

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



Директор

Земский Д.Н.

« 18 » 06 2020 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Б1.В.07 «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

(наименование дисциплины (модуля))

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Электроснабжение»

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2020 г.

Составитель ФОС:

Доцент  
(должность)

  
(подпись)

Р.Н. Ганиев  
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,  
протокол от 15.06 2020 г. № 3


Зав. кафедрой

  
(подпись)

Е.В. Тумаева  
(Ф.И.О.)

**УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМУ

  
(подпись)

Н.И. Никифорова  
(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***

### ***Компетенция***

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

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:

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 – готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности:

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.

<i>Индикаторы достижения компетенции</i>	<i>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</i>				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Тема 1-6	Тема 1-3	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен/заче т
ПК-1.2	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-1.3	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-2.1	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-2.2	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-2.3	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-3.1	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-3.2	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен
ПК-3.3	Тема 1-6	Тема 1-6	Не предусмотрены	Не предусмотрен	РГР/экзамен

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю) за 5 семестр***

<i>Текущая работа студента в течение семестра</i>	<i>Мин. баллов</i>	<i>Макс. баллов</i>
<i>Расчетно-графическая работа</i>	<b>36</b>	<b>60</b>
<i>текущий рейтинг <math>R_{тек}</math></i>	<b>36</b>	<b>60</b>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю) за 6 семестр***

Текущая работа студента в течение семестра	Мин. баллов	Макс. баллов
Расчетно-графическая работа	36	60
<b>текущий рейтинг <math>R_{тек}</math></b>	<b>36</b>	<b>60</b>

**Поощрительные баллы** (не более 6 баллов) за выполнение нетиповых заданий повышенной сложности, участие в олимпиадах, НИР кафедры, написание рефератов и выполнение других работ.

- **экзаменационный рейтинг**  $R_{\text{экз}}$  (баллы, проставляемые экзаменатором за ответы в ходе сдачи экзамена). Его величина не должна превышать 40 баллов. Экзамен считается сданным, если студент получил за него не менее 24 баллов.

оценка	балл
отлично	40
хорошо	32
удовлетворительно	24
неудовлетворительно	менее 24

- **итоговый рейтинг** студента по дисциплине определяется по формуле:

$R_{\text{дис}} = R_{\text{тек}} + R_{\text{экз}}$ . Максимальный рейтинг студента равен 100 баллам.

Пересчет рейтинговой системы в традиционную 4-балльную оценку:

Интервал баллов рейтинга	оценка
$0 \leq R_{\text{дис}} < 60$	Неудовлетворительно
$60 \leq R_{\text{дис}} < 73$	Удовлетворительно
$73 \leq R_{\text{дис}} < 87$	Хорошо
$87 \leq R_{\text{дис}} \leq 100$	Отлично

### **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	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам

			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	дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	73 - 87	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 (не зачтено)	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	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на

			предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	дополнительны е и наводящие вопросы преподавателя.
--	--	--	--	--

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	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 и Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Факультет Информационных технологий

Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Вопросы для зачета с оценкой по дисциплине  
«**Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических  
системах**»

- 1) Как определить начальное значение тока КЗ, создаваемого источником неограниченной мощности, генератором, двигателем, обобщенной нагрузкой?
- 2) На чем основан метод расчетных кривых? Какова область применения этого метода?
- 3) Для каких расчетных условий определения тока КЗ применяются типовые кривые?
- 4) Как определяется значение периодической составляющей тока КЗ в расчетный момент времени по расчетным (типовым) кривым?
- 5) Можно ли при расчете токов КЗ по расчетным кривым объединить в один эквивалентный источник ветвь питания от электрической системы с ветвями питания от генераторов конечной мощности?
- 6) В каких случаях можно выполнить расчет токов КЗ по их общему изменению?



- 7) Как выполняется расчет при подпитки точки КЗ синхронными (асинхронными) двигателями?
- 8) Когда возникает необходимость расчета токов КЗ по их индивидуальному изменению?
- 9) Каковы особенности расчета токов КЗ в электрических сетях напряжением до 1 кВ?
- 10) Как определяется активное переходное сопротивление при КЗ на различных ступенях распределения электрической энергии в сети напряжением до 1 кВ?
- 11) Какими преимуществами обладает система относительных единиц перед системой именованных единиц?
- 12) Чем отличается схема замещения электрической цепи от исходной расчетной схемы?
- 13) Чем отличаются продольная и поперечная несимметрии в трехфазной электрической цепи?
- 14) Почему метод симметричных составляющих применим для расчета только линейных цепей?
- 15) Какие методы используют для расчета несимметричных режимов линейных трехфазных электрических цепей?
- 16) Чем различаются схемы замещения прямой последовательности при поперечной и продольной несимметрии?
- 17) Что принимают за начало и конец схемы замещения прямой (обратной) и нулевой последовательности при поперечной и продольной несимметриях?
- 18) Какие условия, возникающие при несимметричном КЗ, называют граничными?
- 19) Что представляет собой комплексная схема замещения при несимметричном коротком замыкании?
- 20) Какие способы применяют для расчета двойных несимметричных повреждений?

<b>Критерий оценки</b>	<b>Баллы</b>	<b>Оценка</b>	<b>Зачтено / не зачтено</b>
Логически обоснованные, полные и правильные ответы на зачетные вопросы. Развернутые ответы на дополнительные вопросы.	40	Отлично	Зачтено
Достаточно полный ответ. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	32	Хорошо	Зачтено
Неполный ответ (в общих чертах) на зачетные вопросы.	24	Удовлетворительно	Зачтено
Нелогичное построение ответа на зачетные вопросы. Не раскрыта тематика вопросов. Отсутствие аргументации.	< 24	Неудовлетворительно	Не зачтено

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

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий

Задание №1 на расчетно-графическую работу  
на тему «*Расчет токов коротких замыканий и токов замыканий на землю*» по  
дисциплине  
«Переходные процессы в электроэнергетических системах»

В рамках контрольной работы необходимо произвести расчет начальных сверхпереходных токов при авариях в характерных точках СЭС. В качестве аварийных режимов следует принять: трехфазные, двухфазные, однофазные короткие замыкания в сетях с глухозаземленной нейтралью (220, 110, 0,69, 0,4 кВ); трехфазные, двухфазные КЗ и однофазные замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью (35, 10, 6 кВ).

Методические указания к выполнению контрольного задания в источнике:

Расчет токов КЗ в системе электроснабжения промышленного предприятия : методические указания к курсовой работе по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению «Электротехника и электроэнергетика»/ сост. А.Л. Дубов, Р.Н. Ганиев. - Нижнекамск: НХТИ, 2013. - 40 с.

Вариант задания на курсовую работу выбирается в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки (или студенческого билета) и первой буквой фамилии студента.

Тем студентам, чьи фамилии начинаются с букв А до О включительно при выборе типов элементов СЭС ПП следует пользоваться таблицами П1.1 и П1.2 (Приложение 1). Тем, чьи фамилии начинаются с букв П до Я - таблицами П1.3 и П1.4 (Приложение 1).

Содержание курсовой работы зависит от номера расчетной схемы СЭС ПП, который соответствует варианту задания (Приложение 2).

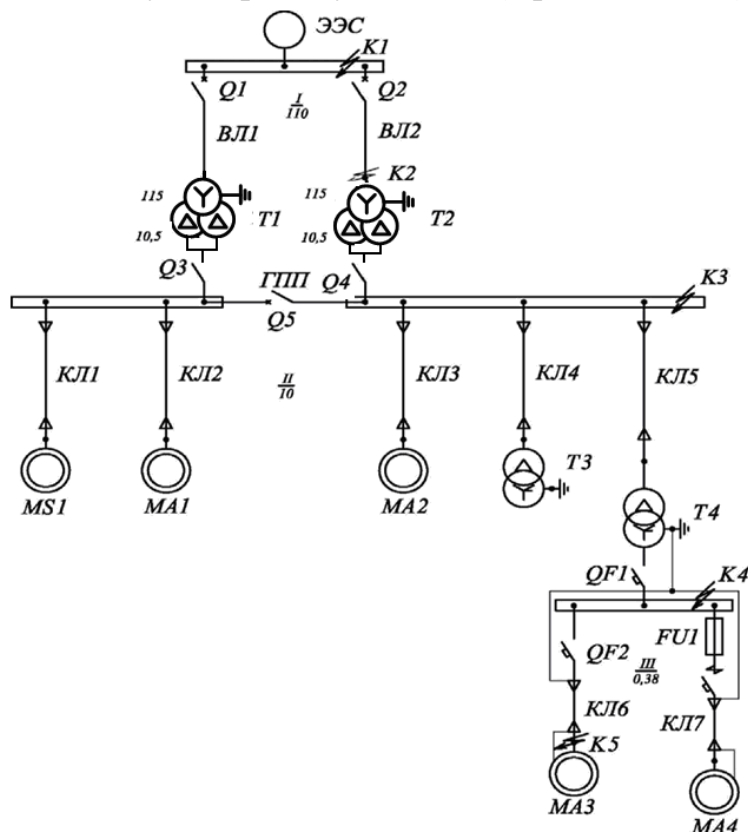


Рис.П.1- Пример расчетной схемы СЭС ПП

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1.1

Вариант	Схема СЭС	Мощность трехфазного КЗ в точке К2, МВ-А	Номинальное напряжение на шинах ЭЭС, кВ	Реакторы	Длина линий ЛЗ и Л4 в схеме 2, км	Синхронные двигатели MS1 и MS2
1	1	600	10	РБ 10-1000-0,22	-	СТД-800
2	1	650	10	РБ 10-1600-0,35	-	СТД-1000
3	1	400	6	РБ 10-1000-0,14	-	СТД-2000
4	1	500	6	РБ 10-1600-0,20	-	СТД-2500
5	1	550	10	РБ 10-1000-0,22	-	СТД-1250

6	2	250	6	-	6	СТД-1600
7	2	300	10	-	5	СТД-630
8	2	320	10	-	6	СТД-2000
9	2	280	10	-	4	СТД-800
0	2	340	10	-	5	СТД-2500

Таблица П1.2

Вариант	Длина линий Л1 и Л2, км	Номинальное низшее напряжение трансформаторов, кВ		Трансформаторы	Асинхронные двигатели МА1 и МА2	Асинхронные двигатели МА3 и МА5	Асинхронные двигатели МА4 и МА6
		T1-T2	T3				
1	2,5	0,69	0,4	ТМ-1600/10	2А3М1-800	4А315s4	4А200I6
2	3	0,4	0,4	ТМ-1600/10	2А3М-1000	4А280m2	4А200m2
3	3	0,4	0,4	ТМ-1000/10	2А3М-2000	4А280s4	4А250s6
4	3,5	0,69	0,4	ТМ-1000/10	2А3М-2500	4А250m4	4А250m6
5	4	0,4	0,4	ТМ-630/10	2А3М-1250	4А250s2	4А160m4
6	10	0,69	0,4	ТМ-1600/10	2А3М-1600	4А280s4	4А250s2
7	12	0,69	0,4	ТМ-400/10	2А3М1-630	4А200m6	4А250m6
8	10	0,4	0,4	ТМ-1000/10	2А3М-2000	4А315s4	4А132m2
9	11	0,4	0,4	ТМ-630/10	2А3М1-800	4А250s2	4А132s4
0	8	0,4	0,4	ТМ-400/10	2А3М-2500	4А250m6	4А200I6

Продолжение прил. 1 Таблица П1.3

Вариант	Схема СЭС	Мощность трехфазного КЗ в К1, МВ-А	Номинальное напряжение на шинах ЭЭС, кВ	Трансформаторы Т1и Т2	Длина линий Л3 и Л4 в схеме 4, км	Синхронные двигатели MS1 и MS2
1	3	1500	110	ТДН-16000/110	-	СТД-630
2	3	3000	110	ТДН-10000/110	-	СТД-1000
3	3	3400	110	ТДН-16000/110	-	СТД-1250
4	3	2000	110	ТДН-16000/110	-	СТД-1600
5	3	2500	110	ТДН-10000/110	-	СТД-2000
6	4	3200	110	ТМН-6300/110	6	СТД-630
7	4	1500	110	ТМН-6300/110	5	СТД-800
8	4	2800	110	ТДН-10000/110	6	СТД-1250
9	4	2300	110	ТМН-6300/110	5	СТД-1000
0	4	1000	110	ТДН-16000/110	7	СТД-630

Таблица П1.4

Вариант	Трансформаторы Т3-Т5	Асинхронные двигатели МА1 и МА2	Асинхронные двигатели МА3 и МА5	Асинхронные двигатели МА4 и МА6	Номинальное низшее напряжение трансформаторов, кВ			Длина линий ВЛ1 и ВЛ2, км
					11	0,4	0,4	
1	ТМ-400/10	2А3М1-630	4А200m6	4А200I6	11	0,4	0,4	30
2	ТМ-1000/10	2А3М-1000	4А250s6	4А250s2	6,6	0,69	0,4	25
3	ТМ-1600/10	2А3М-1250	4А315s4	4А200I6	11	0,69	0,4	20
4	ТМ-1600/10	2А3М-1600	4А200m2	4А280m2	11	0,4	0,4	18
5	ТМ-630/10	2А3М-2000	4А250m4	4А132m2	6,6	0,4	0,4	22

6	ТМ-630/10	2А3М1-630	4А160m6	4А250s6	6,6	0,69	0,4	35
7	ТМ-400/10	2А3М1-800	4А132m2	4А132s4	11	0,4	0,4	15
8	ТМ-1000/10	2А3М-1250	4А280s4	4А200m2	6,6	0,69	0,4	32
9	ТМ-1600/10	2А3М-1000	4А280m2	4А250s6	11	0,4	0,4	24
0	ТМ-1000/10	2А3М1-630	4А250s2	4А250m6	6,6	0,69	0,4	15

Таблица П1.5

Тип	$S_H$	$U_K$	$\Delta P_K$	$U_{BH}$	$U_{HH}$	$A$	$N$	$CCO$	$R_{T0}$	$X_{T0}$
ТМН-6300/110	6,3	10,5	0,044	115	6,6; 11	1,78	9	Y/Δ	-	-
ТДН-10000/110	10,0	10,5	0,058	115	6,6; 11	1,78	9	Y/Δ	-	-
ТДН-16000/110	16,0	10,5	0,085	115	6,6; 11	1,78	9	Y/Δ	-	-
ТРДН-25000/110	25,0	10,5	0,120	115	6,3; 10,5	1,78	9	Y/Δ	-	-
ТРДН-40000/110	40,0	10,5	0,170	115	6,3; 10,5	1,78	9	Y/Δ	-	-
ТМ-400/10	0,4	4,5	0,0059	6; 10	0,4; 0,69	2,5	2	Δ/Y; Y/Y	55,6	149
ТМ-630/10	0,63	5,5	0,0085	6; 10	0,4; 0,69	2,5	2	Δ/Y; Y/Y	30,2	95,8
ТМ-1000/10	1,0	5,5	0,0122	6; 10	0,4; 0,69	2,5	2	Δ/Y; Y/Y	19,1	60,6
ТМ-1600/10	1,6	5,5	0,018	6; 10	0,4; 0,69	2,5	2	Δ/Y; Y/Y	16,3	50
ТМ-2500/10	2,5	5,5	0,025	6; 10	0,4; 0,69	2,5	2	Δ/Y; Y/Y	-	-

Таблица П1.6

Тип	$F_{каб}$	$L_K$	$I_{НОМ}$	$I_{НОМ}$
ТМ-400/10	25/16	0,2	630/1000	630/1250
ТМ-630/10	35/25	0,25	1000/1600	1250/1600
ТМ-1000/10	70/50	0,3	1600/2500	1600/2500
ТМ-1600/10	95/70	0,4	2500/4000	2500/4000
ТМ-2500/10	150/120	0,5	-	-

Таблица П1.7

Тип	$P_H$	$\cos \varphi_H$	$\eta_H$	$M_{п*}$	$M_{B*}$	$M_{max*}$	$I_{п*}$	$U_{в.ном}$	$I_{в.ном}$
СТД-630	0,63	0,9	0,958	2,03	0,97	2,08	5,66	0,031	0,245
СТД-800	0,8	0,9	0,96	2,01	0,97	2,07	5,58	0,036	0,274
СТД-1000	1,0	0,9	0,963	2,41	1,2	2,49	6,7	0,041	0,284
СТД-1250	1,25	0,9	0,968	2,07	1,27	2,24	6,48	0,046	0,253
СТД-1600	1,6	0,9	0,969	2,16	1,37	2,37	6,79	0,054	0,277
СТД-2000	2,0	0,9	0,969	2,22	1,4	2,45	6,91	0,061	0,291
СТД-2500	2,5	0,9	0,972	1,75	1,34	2,11	6,16	0,077	0,248
СТД-5000	2,5	0,9	0,975	2,07	1,3	2,33	7,22	0,081	0,254

Таблица П1.8

Тип	$M_{0*}$	$\alpha$	$n_{НОМ}$	$M_{max}$	$M_{max.m}$	$J_{UF}$	$K_f$	$U_{НОМ}$	$I_{НОМ}$	$F_{каб}$	$L_K$
СТД-630	0,5	2,0	3000	0,212	0,212	2	1,8	6/10	71/42	50/35	0,2
СТД-800	0,5	2,0	3000	0,224	0,224	2	1,8	6/10	89/54	70/50	0,25
СТД-1000	0,5	2,0	3000	0,24	0,24	2	1,8	6/10	112/67	95/50	0,3

СТД-1250	0,5	2,0	3000	0,408	0,408	2	1,8	6/10	135/82	120/70	0,35
СТД-1600	0,5	2,0	3000	0,448	0,448	2	1,8	6/10	178/107	150/95	0,4
СТД-2000	0,5	2,0	3000	0,492	0,492	2	1,8	6/10	220/133	185/120	0,45
СТД-2500	0,5	2,0	3000	0,92	0,92	2	1,8	6/10	276/166	240/150	0,5
СТД-5000	0,5	2,0	3000	0,925	0,925	2	1,8	6/10	-/329	-/2*150	0,45

Таблица П1.9

Тип	$P_{ном}$	$\cos \varphi_H$	$\eta_H$	$S_{ном}$	$I_n^*$	$M_n^*$	$M_{max}^*$
2АЗМ1-630	0,63	0,9	0,955	0,01	5,2	1,1	1,9
2АЗМ1-800	0,8	0,9	0,958	0,01	5,2	1,1	1,9
2АЗМ-1000	1,0	0,89	0,958	0,01	5,0	1,1	1,9
2АЗМ-1250	1,25	0,89	0,963	0,00833	5,5	1,3	2,1
2АЗМ-1600	1,6	0,9	0,965	0,00833	5,5	1,3	2,1
2АЗМ-2000	2,0	0,91	0,965	0,00833	4,8	0,8	2,1
2АЗМ-2500	2,5	0,92	0,969	0,00833	5,3	0,9	2,3
2АЗМ-3200	3,2	0,91	0,968	0,005	5,2	0,9	2,6
4А132s4	0,0075	0,87	0,95	0,024	7,5	2,2	3,0
4А132m2	0,011	0,9	0,95	0,023	7,5	1,7	2,8
4А160m6	0,015	0,9	0,95	0,026	6,0	1,2	2,0
4А160m4	0,0185	0,9	0,95	0,022	7,0	1,4	2,3
4А200m6	0,022	0,9	0,9	0,023	6,5	1,3	2,4
4А20016	0,030	0,91	0,91	0,021	6,5	1,3	2,4
4А200m2	0,037	0,91	0,915	0,019	7,5	1,4	2,5
4А250s6	0,045	0,91	0,915	0,014	6,5	1,2	2,1
4А250m6	0,055	0,92	0,92	0,013	6,5	1,3	2,1
4А250s2	0,075	0,92	0,9	0,014	7,5	1,2	2,5
4А250m4	0,090	0,92	0,915	0,013	7,0	1,2	2,3
4А280s4	0,110	0,92	0,92	0,023	6,0	1,2	2,0
4А280m2	0,132	0,92	0,92	0,02	7,0	1,2	2,2
4А315s4	0,160	0,92	0,95	0,014	6,5	1,3	2,2
4А355m2	0,315	0,92	0,945	0,01	6,5	1,2	2,2

Таблица П1.10

Тип	$M_0^*$	$\alpha$	$n_{ном}$	$M_{max,1}$	$M_{max,м}$
2АЗМ1-630	0,5	2,0	2970	0,035	0,035
2АЗМ1-800	0,5	2,0	2970	0,045	0,045
2АЗМ-1000	0,5	2,0	2970	0,073	0,073
2АЗМ-1250	0,5	2,0	2975	0,09	0,09
2АЗМ-1600	0,5	2,0	2975	0,102	0,102
2АЗМ-2000	0,5	2,0	2975	0,1532	0,1532
2АЗМ-2500	0,5	2,0	2975	0,18	0,18
4А132s4	0,5	2,0	1456,5	0,000112	0,000112
4А132m2	0,5	2,0	2931	0,000092	0,000092
4А160m6	0,5	2,0	974	0,00072	0,00072

4A160m4	0,5	2,0	1467	0,00052	0,00052
4A200m6	0,5	2,0	977	0,0016	0,0016
4A20016	0,5	2,0	979	0,0018	0,0018
4A200m2	0,5	2,0	2943	0,0006	0,0006
4A250s6	0,5	2,0	986	0,048	0,048
4A250m6	0,5	2,0	987	0,0052	0,0052
4A250s2	0,5	2,0	2958	0,00188	0,00188
4A250m4	0,5	2,0	1480,5	0,0048	0,0048
4A280s4	0,5	2,0	1465,5	0,0092	0,0092
4A280m2	0,5	2,0	2940	0,0048	0,0048
4A315s4	0,5	2,0	1479	0,0124	0,0124

Таблица П1.11

Тип	$U_{ном}$	$I_{ном}$	$F_{каб}$	$L_K$	$R_1$	$R_2'$	$I_{ном. в}$
2A3M1-630	6/10	71/42	50/35	0,15	-	-	
2A3M1-800	6/10	90/55	70/50	0,2	-	-	
2A3M-1000	6/10	115/68	95/50	0,25	-	-	
2A3M-1250	6/10	137/84	120/70	0,3	-	-	
2A3M-1600	6/10	180/110	150/95	0,35	-	-	
2A3M-2000	6/10	225/135	185/120	0,4	-	-	
2A3M-2500	6/10	270/162	240/150	0,45	-	-	
2A3M-3200	6/10	350/210	2*150/185	0,4	-	-	
4A132s4	0,38/0,66	14/8	10/6	0,02	0,048	0,040	25/25
4A132m2	0,38/0,66	20/12	16/10	0,025	0,040	0,028	25/25
4A160m6	0,38/0,66	27/16	25/16	0,03	0,062	0,045	50/25
4A160m4	0,38/0,66	34/20	25/16	0,02	0,042	0,037	50/50
4A200m6	0,38/0,66	40/23	35/25	0,025	0,050	0,042	50/50
4A20016	0,38/0,66	55/32	50/25	0,03	0,046	0,040	100/50
4A200m2	0,38/0,66	67/39	50/35	0,035	0,029	0,031	100/50
4A250s6	0,38/0,66	83/48	70/35	0,025	0,037	0,032	100/100
4A250m6	0,38/0,66	100/58	95/50	0,02	0,034	0,030	160/100
4A250s2	0,38/0,66	135/78	120/70	0,025	0,021	0,029	160/100
4A250m4	0,38/0,66	165/96	150/95	0,035	0,024	0,029	250/160
4A280s4	0,38/0,66	200/115	185/95	0,03	0,023	0,048	250/160
4A280m2	0,38/0,66	245/142	2*120/150	0,025	0,017	0,031	400/160
4A315s4	0,38/0,66	290/170	2*150/185	0,03	0,018	0,045	400/250
4A355m2	0,38/0,66	551/317	2*185/240	0,045	-	-	-

Таблица П1.12

$F_{каб}$	$R_{поз}$	$X_{поз}$ при $U_{ном},$ кВ			$I_c$ при 6	$U_{ном}$ 10	$Z_{поз.п}$
		до 1	6	10			
6	5,17	0,094	-	-	-	-	7,49
10	3,1	0,088	0,11	0,122	0,33	-	4,73



16	1,94	0,084	0,102	0,113	0,37	0,52	3,08
25	1,24	0,072	0,091	0,099	0,47	0,62	2,1
35	0,89	0,068	0,087	0,095	0,54	0,71	1,57
50	0,62	0,066	0,083	0,09	0,63	0,81	1,16
70	0,443	0,065	0,08	0,086	0,73	0,94	0,87
95	0,325	0,064	0,078	0,083	0,85	1,1	0,69
120	0,258	0,064	0,076	0,081	0,95	1,23	0,58
150	0,206	0,063	0,074	0,079	1,07	1,36	0,45
185	0,167	0,063	0,073	0,077	1,18	1,5	0,37
240	0,129	-	0,071	0,075	1,31	1,67	-

Таблица П1.13

Тип	$X_{ном}$	$I_{ном}$	$\Delta P_{ном}$
РБ 10-1000-0,14	0,14	1000	3,5
РБ 10-1000-0,22	0,22	1000	4,4
РБ 10-1600-0,20	0,20	1600	7,5
РБ 10-1600-0,35	0,35	1600	11,0

Таблица П1.14

$I_{ном.в}$	Автоматический выключатель	
	$R_v$	$X_v$
50	8,3	4,5
70	4,5	2
100	2,9	1,2
140	1,95	0,7
200	1,7	0,5
400	1,05	0,17
600	0,66	0,13
1000	0,37	0,1
1600	0,14	0,08
2500	0,13	0,07
4000	0,1	0,05

Таблица П1.15

Алюминиевый кабель с автоматическим выключателем		Шинопровод с автоматическим выключателем	
$F$	$R_K$	$I_{ш.ном}$	$R_K$
16	0,085	250	0,009
25	0,064	400	0,006
35	0,056	630	0,004
50	0,043	1600	0,0034
70	0,029	2500	0,0024
95	0,027	4000	0,0012
120	0,024		

150	0,021		
240	0,012		

Задание №2 на расчетно-графическую работу  
на тему «Расчет статической и динамической устойчивости  
электроэнергетической системы» по дисциплине

«Переходные процессы в электроэнергетических системах»

1. Выполнить расчет параметров исходного установившегося режима системы.
2. Рассчитать статическую устойчивость при различных типах возбуждения генератора (генератор без АРВ, генератор оборудован АРВ п.д. и АРВ с.д.) и определить пределы передаваемой мощности и коэффициенты запаса статической устойчивости.
3. Рассчитать динамическую устойчивость генераторов ТЭС и определить предельный угол отключения  $\delta_{отк.пр}$  при предельное время отключения  $t_{отк.}$ .

Методические указания к выполнению контрольного задания, пример расчета приведены в учебнике: Расчет и анализ устойчивости электрических систем. Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию. / В.В. Овчинников. – Киров, Изд. ВятГУ, 2007. – 74 с.

Исходными данными являются параметры  $P_c$ ,  $\cos\phi_c$  исследуемая система (рис. П 1).

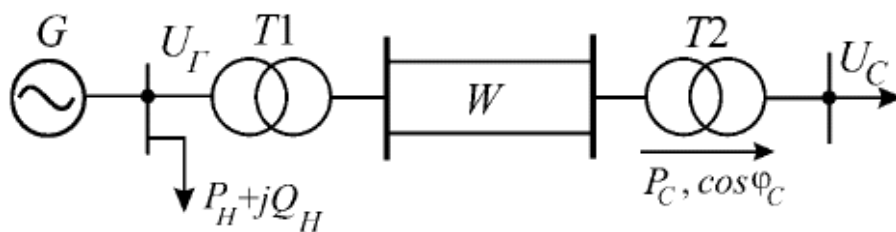


Рис. П 1. Исследуемая система

Параметры элементов схемы заданы в таблице 1 в соответствии с вариантами. Вариант выбирается по последней цифре зачетной книжки студента.

Таблица 1

Вариант	Мощность генератора, МВт	Uном, кВ	cos φ	Xd	Xd'	Uсети	Pсети, МВт	cos φ сети
1	300	10,5	0,85	0,9	0,1	110	100	0,9
2	310	10,5	0,85	0,905	0,12	110	110	0,9
3	320	10,5	0,85	0,91	0,14	110	120	0,9
4	330	10,5	0,85	0,915	0,16	110	130	0,9
5	340	10,5	0,85	0,92	0,18	110	140	0,9
6	350	10,5	0,85	0,925	0,2	110	150	0,9
7	360	10,5	0,85	0,93	0,22	110	160	0,9
8	370	10,5	0,85	0,935	0,24	110	170	0,9
9	380	10,5	0,85	0,94	0,26	110	180	0,9
10	390	10,5	0,85	0,945	0,28	110	190	0,9
11	400	10,5	0,85	0,95	0,3	110	200	0,9
12	410	10,5	0,85	0,955	0,32	110	210	0,9
13	420	10,5	0,85	0,96	0,34	110	220	0,9
14	430	10,5	0,85	0,965	0,1	110	230	0,9
15	440	10,5	0,85	0,97	0,12	110	240	0,9
16	450	10,5	0,85	0,975	0,14	110	250	0,9
17	460	10,5	0,85	0,98	0,16	110	260	0,9
18	470	10,5	0,85	0,985	0,18	110	270	0,9
19	480	10,5	0,85	0,99	0,2	110	280	0,9
20	490	10,5	0,85	0,995	0,22	110	290	0,9
21	500	10,5	0,85	1	0,24	110	300	0,9
22	510	10,5	0,85	1,005	0,26	110	310	0,9
23	520	10,5	0,85	1,01	0,28	110	100	0,9
24	530	10,5	0,85	1,015	0,3	110	110	0,9
25	540	10,5	0,85	1,02	0,32	110	120	0,9
26	550	10,5	0,85	1,025	0,34	110	130	0,9
27	560	10,5	0,85	1,03	0,36	110	140	0,9

28	570	10,5	0,85	1,035	0,38	110	150	0,9
29	580	10,5	0,85	1,04	0,1	110	160	0,9
30	590	10,5	0,85	1,045	0,12	110	170	0,9
31	600	10,5	0,85	1,05	0,14	110	180	0,9
32	610	10,5	0,85	1,055	0,16	110	190	0,9
33	620	10,5	0,85	1,06	0,18	110	200	0,9
34	630	10,5	0,85	1,065	0,2	110	210	0,9
35	640	10,5	0,85	1,07	0,22	110	220	0,9
36	650	10,5	0,85	1,075	0,24	110	230	0,9
37	660	10,5	0,85	1,08	0,26	110	240	0,9
38	670	10,5	0,85	1,085	0,28	110	250	0,9
39	680	10,5	0,85	1,09	0,3	110	260	0,9
40	690	10,5	0,85	1,095	0,32	110	270	0,9
41	700	10,5	0,85	1,1	0,34	110	280	0,9
42	710	10,5	0,85	1,105	0,36	110	290	0,9
43	720	10,5	0,85	1,11	0,38	110	300	0,9
44	730	10,5	0,85	1,115	0,1	110	310	0,9
45	740	10,5	0,85	1,12	0,12	110	320	0,9
46	750	10,5	0,85	1,125	0,14	110	330	0,9
47	760	10,5	0,85	1,13	0,16	110	340	0,9
48	770	10,5	0,85	1,135	0,18	110	350	0,9
49	780	10,5	0,85	1,14	0,2	110	360	0,9
50	790	10,5	0,85	1,145	0,22	110	370	0,9
51	800	10,5	0,85	1,15	0,24	110	380	0,9
52	810	10,5	0,85	1,155	0,26	110	390	0,9
53	820	10,5	0,85	1,16	0,28	110	400	0,9
54	830	10,5	0,85	1,165	0,3	110	410	0,9
55	840	10,5	0,85	1,17	0,32	110	420	0,9
56	850	10,5	0,85	1,175	0,34	110	430	0,9
57	860	10,5	0,85	1,18	0,36	110	440	0,9
58	870	10,5	0,85	1,185	0,38	110	450	0,9
59	880	10,5	0,85	1,19	0,4	110	460	0,9

60	890	10,5	0,85	1,195	0,42	110	470	0,9
61	900	10,5	0,85	1,2	0,44	110	480	0,9
62	910	10,5	0,85	1,205	0,46	110	490	0,9
63	920	10,5	0,85	1,21	0,48	110	500	0,9
64	930	10,5	0,85	1,215	0,5	110	510	0,9
65	940	10,5	0,85	1,22	0,52	110	520	0,9

<b>Критерий оценки</b>	<b>Баллы</b>	<b>Оценка</b>	<b>Зачтено / не зачтено</b>
Полное решение Контрольной работы №1. Логически обоснованные, полные и правильные ответы на вопросы. Отсутствие ошибок.	60	Отлично	Зачтено
Полное решение Контрольной работы №1. Студент дает достаточно полный ответ. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	50	Хорошо	Зачтено
Полное решение Контрольной работы №1. Не полный ответ (в общих чертах) на вопросы.	40	Удовлетворительно	Зачтено
Не логичное изложение материала. Не раскрыта тематика вопросов. Не правильное решение Контрольной работы №1. Отсутствие аргументации.	< 36	Неудовлетворительно	Не зачтено

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

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Экзаменационный билет № 1**

1. Почему рассматриваемые в работе режимные характеристики названы статическими?
2. Как влияет на статическую устойчивость двигателя понижение напряжения при постоянной частоте и понижение частоты при неизменном напряжении?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.

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

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий


Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева



« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Экзаменационный билет № 2**

1. Почему уменьшается предел статической устойчивости одномашинной энергосистемы при подключении шунтирующего реактора?
2. Какие условия принимаются в качестве критериев статической устойчивости асинхронного электродвигателя?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.

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

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий


Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 3

1. По какому практическому критерию определяется статическая устойчивость одномашинной энергосистемы?
2. Какие факторы определяют вид статических характеристик активной мощности двигателя по напряжению и частоте?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.



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»)

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

#### **Экзаменационный билет № 4**

1. Почему повышается предел статической устойчивости одномашинной энергосистемы при подключении конденсаторной батареи?
2. Какие условия принимаются в качестве критериев статической устойчивости асинхронного электродвигателя?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.

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»)

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **Экзаменационный билет № 5**

1. Почему при расчётах динамической устойчивости энергосистем синхронные генераторы замещаются переходным сопротивлением и переходной ЭДС?
2. Почему при увеличении скольжения возрастает активное и уменьшается индуктивное сопротивление рассеяния роторной обмотки электродвигателя?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.

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»)

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Экзаменационный билет № 6**

1. По каким условиям ограничена синхронная ЭДС снизу и сверху?
2. Как определяются численные значения коэффициентов крутизны и регулирующих эффектов по статическим характеристикам электродвигателей?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.

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

Факультет Информационных технологий  
Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Экзаменационный билет № 7**

1. В чём принципиальное различие между АРВ ПД и АРВ СД?
2. Почему отключение части генераторов позволяет сохранить динамическую устойчивость энергосистемы?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.

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»)

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Электротехники и энергообеспечения предприятий*


Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль/программа: «Электроснабжение»

Семестр: 6

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭТЭОП Е.В. Тумаева

  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 8

1. В какой форме отражается несимметрия в схеме замещения аварийного режима при несимметричном КЗ?
2. Из каких условий определяется предельный угол отключения повреждённой цепи?

Составитель



к.т.н., доцент Ганиев Р.Н.