,6	1,1

**Задача 4.** Выбрать трансформаторы тока, установленные на РУ-6 кВ компрессорной станции, если номинальный ток установки  $I_{\text{НОМ. уст}}$  А. Трансформаторы тока питают релейную защиту и счетчик для технического учета, необходимого для контроля распределения электроэнергии. Вторичные обмотки трансформаторов для релейной защиты и счетчиков включены по схеме неполной звезды (см. рис. 1.15). Токи трехфазного к.з. на шинах РУ:  $I''$  кА,  $I_{\infty}$  кА, ударный коэффициент  $K_y$ . Выдержка времени защиты  $t_3$  с, собственное время отключения выключателя  $t_{\text{в}}$  с.

Исходные данные для выполнения задания 4:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_{\text{НОМ. уст}}, \text{А}$	1000	630	400	1000	630	400	1000	630	400	630
$I'', \text{кА}$	4,13	8,15	3,44	9,35	7,12	10,2	4,5	8,61	4,31	5,1
$I_{\infty}, \text{кА}$	4,5	8,5	4	10,7	7,5	12,5	5,3	9,3	5,1	6,7
$K_y$	1,8	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,1	1,3	1,6	1,1
$t_3, \text{с}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$t_{\text{в}}, \text{с}$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

**Задача 5.** Для подстанции предприятия напряжением 10 кВ выбрать трансформаторы напряжения однофазные, питающие восемь счетчиков активной энергии, четыре счетчика реактивной энергии, три вольтметра типа ЭВ и три реле напряжения типа РНБ. Потребляемые мощности: В·А — счетчиком, В·А — вольтметром, В·А — реле. Нагрузка от соединительных проводов не учитывается.

Исходные данные для выполнения задания 5:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U <sub>ном</sub> , кВ	10,5	6,3	10,5	6,3	10,5	6,3	10,5	6,3	10,5	6,3
Мощность счетчиков, ВА	1,75	8,15	3,44	9,35	7,12	10,2	4,5	8,61	4,31	5,1
Мощность вольтметров, ВА	4,5	8,5	4	10,7	7,5	12,5	5,3	9,3	5,1	6,7
Мощность реле, ВА	1,8	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,1	1,3	1,6	1,1

**Максимальный балл за контрольную работу составляет 60, минимальный балл 36.**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий*  
*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
(код и наименование)

Профиль/программа: «Электроснабжение»  
(наименование)

### **Вопросы к экзамену**

По дисциплине «Электрические и электронные аппараты»

1. Тепловые, электромагнитные и контактные явления в электрических аппаратах.
2. Определение термической стойкости коммутационных аппаратов.
3. Определение электродинамической стойкости коммутационных аппаратов.
4. Устройство и принцип работы электромеханических реле: электромагнитные, индукционные, магнитоуправляемые и герконы;
5. Устройство и принцип работы тепловых и токовых реле, предохранителей. Классификация и условия выбора.
6. Устройство и принцип работы контакторов и магнитных пускателей. Классификация и условия выбора.
7. Устройство и принцип работы автоматических выключателей, принцип токоограничение. Классификация и условия выбора.
8. Устройство и принцип работы расцепителей автоматических выключателей. Классификация и условия выбора.
9. Устройство и принцип работы аппаратов защитного отключения. Классификация и условия выбора.
10. Устройство и принцип работы выключателей высокого напряжения. Классификация и условия выбора.
11. Устройство и принцип работы воздушных выключателей. Классификация и условия выбора.
12. Устройство и принцип работы элегазовых выключателей. Классификация и условия выбора.
13. Устройство и принцип работы масляных выключателей. Классификация и условия выбора.
14. Устройство и принцип работы вакуумных выключателей. Классификация и условия выбора.
15. Устройство и принцип работы разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Классификация и условия выбора.

16. Устройство и принцип работы измерительных трансформаторов высокого напряжения. Классификация и условия выбора.

17. Устройство и принцип работы разрядников и ограничителей перенапряжения, токоограничивающих реакторов. Классификация и условия выбора.

18. Устройство и принцип работы транзисторных реле и контакторов. Условия выбора.

19. Устройство и принцип работы тиристорных контакторов постоянного тока. Разновидности и условия выбора.

20. Устройство и принцип работы гибридных аппаратов постоянного тока. Разновидности и условия выбора.

21. Устройство и принцип работы тиристорных контакторов переменного тока с естественной коммутацией. Условия выбора.

22. Устройство и принцип работы тиристорных контакторов переменного тока с искусственной коммутацией. Условия выбора.

23. Устройство и принцип работы реле и контакторов переменного тока на управляемых ключах. Условия выбора.

24. Устройство и принцип работы гибридных аппаратов переменного тока. Разновидности и условия выбора.

25. Устройство и принцип работы регуляторов постоянного напряжения.

26. Устройство и принцип работы регуляторов переменного напряжения.

27. Структура микропроцессорных систем коммутации электрические цепей низкого напряжения. Программируемые логические контроллеры. Условия выбора.

28. Структура микропроцессорных систем коммутации электрические цепей высокого напряжения. Программируемые логические высоковольтные ячейки. Условия выбора.

***Максимальное количество баллов за экзамен 40: максимальное количество баллов за первый вопрос 20, максимальное количество баллов за второй вопрос 20.***

***Минимальное количество баллов за экзамен 24: минимальное количество баллов за первый вопрос 12, минимальное количество баллов за второй вопрос 12.***