

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

Д.Н. Земский

« 18 »

06

2020 г.

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

Б1.О.24 Электрические машины

(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, очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2020 г.

Составитель ФОС:

Доцент  
(должность)

  
(подпись)

Е.В. Тумаева  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,  
протокол от 15.06 2020 г. № 9

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:

ОПК-3 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-3.1 Знает основные понятия и законы теории электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин;

ОПК-3.2 Умеет составлять уравнения для электрических цепей и электрических машин и применять различные методы моделирования;

ОПК-3.3 Владеет методами расчета переходных и установившихся процессов в электрических цепях и электрических машинах.

Компетенция:

ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-5.1 Знает методику проведения измерения электрических и неэлектрических величин;

ОПК-5.2 Умеет выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов;

ОПК-5.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований и анализа полученной информации.

Для очного отделения

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ОПК-3.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен
ОПК-3.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен
ОПК-3.3	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен

ОПК-5.1	Тема 1,Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4,Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен
ОПК-5.2	Тема 1,Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4,Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен
ОПК-5.3	Тема 1,Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4,Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Расчетно-графическая работа Зачет Экзамен

Для заочного отделения

<i><b>Индикаторы достижения компетенции</b></i>	<i><b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b></i>				<i><b>Наименование оценочного средства</b></i>
	<i><b>Лекции</b></i>	<i><b>Практические заня- тия, лабораторный практикум</b></i>	<i><b>Лабораторные занятия</b></i>	<i><b>Курсовой проект (работа)</b></i>	
ОПК-3.1	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Контрольная работа Зачет Экзамен
ОПК-3.2	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Контрольная работа Зачет Экзамен
ОПК-3.3	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Контрольная работа Зачет Экзамен
ОПК-5.1	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Контрольная работа Зачет Экзамен

ОПК-5.2	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Контрольная работа Зачет Экзамен
ОПК-5.3	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Тема 1, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа Контрольная работа Зачет Экзамен

***Перечень оценочных средств по дисциплине «Электрические машины»***

Для очного отделения

Оценочные средства	Кол-во (4 с)	Min, баллов (4 с)	Max, баллов (4 с)	Кол-во (5 с)	Min, баллов (5 с)	Max, баллов (5 с)
Лабораторная работа	3	24	39	2	18	30
Расчетно-графическая работа	2	16	21	2	18	30
Зачет	1	20	40	0	0	0
Экзамен	0	0	0	1	24	40
Итого:		60	100		60	100

Для заочного отделения

Оценочные средства	Кол-во (5 с)	Min, баллов (5 с)	Max, баллов (5 с)	Кол-во (6 с)	Min, баллов (6 с)	Max, баллов (6 с)
Лабораторная работа	1	20	30	1	18	30
Контрольная работа	1	20	30	1	18	30
Зачет	1	20	40	0	0	0
Экзамен	0	0	0	1	24	40
Итого:		60	100		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 (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 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 средств

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3.	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 управления и автоматизации*

*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Электрические машины».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

**Лабораторная работа №1.** «Определение параметров и основных характеристик однофазного трансформатора» (курс 2, семестр 4 – очное отделение, курс 3, семестр 5 – заочное отделение)

1. Устройство и принцип работы трансформатора.
2. Формулы приведения переменных и параметров трансформатора.
3. Основные комплексные уравнения трансформатора.
4. Параметры, определяемые по данным опытов ХХ и КЗ.
5. Определение напряжения короткого замыкания трансформатора, измеряемого в процентах. От чего зависит и для чего используется этот параметр?
6. Почему при изменении нагрузки трансформатора его вторичное напряжение не остается постоянным?
7. Внешняя характеристика трансформатора, ее вид и параметры, которыми она определяется.
8. КПД трансформатора. От чего зависит?
9. Потери активной мощности, возникающие в трансформаторе. Причины возникновения.

**Лабораторная работа №2.** «Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором» (курс 2, семестр 4 – очное отделение)

1. Условия образования вращающегося магнитного поля.
2. Принцип действия асинхронного двигателя.
3. Энергетическая диаграмма двигателя, ее изображение.
4. С какой целью в цепь ротора при пуске двигателя с фазным ротором включается пусковой реостат?
5. Механическая характеристика двигателя  $M=f(n)$ , ее форма и изображение.
6. Г-образная схема замещения двигателя. Физический смысл всех ее параметров.
7. Способы изменения направления вращения ротора двигателя.

**Лабораторная работа №3.** «Исследование асинхронного трехфазного электродвигателя с короткозамкнутым ротором» (курс 2, семестр 4 – очное отделение)

1. Принцип действия асинхронного двигателя.
2. Устройство асинхронного двигателя.
3. Что такое скольжение, и каким оно бывает у асинхронных двигателей?
4. С какой целью у асинхронного двигателя обычно делают все шесть выводов обмотки статора?
5. Что такое реверс, и как его осуществить в трехфазном асинхронном двигателе?
6. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
7. Как изменится вращающий момент для асинхронного двигателя, если напряжение на его выводах обмотки статора уменьшить в  $\sqrt{3}$  раз?
8. Перегрузочная способность асинхронного двигателя. Ее зависимость от напряжения питания двигателя.
9. Почему при недогрузке асинхронный двигатель работает с малым значением коэффициента мощности?
10. Потери мощности в асинхронном двигателе. Причины их возникновения.
11. Характерные точки механической характеристики асинхронного двигателя.
12. Формула Клосса. Для чего применяется?

**Лабораторная работа №4.** Исследование трехфазного синхронного генератора» (курс 3, семестр 5 – очное отделение)

1. Устройство и принцип действия синхронного генератора.
2. По внешней характеристике синхронного генератора проанализировать зависимость напряжения  $U_1$  на его зажимах от тока обмотки статора  $I_1$  при заданном коэффициенте мощности приемников.
3. По регулировочным характеристикам трехфазного синхронного генератора определить зависимость  $I_v$  от  $\cos\phi$  приемников.
4. Сравнение характеристики ХХ, полученной опытным путем, с нормальной характеристикой синхронной машины.
5. Что такое ОКЗ и как влияет этот параметр на свойства синхронного генератора?

**Лабораторная работа №5.** «Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения» (курс 3, семестр 5 – очное отделение, курс 3, семестр 6 – заочное отделение)

1. Устройство двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ).
2. Принцип действия ДПТ.
3. Способы регулирования частоты вращения в ДПТ НВ.
4. Почему при увеличении нагрузки ДПТ НВ уменьшается частота вращения?
5. Возникновение электромагнитного момента двигателя.
6. Сравнение естественной и искусственной характеристик, полученные опытным путем.
7. Жесткость механической характеристики двигателя.
8. Как влияет добавочное сопротивление в цепи якоря на жесткость механической характеристики?
9. Как влияет напряжения якоря на жесткость механической характеристики?
10. Как влияет ток возбуждения на жесткость механической характеристики?

Материалы лабораторных работ приведены в методическом указании, разработанном на кафедре ЭТЭОП:

Тумаева Е.В. Электрические машины: учебное пособие/ Е.В. Тумаева, Ю.С. Андропова. – Нижнекамск: НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2018. – 79 с.

### Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Электрические машины» в 4,5 семестрах студент очного отделения должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Min, балл (4 с)	Max, балл (4 с)	Min, балл (5 с)	Max, балл (5 с)
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	1	2	1	3
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	1	2	2	3
Выполнение необходимого эксперимента	2	3	2	3
Обработка результатов исследования, построение графиков	2	3	2	3
Анализ результатов исследования и вывод по работе	2	3	2	3
<b>ИТОГО:</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>15</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 8/9 баллов, максимум в 13/15 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как среднее арифметическое по всем лабораторным работам.

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Электрические машины» в 5,6 семестрах студент заочного отделения должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Min, балл (5 с)	Max, балл (5 с)	Min, балл (6 с)	Max, балл (6 с)
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	4	6	3	6
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	4	6	3	6
Выполнение необходимого эксперимента	4	6	4	6
Обработка результатов исследования, построение графиков	4	6	4	6
Анализ результатов исследования и вывод по работе	4	6	4	6
<b>ИТОГО:</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>30</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 20/18 баллов, максимум в 30/30 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как среднее арифметическое по всем лабораторным работам.

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 управления и автоматизации*

*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

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

Профиль/программа «Электроснабжение»  
(наименование)

**Расчетно-графическая работа**  
**для очного отделения**  
по дисциплине «Электрические машины»

**Курс 2, семестр 4:**

**Расчетно-графическая работа №1. «Трансформаторы».**

Задание. Потребители электрической энергии питаются от трехфазного двухобмоточного понижающего трансформатора, с номинальной мощностью  $S_{\text{ном}}$  при номинальных первичном  $U_{1\text{ ном}}$  и вторичном  $U_{2\text{ ном}}$  линейных напряжениях с номинальной частотой  $f = 50$  Гц.

Технические данные трансформатора: потери мощности при холостом ходе  $P_0$ , потери мощности при коротком замыкании  $P_k$ , напряжение короткого замыкания  $u_k\%$  при токах в обмотках  $I_{1\text{ ном}}$  и  $I_{2\text{ ном}}$ , равных номинальным. Способ соединения обмоток трансформатора – «звезда».

Принимая во внимание паспортные данные трансформатора, приведенные для соответствующего варианта задания в табл. 1, определить коэффициент трансформации  $K$ , коэффициент полезного действия  $\eta_{\text{ном}}$  при номинальной нагрузке и  $\cos \varphi_2 = 0,8$ , токи в первичной  $I_{1\text{ ном}}$  и во вторичной  $I_{2\text{ ном}}$  обмотках, фазные первичное  $U_{1\text{ ф}}$  и вторичное  $U_{2\text{ ф}}$  напряжения при холостом ходе, сопротивления короткого замыкания  $R_k$  и  $X_k$ , активные  $R_1$  и  $R_2$  и реактивные  $X_1$  и  $X_2$  сопротивления обмоток, вторичное напряжение  $U_2$  при токе нагрузки  $I_2 = 1,4I_{2\text{ ном}}$  и  $\cos \varphi_2 = 0,85$ .

Табл. 1

№ п/п	Трансформатор	$S_{ном}$ , МВА	$U_{ном}$ обмоток, кВ		$u_k$ , %	$\Delta P_k$ , кВт	$\Delta P_x$ , кВт	$i_0$ , %
			ВН	НН				
1	ТМН-630/35	0,63	35	0,4	6,5	11,6	2,7	1,5
2	ТМН-1000/35	1	35	6,3	6,5	18	3,6	1,4
3	ТМН-1600/35	1,6	35	11	6,5	26	5,1	1,1
4	ТМН-2500/35	2,5	35	6,3	6,5	23,5	5,1	1,1
5	ТМН-4000/35	4	35	11	7,5	33,5	6,7	1,0
6	ТМН-6300/35	6,3	35	6,3	7,5	46,5	9,2	0,9
7	ТД-10000/35	10	38,5	10,5	7,5	65	14,5	0,8
8	ТМН-10000/35	10	36,75	6,3	7,5	65	14,5	0,8
9	ТДНС-10000/35	10	36,75	10,5	8,0	60	12,5	0,6
10	ТД-16000/35	16	38,5	6,3	8,0	90	21	0,6
11	ТМН-2500/110	2,5	110	6,6	10,5	22	5,5	1,5
12	ТМН-6300/110	6,3	115	11	10,5	44	11,5	0,8
13	ТДН-10000/110	10	115	6,6	10,5	60	14	0,7
14	ТДН-16000/110	16	115	11	10,5	85	19	0,7
15	ТДНЖ-25000/110	25	115	27,5	10,5	120	30	0,7
16	ТД-40000/110	40	121	6,3	10,5	160	50	0,65
17	ТРДН-40000/110	40	115	10,5	10,5	172	36	0,65
18	ТДЦ-125000/110	125	121	10,5	10,5	400	120	0,55
19	ТДЦ-200000/110	200	121	13,8	10,5	550	170	0,5
20	ТДЦ-200000/110	200	121	15,75	10,5	550	170	0,5

### Расчетно-графическая работа №2. «Асинхронные двигатели».

Задание. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет номинальные данные, указанные для каждого варианта задания в табл. 1.

Номинальные данные: линейное напряжение питающей сети  $U_{1ном}$ , частота питающего тока  $f_1 = 50$  Гц, мощность на валу  $P_{2ном}$ , синхронная скорость вращения магнитного поля  $n_1$ , скольжение ротора  $S_{ном}$ , КПД  $\eta_{ном}$ , коэффициент мощности  $\cos \varphi_{1ном}$ , отношение  $K_I = \frac{I_{1пуск}}{I_{1ном}}$  начального пускового тока  $I_{1пуск}$  к номинальному току  $I_{1ном}$ , отношение  $\lambda_{пуск} = \frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$  начального пускового момента  $M_{пуск}$  к номинальному моменту на валу  $M_{ном}$ , отношение  $\lambda_{max} = \frac{M_{max}}{M_{ном}}$  максимального момента к номинальному моменту приведены в табл. 2.

Определить потребляемую из сети активную мощность  $P_{1ном}$ , реактивную мощность  $Q_{1ном}$  и полную мощность  $S_{1ном}$ ; номинальный  $M_{ном}$ , начальный пусковой  $M_{пуск}$  и максимальный  $M_{max}$  моменты; номинальный  $I_{1ном}$  и начальный пусковой  $I_{1пуск}$  токи; частоту тока в роторе  $f_{2ном}$  при номинальной нагрузке и в момент пуска  $f_{2пуск}$ ; число пар полюсов обмотки статора  $P_n$ ; синхронную угловую частоту вращения магнитного поля  $\omega_1$ , а также угловую частоту вращения ротора  $\omega_{2ном}$ . Построить механическую характеристику  $M(\omega)$  асинхронного двигателя.

Табл.2

№ п/п	Типоразмер двигателя	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$\eta_{\text{ном}}, \%$	$\cos \varphi_{\text{ном}}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$M_{\text{ном}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$J, \text{кг} \cdot \text{м}^2$
1	4AMH180S2	37	2940	91	0,87	71	120	1,6	7	2,4	0,08
2	5AH200L2	75	2925	92,8	0,88	140	245	2,1	6	2,6	0,15
3	5AMH280S2	132	2965	94,7	0,92	231	425	1,6	6,2	2,2	0,85
4	5AMH315M2	250	2975	95,5	0,92	433	802	1,7	7,5	2,5	1,78
5	5AH200M4	45	1465	92,5	0,86	86	293	2,2	6	2,2	0,28
6	5AMH250M4	110	1485	94,8	0,85	207	707	2,4	6,6	2,3	1,2
7	5AMH315S4	200	1485	95,4	0,86	370	1285	1,8	6	2,2	3,57
8	4AMH180M6	22	970	88,5	0,84	54	216	1,6	5,5	2,0	0,24
9	5AH200M6	30	980	90,5	0,81	62	292	2,4	6	2,3	0,39
10	5AMH250M6	75	985	93,3	0,83	147	727	1,7	6,5	2,3	1,3
11	5AMH315S6	132	990	94,2	0,85	251	1273	1,9	6,7	2,6	4,54
12	4AMH180M8	18,5	730	88,5	0,8	40	242	1,6	5,5	2,0	0,3
13	5AMH250M8	55	740	91,2	0,77	119	709	1,4	5,2	2,0	1,4
14	5AMH315S8	110	740	94,1	0,82	217	1419	1,7	5,7	2,5	5,12
15	4AMH180M2	45	2940	91,5	0,89	84	146	1,6	7,0	2,4	0,09
16	5AMH250S2	90	2960	93,4	0,92	159	290	1,6	6,5	2,6	0,47
17	5AMH280M2	160	2965	95	0,92	279	515	1,6	6,2	2,2	1,02
18	4AMH180S4	30	1470	90	0,83	61	195	1,8	6	2,2	0,18
19	5AH200L4	55	1470	93	0,84	107	361	2,6	6,5	2,6	0,34
20	5AMH280S4	132	1485	95,3	0,85	248	848	2	6,3	2	2,19

## Курс 3, семестр 5:

### Расчетно-графическая работа № 3 «Синхронные двигатели»

Синхронный электродвигатель типа СДН имеет следующие номинальные данные (табл.3) для каждого варианта задания: линейное напряжение питающей сети  $U_{\text{ном}}$ , частоту  $f = 50$  Гц, мощность на валу  $P_{2\text{ном}}$ , КПД  $\eta_{\text{ном}}$ , коэффициент мощности  $\cos\varphi_{\text{ном}}$ , кратность пускового тока  $m_i = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$ , отношение

пускового момента к номинальному  $m_{\text{пуск}} = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$ , отношение максимального

момента к номинальному  $m_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{мах}}}{M_{\text{ном}}}$ .

Определить номинальную угловую частоту вращения ротора  $\omega_2$ , максимальный  $M_{\text{мах}}$  и пусковой  $M_{\text{пуск}}$  моменты, пусковой ток  $I_{\text{пуск}}$ , активную  $P_{1\text{ном}}$ , реактивную  $Q_{\text{ном}}$  и полную мощность  $S_{\text{ном}}$  при номинальной нагрузке. Построить угловую характеристику  $M(\theta)$  электродвигателя, отметив на ней точку для номинальной нагрузки  $M_{\text{ном}}$ , а также механическую характеристику электродвигателя  $\omega(M)$ .

Число полюсов электродвигателя определяют по последней цифре стандартного обозначения типа электродвигателя.

Табл. 3

Технические данные электродвигателя	Варианты контрольного задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Тип электродвигателя									
	СДН-14-44-10	СДН-14-56-10	СДН-15-39-10	СДН-15-49-10	СДН-15-64-10	СДН-14-48-8	СДН-14-59-8	СДН-15-39-8	СДН-15-49-8	СДН-15-64-8
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	630	800	1000	1250	1600	800	1000	1250	1600	2000
$\eta_{\text{ном}}, \%$	93,8	94,4	94,6	95,1	95,7	84,8	95,4	94,8	95,6	96
$\cos \varphi_{\text{ном}}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$m_i$	5,4	5,7	5,8	5,8	6,2	5,4	5,6	4,8	5	6,1
$m_{\text{пуск}}$	0,8	0,85	0,8	0,85	0,95	0,75	0,95	0,85	1,1	1,3
$m_{\text{кр}}$	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2	2	2	2	2



Продолжение табл. 3

Технические данные электродвигателя	Варианты контрольного задания									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Тип электродвигателя									
	СДН-16-54-8	СДН-16-71-8	СДН-16-86-8	СДН-17-59-8	СДН-17-76-8	СДН-14-49-6	СДН-14-59-6	СДН-15-39-6	СДН-15-49-6	СДН-15-64-6
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	2500	3200	4000	5000	6300	1000	1250	1600	2000	2500
$\eta_{\text{ном}}, \%$	95,8	96,4	96,7	96,6	96,9	95,2	95,8	95,7	95,9	96,4
$\cos \varphi_{\text{ном}}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$m_i$	5,3	5,9	6,5	5,7	6,7	6,4	6,3	4,8	5,5	5,8
$m_{\text{пуск}}$	1,3	1,1	1,3	0,75	0,8	0,95	1,3	0,95	1	1,1
$m_{\text{кр}}$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

#### Расчетно-графическая работа № 4. «Двигатели постоянного тока».

Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет следующие номинальные данные (табл. 4) для каждого варианта задания: постоянное питающее напряжение  $U_{\text{ном}}$ , полезную мощность на валу  $P_{2\text{ном}}$ , КПД  $\eta_{\text{ном}}$ , частоту вращения  $n_{\text{ном}}$ , сопротивление цепи якоря  $R_{\text{я}}$ , сопротивление обмотки возбуждения  $R_{\text{в}}$ .

Определить сопротивление пускового реостата  $R_{\text{п}}$  исходя из условия, что начальный пусковой ток двигателя равен двукратному номинальному значению тока, потребляемому из сети:  $I_{\text{пуск}} = 2I_{\text{ном}}$ .

Табл. 4

Технические данные электро- двигателя	Варианты контрольного задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{\text{ном}}, \text{В}$	110	220	110	220	220	220	110	220	220	110
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	4,2	4,2	6	6	7,5	13	5,6	5,6	8	11
$\eta_{\text{ном}}, \%$	74,5	73	78	79	83	87	76	77,5	80	84
$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	800	750	1000	1000	1500	2240	750	800	1000	1500
$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	0,11	0,516	0,081	0,326	0,145	0,081	0,096	0,328	0,216	0,024
$R_{\text{в}}, \text{Ом}$	12,6	53,1	21,9	82	53,1	82	17,1	49,4	49,4	13,4

Продолжение табл. 4

Технические данные электро- двигателя	Варианты контрольного задания									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$U_{\text{ном}}, \text{В}$	110	220	110	220	110	220	110	220	220	220
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	3,4	3,4	4,5	4,5	7,1	7,1	9,5	9,5	12	18,5
$\eta_{\text{ном}}, \%$	80,5	81	82,5	83,5	86	86,5	87	88	87,5	87
$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	800	800	1000	1000	1500	1500	2120	2200	3350	1500
$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	0,121	0,486	0,084	0,338	0,038	0,15	0,022	0,084	0,038	0,065
$R_{\text{в}}, \text{Ом}$	40,9	150	49,2	177	49,2	177	49,2	197	197	64

### Критерии оценки практических занятий

*Максимальный балл за расчетно-графическую работу для очного отделения составляет:*

Задание	Семестр 4		Семестр 5	
	Min, балл	Max, балл	Min, балл	Max, балл
Задание 1	8	10	-	-
Задание 2	8	11	-	-
Задание 3	-	-	9	15
Задание 4	-	-	9	15
<b>ИТОГО:</b>				

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как среднее арифметическое полученных баллов за решение 2/2 расчетно-графических работ.

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

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 «Теоретические основы электротехники»

**Контрольная работа №1**

**Курс 3, семестр 5**

Номер варианта задания соответствует двум последним цифрам номера зачетной книжки студента. Контрольная работа состоит из двух задач и двух теоретических вопросов.

**Задание 1.**

Потребители электрической энергии питаются от трехфазного двухобмоточного понижающего трансформатора, с номинальной мощностью  $S_{ном}$  при номинальных первичном  $U_{1 ном}$  и вторичном  $U_{2 ном}$  линейных напряжениях с номинальной частотой  $f = 50$  Гц.

Технические данные трансформатора: потери мощности при холостом ходе  $P_0$ , потери мощности при коротком замыкании  $P_k$ , напряжение короткого замыкания  $u_k\%$  при токах в обмотках  $I_{1 ном}$  и  $I_{2 ном}$ , равных номинальным. Способ соединения обмоток трансформатора – «звезда».

Принимая во внимание паспортные данные трансформатора, приведенные для соответствующего варианта задания в табл. 1, определить коэффициент трансформации  $K$ , коэффициент полезного действия  $\eta_{ном}$  при номинальной нагрузке и  $\cos \varphi_2 = 0,8$ , токи в первичной  $I_{1 ном}$  и во вторичной  $I_{2 ном}$  обмотках, фазные первичное  $U_{1\phi}$  и вторичное  $U_{2\phi}$  напряжения при холостом ходе, сопротивления короткого замыкания  $R_k$  и  $X_k$ , активные  $R_1$  и  $R_2$  и реактивные  $X_1$  и  $X_2$  сопротивления обмоток, вторичное напряжение  $U_2$  при токе нагрузки  $I_2 = 1,4I_{2 ном}$  и  $\cos \varphi_2 = 0,85$ .

Табл. 1

№ п/п	Трансформатор	$S_{ном}$ , МВА	$U_{ном}$ обмоток, кВ		$u_k$ , %	$\Delta P_k$ , кВт	$\Delta P_x$ , кВт	$i_0$ , %
			ВН	НН				
1	ТМН-630/35	0,63	35	0,4	6,5	11,6	2,7	1,5
2	ТМН-1000/35	1	35	6,3	6,5	18	3,6	1,4
3	ТМН-1600/35	1,6	35	11	6,5	26	5,1	1,1
4	ТМН-2500/35	2,5	35	6,3	6,5	23,5	5,1	1,1
5	ТМН-4000/35	4	35	11	7,5	33,5	6,7	1,0
6	ТМН-6300/35	6,3	35	6,3	7,5	46,5	9,2	0,9

7	ТД-10000/35	10	38,5	10,5	7,5	65	14,5	0,8
8	ТМН-10000/35	10	36,75	6,3	7,5	65	14,5	0,8
9	ТДНС-10000/35	10	36,75	10,5	8,0	60	12,5	0,6
10	ТД-16000/35	16	38,5	6,3	8,0	90	21	0,6
11	ТМН-2500/110	2,5	110	6,6	10,5	22	5,5	1,5
12	ТМН-6300/110	6,3	115	11	10,5	44	11,5	0,8
13	ТДН-10000/110	10	115	6,6	10,5	60	14	0,7
14	ТДН-16000/110	16	115	11	10,5	85	19	0,7
15	ТДНЖ-25000/110	25	115	27,5	10,5	120	30	0,7
16	ТД-40000/110	40	121	6,3	10,5	160	50	0,65
17	ТРДН-40000/110	40	115	10,5	10,5	172	36	0,65
18	ТДЦ-125000/110	125	121	10,5	10,5	400	120	0,55
19	ТДЦ-200000/110	200	121	13,8	10,5	550	170	0,5
20	ТДЦ-200000/110	200	121	15,75	10,5	550	170	0,5

## Задание 2.

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет номинальные данные, указанные для каждого варианта задания в табл. 2. Номинальные данные: линейное напряжение питающей сети  $U_{1ном}$ , частота питающего тока  $f_1 = 50$  Гц, мощность на валу  $P_{2ном}$ , синхронная скорость вращения магнитного поля  $n_1$ , скольжение ротора  $S_{ном}$ , КПД  $\eta_{ном}$ , коэффициент мощности  $\cos \varphi_{1ном}$ , отношение  $K_I = \frac{I_{1пуск}}{I_{1ном}}$  начального пускового тока  $I_{1пуск}$  к номинальному току  $I_{1ном}$ , отношение  $\lambda_{пуск} = \frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$  начального пускового момента  $M_{пуск}$  к номинальному моменту на валу  $M_{ном}$ , отношение  $\lambda_{max} = \frac{M_{max}}{M_{ном}}$  максимального момента к номинальному моменту приведены в табл. 2.

Определить потребляемую из сети активную мощность  $P_{1ном}$ , реактивную мощность  $Q_{1ном}$  и полную мощность  $S_{1ном}$ ; номинальный  $M_{ном}$ , начальный пусковой  $M_{пуск}$  и максимальный  $M_{max}$  моменты; номинальный  $I_{1ном}$  и начальный пусковой  $I_{1пуск}$  токи; частоту тока в роторе  $f_{2ном}$  при номинальной нагрузке и в момент пуска  $f_{2пуск}$ ; число пар полюсов обмотки статора  $P_p$ ; синхронную угловую частоту вращения магнитного поля  $\omega_1$ , а также угловую частоту вращения ротора  $\omega_{2ном}$ . Построить механическую характеристику  $M(\omega)$  асинхронного двигателя.

Табл. 2

№ п/п	Типоразмер двигателя	$P_{ном}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	$\eta_{ном}$ , %	$\cos \varphi_{ном}$	$I_{1ном}$ , А	$M_{ном}$ , Н · м	$M_{пуск}/M_{ном}$	$I_{1пуск}/I_{1ном}$	$M_{max}/M_{ном}$	$J$ , кг · м <sup>2</sup>
1	4АМН180S2	37	2940	91	0,87	71	120	1,6	7	2,4	0,08
2	5АН200L2	75	2925	92,8	0,88	140	245	2,1	6	2,6	0,15

3	5AMH280S2	132	2965	94,7	0,92	231	425	1,6	6,2	2,2	0,85
4	5AMH315M2	250	2975	95,5	0,92	433	802	1,7	7,5	2,5	1,78
5	5AH200M4	45	1465	92,5	0,86	86	293	2,2	6	2,2	0,28
6	5AMH250M4	110	1485	94,8	0,85	207	707	2,4	6,6	2,3	1,2
7	5AMH315S4	200	1485	95,4	0,86	370	1285	1,8	6	2,2	3,57
8	4AMH180M6	22	970	88,5	0,84	54	216	1,6	5,5	2,0	0,24
9	5AH200M6	30	980	90,5	0,81	62	292	2,4	6	2,3	0,39
10	5AMH250M6	75	985	93,3	0,83	147	727	1,7	6,5	2,3	1,3
11	5AMH315S6	132	990	94,2	0,85	251	1273	1,9	6,7	2,6	4,54
12	4AMH180M8	18,5	730	88,5	0,8	40	242	1,6	5,5	2,0	0,3
13	5AMH250M8	55	740	91,2	0,77	119	709	1,4	5,2	2,0	1,4
14	5AMH315S8	110	740	94,1	0,82	217	1419	1,7	5,7	2,5	5,12
15	4AMH180M2	45	2940	91,5	0,89	84	146	1,6	7,0	2,4	0,09
16	5AMH250S2	90	2960	93,4	0,92	159	290	1,6	6,5	2,6	0,47
17	5AMH280M2	160	2965	95	0,92	279	515	1,6	6,2	2,2	1,02
18	4AMH180S4	30	1470	90	0,83	61	195	1,8	6	2,2	0,18
19	5AH200L4	55	1470	93	0,84	107	361	2,6	6,5	2,6	0,34
20	5AMH280S4	132	1485	95,3	0,85	248	848	2	6,3	2	2,19

### **Задание 3.**

Ответить письменно на теоретические вопросы по вариантам.

1. Закон электромагнитной индукции.
2. Материалы, применяемые в электромашиностроении.
3. Типы, классификация и конструкция трансформаторов.
4. Принцип действия трансформатора.
5. Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов трансформатора.
6. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной, схема замещения приведенного трансформатора.
7. Векторная диаграмма трансформатора.
8. Особенности схем и конструкции трехфазных трансформаторов.
9. Определение характеристик холостого хода трансформатора.
10. Определение характеристик короткого замыкания трансформатора.
11. Изменение вторичного напряжения при нагрузке трансформатора.
12. Потери мощности и коэффициент полезного действия трансформатора.
13. Реактивная мощность в трансформаторе.
14. Группы соединений обмоток трехфазных трансформаторов.
15. Параллельная работа трансформаторов.
16. Несимметричная нагрузка трансформаторов.
17. Регулирование напряжения трансформаторов.
18. Трехобмоточные трансформаторы.
19. Автотрансформаторы.

20. Виды электромеханических преобразователей энергии.
21. Устройство асинхронного двигателя.
22. Обмотки машин переменного тока.
23. Понятие об электрическом градусе.
24. Условия создания вращающегося магнитного поля.
25. Электродвижущая сила в обмотке машин переменного тока.
26. Магнитодвижущая сила обмоток машин переменного тока.
27. Принцип действия асинхронного двигателя.
28. Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов асинхронного двигателя.
29. Приведение параметров обмотки ротора к статору.
30. Векторная диаграмма асинхронного двигателя.
31. Схемы замещения асинхронного двигателя.
32. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя, его потери и коэффициент полезного действия.
33. Реактивная мощность в асинхронном двигателе.
34. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронного двигателя.
35. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
36. Регулирование скорости вращения асинхронного двигателя.
37. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором.
38. Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ вопроса	1 38	2 37	3 36	4 35	5 34	6 33	7 32	8 31	9 30	10 29
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ вопроса	11 28	12 27	13 26	14 25	15 24	16 23	17 22	18 21	19 20	1 38

## Контрольная работа № 2

### Курс 3, семестр 6.

Номер варианта задания соответствует двум последним цифрам номера зачетной книжки студента. Контрольная работа состоит из двух задач и двух теоретических вопросов.

#### Задание 1.

Синхронный электродвигатель типа СДН имеет следующие номинальные данные (табл. 1) для каждого варианта задания: линейное напряжение питающей сети  $U_{\text{ном}}$ , частоту  $f = 50$  Гц, мощность на валу  $P_{2\text{ном}}$ , КПД  $\eta_{\text{ном}}$ , коэффициент мощности  $\cos\varphi_{\text{ном}}$ , кратность пускового тока  $m_i = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$ , отношение

пускового момента к номинальному  $m_{\text{пуск}} = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$ , отношение максимального

момента к номинальному  $m_{кр} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ . Определить номинальную угловую

частоту вращения ротора  $\omega_2$ , максимальный  $M_{\max}$  и пусковой  $M_{\text{пуск}}$  моменты, пусковой ток  $I_{\text{пуск}}$ , активную  $P_{\text{ном}}$ , реактивную  $Q_{\text{ном}}$  и полную мощность  $S_{\text{ном}}$  при номинальной нагрузке. Построить угловую характеристику  $M(\theta)$  электродвигателя, отметив на ней точку для номинальной нагрузки  $M_{\text{ном}}$ , а также механическую характеристику электродвигателя  $\omega(M)$ .

*Число полюсов электродвигателя определяют по последней цифре стандартного обозначения типа электродвигателя*

Табл. 1

Технические данные электродвигателя	Варианты контрольного задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Тип электродвигателя									
	СДН-14-44-10	СДН-14-56-10	СДН-15-39-10	СДН-15-49-10	СДН-15-64-10	СДН-14-48-8	СДН-14-59-8	СДН-15-39-8	СДН-15-49-8	СДН-15-64-8
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	630	800	1000	1250	1600	800	1000	1250	1600	2000
$\eta_{\text{ном}}, \%$	93,8	94,4	94,6	95,1	95,7	84,8	95,4	94,8	95,6	96
$\cos \varphi_{\text{ном}}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$m_i$	5,4	5,7	5,8	5,8	6,2	5,4	5,6	4,8	5	6,1
$m_{\text{пуск}}$	0,8	0,85	0,8	0,85	0,95	0,75	0,95	0,85	1,1	1,3
$m_{\text{кр}}$	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2	2	2	2	2

Продолжение табл. 1

Технические данные электродвигателя	Варианты контрольного задания									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Тип электродвигателя									
	СДН-16-54-8	СДН-16-71-8	СДН-16-86-8	СДН-17-59-8	СДН-17-76-8	СДН-14-49-6	СДН-14-59-6	СДН-15-39-6	СДН-15-49-6	СДН-15-64-6
$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	2500	3200	4000	5000	6300	1000	1250	1600	2000	2500
$\eta_{\text{ном}}, \%$	95,8	96,4	96,7	96,6	96,9	95,2	95,8	95,7	95,9	96,4
$\cos \varphi_{\text{ном}}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$m_i$	5,3	5,9	6,5	5,7	6,7	6,4	6,3	4,8	5,5	5,8
$m_{\text{пуск}}$	1,3	1,1	1,3	0,75	0,8	0,95	1,3	0,95	1	1,1
$m_{\text{кр}}$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

**Задание 2.**

Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет следующие номинальные данные (табл. 2) для каждого варианта задания: постоянное питающее напряжение  $U_{\text{ном}}$ , полезную мощность на валу  $P_{2\text{ном}}$ , КПД  $\eta_{\text{ном}}$ , частоту вращения  $n_{\text{ном}}$ , сопротивление цепи якоря  $R_{\text{я}}$ , сопротивление обмотки возбуждения  $R_{\text{в}}$ .

Определить сопротивление пускового реостата  $R_{\text{п}}$  исходя из условия, что начальный пусковой ток двигателя равен двукратному номинальному значению тока, потребляемому из сети:  $I_{\text{пуск}} = 2I_{\text{ном}}$ .

Табл. 2

Технические данные электро- двигателя	Варианты контрольного задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{\text{ном}}, \text{В}$	110	220	110	220	220	220	110	220	220	110
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	4,2	4,2	6	6	7,5	13	5,6	5,6	8	11
$\eta_{\text{ном}}, \%$	74,5	73	78	79	83	87	76	77,5	80	84
$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	800	750	1000	1000	1500	2240	750	800	1000	1500
$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	0,11	0,516	0,081	0,326	0,145	0,081	0,096	0,328	0,216	0,024
$R_{\text{в}}, \text{Ом}$	12,6	53,1	21,9	82	53,1	82	17,1	49,4	49,4	13,4



Технические данные электро- двигателя	Варианты контрольного задания									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$U_{\text{ном}}, \text{В}$	110	220	110	220	110	220	110	220	220	220
$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	3,4	3,4	4,5	4,5	7,1	7,1	9,5	9,5	12	18,5
$\eta_{\text{ном}}, \%$	80,5	81	82,5	83,5	86	86,5	87	88	87,5	87
$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	800	800	1000	1000	1500	1500	2120	2200	3350	1500
$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	0,121	0,486	0,084	0,338	0,038	0,15	0,022	0,084	0,038	0,065
$R_{\text{в}}, \text{Ом}$	40,9	150	49,2	177	49,2	177	49,2	197	197	64

**Задание 3.**

Ответить письменно на теоретические вопросы по вариантам.

1. Конструкция синхронных машин.
2. Системы возбуждения синхронных машин.
3. Принцип действия синхронных генераторов.
4. Холостой ход синхронных генераторов.
5. Реакция якоря синхронных генераторов.
6. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора.
7. Характеристики холостого хода и короткого замыкания синхронных генераторов, ОКЗ.
8. Внешние характеристики синхронных генераторов.
9. Регулировочные характеристики синхронных генераторов.
10. Потери и КПД синхронных машин.
11. Включение синхронных генераторов на параллельную работу.
12. Регулирование активной мощности синхронных генераторов.
13. Угловые характеристики синхронных генераторов.
14. Условия статической устойчивости параллельной работы синхронного генератора.
15. U-образные характеристики синхронных генераторов.
16. Принцип действия синхронных двигателей.
17. Пуск синхронных двигателей.
18. U-образные характеристики синхронных двигателей.
19. Рабочие характеристики синхронных двигателей.
20. Синхронный компенсатор.
21. Принцип действия машин постоянного тока.
22. Конструкция машин постоянного тока.
23. Обмотки якоря машин постоянного тока.
24. ЭДС и электромагнитный момент машин постоянного тока.
25. Реакция якоря машин постоянного тока.
26. Устранение вредного влияния реакции якоря в машине постоянного тока.
27. Коммутация в машинах постоянного тока и способы ее улучшения.
28. Классификация и основные уравнения генераторов постоянного тока.
29. Классификация и основные уравнения двигателей постоянного тока.
30. Характеристики двигателей постоянного тока.

31. Способы и условия пуска двигателей постоянного тока.
32. Способы изменения направления вращения двигателей постоянного тока.
33. Способы регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока.
34. Способы торможения двигателей постоянного тока.
35. Потери и КПД машин постоянного тока.

<b>№ варианта</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>№ вопроса</b>	1 35	2 34	3 33	4 32	5 31	6 30	7 29	8 28	9 27	10 26
<b>№ варианта</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>№ вопроса</b>	11 25	12 24	13 23	14 22	15 21	16 35	17 34	18 33	19 32	20 31

*Максимальный балл за контрольную работу в 5 семестре составляет 30, минимальный балл – 20 для заочного отделения. Из них:*

- задание 1 – *тах 10 баллов; min – 7 баллов;*
- задание 2 – *тах 10 баллов; min – 7 баллов;*
- задание 3 – *тах 10 баллов; min – 6 баллов.*

*При повторном переписывании контрольной в итоговый рейтинг идет средний балл по всем попыткам.*

*Максимальный балл за контрольную работу в 6 семестре составляет 30, минимальный балл – 18 для заочного отделения. Из них:*

- задание 1 – *тах 10 баллов; min – 6 баллов;*
- задание 2 – *тах 10 баллов; min – 6 баллов;*
- задание 3 – *тах 10 баллов; min – 6 баллов.*

*При повторном переписывании контрольной в итоговый рейтинг идет средний балл по всем попыткам.*

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 управления и автоматизации*

*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

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

Профиль/программа «Электроснабжение»  
(наименование)

Семестр: 4 – очное отделение;  
5 – заочное отделение.

**Вопросы к зачету**  
**для очного и заочного отделений**  
по дисциплине «Электрические машины»

1. Назначение и области применения трансформаторов.
2. Принцип действия трансформаторов. Устройство трансформаторов.
3. Уравнения напряжений трансформатора. Уравнения МДС и токов.
4. Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора.
5. Векторная диаграмма трансформатора.
6. Трансформирование трехфазного тока и схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.
7. Опытное определение параметров схемы замещения трансформатора.
8. Внешняя характеристика трансформатора.
9. Потери и КПД трансформатора.
10. Регулирование напряжения трансформатора.
11. Группы соединения обмоток. Параллельная работа трансформаторов.
12. Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы.
13. Устройство статора машин переменного тока и основные понятия об обмотках статора. ЭДС обмотки статора.
14. Трехфазные двухслойные обмотки статора. Однослойные обмотки статора. Изоляция обмотки статора.
15. МДС сосредоточенной обмотки. МДС распределенной обмотки. МДС трехфазной обмотки статора.
16. Круговое, эллиптическое и пульсирующее магнитные поля.
17. Принцип действия асинхронного двигателя. Устройство асинхронной машины.
18. Режимы работы асинхронной машины.
19. Магнитная цепь асинхронной машины.
20. Уравнения напряжений асинхронного двигателя. Уравнения МДС и токов асинхронного двигателя.

21. Приведение параметров обмотки ротора и векторная диаграмма асинхронного двигателя.
22. Потери и КПД асинхронного двигателя.
23. Электромагнитный момент и механические характеристики асинхронного двигателя.
24. Механические характеристики асинхронного двигателя при изменениях напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора.
25. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
26. Пуск двигателей с фазным ротором.
27. Пуск двигателей с короткозамкнутым ротором.
28. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками.
29. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

***Максимальный балл за зачет составляет 40, минимальный балл – 20 для очного и заочного отделений.***

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 управления и автоматизации*

*Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

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

Профиль/программа «Электроснабжение»  
(наименование)

Семестр: 5 – очное отделение;  
6 – заочное отделение.

**Вопросы к экзамену**  
**для очного и заочного отделений**  
**по дисциплине «Электрические машины»**

1. Принцип действия синхронного двигателя и генератора.
2. Устройство синхронной машины. Возбуждение синхронных машин.
3. Магнитная цепь и магнитное поле синхронной машины.
4. Реакция якоря синхронного генератора. Уравнения напряжений синхронного генератора.
5. Характеристики синхронного генератора.
6. Потери и КПД синхронных машин.
7. Включение генераторов на параллельную работу.
8. Нагрузка генератора, включенного на параллельную работу.
9. Угловые характеристики синхронного генератора.
10. U-образные характеристики синхронного генератора.
11. Пуск и принцип действия синхронного двигателя.
12. U-образные и рабочие характеристики синхронного двигателя.
13. Синхронный компенсатор.
14. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.
15. Устройство машины постоянного тока.
16. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машины постоянного тока.
17. Магнитная цепь и реакция якоря машины постоянного тока.
18. Способы возбуждения машин постоянного тока.
19. Потери и КПД машины постоянного тока.
20. Основные уравнения генератора постоянного тока.
21. Основные характеристики генератора постоянного тока с независимым возбуждением.
22. Основные уравнения двигателя постоянного тока.
23. Основные характеристики двигателя постоянного тока с независимым воз-  
буждением.

**Максимальный балл за экзамен составляет 40, минимальный балл –  
24 для очного и заочного отделений.**