

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Чайковский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
**Пермский национальный исследовательский политехнический университет**  
Кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Исполняющий обязанности директора,  
заместитель директора  
по учебной работе ЧФ ПНИПУ  
Н. М. Куликов

«09» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Электрические машины»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Электроснабжение

**Квалификация выпускника:** «бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

**Форма обучения:** Очно-заочная

**Курс:** 4

**Семестры:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 7 семестр.

Курсовой проект: 7 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Электрические машины». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 5 разделов. В каждом разделе предусмотрены: аудиторные лекционные, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, в том числе выполнение курсового проекта. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине «Электрические машины» (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного (итогового) контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, выполнении индивидуальных заданий, защите курсового проекта, экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный			Итоговый
	С	ТО	ИЗ	КурсР	ОЛР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>Знать</b> устройство и принцип действия современных типов электромеханических устройств и трансформаторов, особенности их конструкции, основные уравнения и схемы замещения;	С1		ИЗ			ТВ
<b>Знать</b> - основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах;	С2		ИЗ		ОЛР	ТВ
<b>Знать</b> - основные методы и подходы проектирования электрических машин;				Курс П		ТВ
<b>Знать</b> - основные методы испытаний электрических машин;	С3				ОЛР	ТВ
<b>Знать</b> основные методы и подходы проектирования электрических машин;	С4			Курс П		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>Уметь</b> - использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных		ИЗ			ОЛР	

цепей постоянного и переменного тока для анализа режимов работы электрических машин						
<b>Уметь</b> - использовать на практике знания функций и основных характеристик электрических машин;.			ИЗ	Курс II	ОЛР	ПЗ
<b>Уметь</b> -использовать на практике методы и критерии выбора электрических машин и трансформаторов;			ИЗ		ОЛР	ПЗ
<b>Уметь</b> использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин;			ИЗ		ОЛР	ПЗ
<b>Уметь</b> -подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин.					ОЛР	ПЗ
<b>Уметь</b> -выполнять работы по расчету и проектированию электромеханических устройств и систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных программных средств автоматизации расчетов и проектирования;				Курс II		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>Владеть</b> - навыками использования методов анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методов и способов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин;			ИЗ			ПЗ
<b>Владеть</b> навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при проектировании электрических машин;			ИЗ	Курс II		ПЗ
<b>Владеть</b> -навыком осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электромеханических систем;			ИЗ	Курс II		ПЗ
<b>Владеть</b> - навыками выполнения испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований					ОЛР	ПЗ
<b>Владеть</b> - навыками анализа установившихся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.					ОЛР	ПЗ

*С – собеседование по теме; ИЗ – индивидуальное задание; ОЛР – отчет по лабораторной работе; КурсII- курсовой проект; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде защиты курсового проекта, экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем выполнения индивидуальных заданий, пунктов (в соответствии с заданием) курсового проекта, защиты отчетов по лабораторным работам; рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме опроса, анализа усвоения материала предыдущей лекции, собеседования или выборочного теоретического опроса студентов на лабораторных и практических занятиях.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (см. табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, выполнения индивидуальных заданий, пунктов курсового проекта в соответствии с планом.

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей

части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Выполнение индивидуальных заданий**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), используется индивидуальное задание студенту по изученной теме, которое может выполняться как на практическом занятии, так и во время самостоятельной работы студента.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3 Защита курсового проекта**

Защита курсового проекта - это форма промежуточной аттестации учебно-исследовательской работы студента за пройденный этап обучения по учебной дисциплине (в случае междисциплинарного курсового проекта - по блоку дисциплин). Выполнение курсового проекта призвано выявить способности студентов на основе полученных знаний самостоятельно решать конкретные практические задачи или проводить исследование по одному из разделов (модулей), изучаемых по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, а также направлено на формирование соответствующих компетенций студента. Курсовой проект позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Рекомендуются в качестве оценочного средства для оценки умений и владений студентов в предметной или межпредметной областях.

Типовые темы, а также задание на выполнение курсового проекта приводятся в РПД учебной дисциплины или на правах отдельного документа (Методические предписания по выполнению курсового проекта).

Критерии и шкалы оценивания приведены ниже.

По результатам защиты курсового проекта выставляется интегральная оценка по четырех балльной шкале оценивания, которая распространяется на все запланированные образовательные результаты в форме *знать, уметь, владеть*, указанные в задании на курсовой проект.

**Типовые критерии** оценки по 4-х балльной шкале оценивания для курсового проекта:

- оценка *«отлично»* выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценку *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления

отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

• оценку «*неудовлетворительно*» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к итоговой аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (ТВ) для проверки усвоенных знаний, одно практическое задание (ПЗ) для проверки усвоенных умений и для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

##### **1. Устройство и принцип действия трансформатора.**

- Запишите основные уравнения трансформатора при нагрузке и постройте на их основе векторную диаграмму.
- Что такое КПД трансформатора и как его определить, используя опыт холостого хода и короткого замыкания?
- Назовите основные активные элементы трансформатора.
- От чего зависят потери в стали и в обмотках?
- Поясните принцип действия трансформатора при нагрузке.
- Схемы соединения фаз обмоток трехфазного трансформатора, группы соединений

##### **2. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.**

- Чем отличаются асинхронные двигатели по конструкции ротора, преимущества и недостатки этих двигателей?
- Покажите аналитическую зависимость момента от скольжения  $M = f(s)$  асинхронного двигателя и поясните ее физический смысл.
- Для каких механизмов применяются асинхронные двигатели?
- Поясните устройство и принцип действия асинхронного двигателя.
- С какой скоростью вращается поле ротора по отношению к полю статора, в чем заключается физический смысл?

- 3. Аналитическое выражение максимального момента ( $M_{кр}$ ) асинхронного двигателя и физический смысл этой зависимости.**
- К чему приведет увеличение активного сопротивления в цепи ротора двигателя с фазным ротором?
  - К чему приведет уменьшение подводимого к статору напряжения (покажите на кривой момента  $M = f(s)$ )?
  - Запишите и поясните формулу максимального момента ( $M_{кр}$ ).
  - Запишите расчётную формулу момента асинхронной машины, в чем ее физический смысл?
- 4. Основные уравнения ЭДС и токов асинхронного двигателя.**
- Запишите основные уравнения ЭДС и токов асинхронного двигателя.
  - Постройте векторную диаграмму асинхронного двигателя.
  - Покажите схемы замещения асинхронного двигателя и область их применения.
- 5. Устройство и принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.**
- Поясните устройство машины постоянного тока.
  - Поясните принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.
  - Запишите основные уравнения ЭДС, электромагнитного момента.
  - Покажите в графическом виде механические характеристики двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения, поясните их физический смысл.
  - Изобразите и поясните энергетические диаграммы генератора и двигателя.
- 6. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока.**
- Запишите выражение для скоростной и механической характеристики двигателя постоянного тока.
  - Регулирование частоты вращения сопротивлением в цепи якоря, привести характеристики и аналитические выражения.
  - Регулирование частоты вращения изменением магнитного потока, привести характеристики и аналитические выражения.
  - Регулирование частоты вращения изменением подводимого напряжения, привести характеристики и аналитические выражения.
- 7. Основные положения для синхронного двигателя.**
- Поясните устройство и принцип действия синхронного двигателя.
  - Поясните пуск синхронного двигателя, достоинства и недостатки применяемых способов пуска.

**Типовые практические задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений:**

- 1.** Для трехфазного силового трансформатора номинальной мощностью  $S_H = XXX$  кВА и напряжением  $U_{BH} = XXX$  кВ с потерями холостого хода  $P_{XX} = XXX$  кВт и короткого замыкания  $P_{K3} = XXX$  кВт определить при  $\cos\varphi_2 = XXX$ : а) коэффициент нагрузки  $\beta$  при котором достигается

максимальный КПД трансформатора; б) по формуле

$$\eta = 1 - \frac{P_{xx} + \beta^2 P_{кз}}{\beta S_H \cos \varphi_2 + P_{xx} + \beta^2 P_{кз}}$$
 определить величину максимального КПД.

2. На подстанции параллельно работают три трехфазных силовых трансформатора следующих номинальных мощностей и напряжений короткого замыкания:  $S_{H1} = XXX$  кВА,  $U_{к1} = XXX$  %;  $S_{H2} = XXX$  кВА,  $U_{к2} = XXX$  %;  $S_{H3} = XXX$  кВА,  $U_{к3} = XXX$  %. Определить: а) какой из трех трансформаторов будет перегружен и на какой процент; б) какова будет общая нагрузка трех трансформаторов при снижении нагрузки трансформатора на этот процент. Расчет нагрузки каждого трансформатора произвести по

формуле 
$$S_x = \frac{\sum S}{U_{кx} \sum \frac{S_{Hx}}{U_{кx}}} \cdot S_{Hx}$$

3. ЭДС индуктируемая в фазе ротора асинхронного двигателя при скольжении  $S = XXX$  равна  $XXX$  В. Определить ток в обмотке ротора, приведенный к неподвижному состоянию, если активное сопротивление фазы обмотки ротора  $r_2 = XXX$  Ом, а индуктивность рассеяния  $L_2 = XXX$  Гн. Частота сети  $f = XXX$  Гц.
4. Двухполюсный асинхронный двигатель с КПД  $\eta_H = XXX$  % в номинальном режиме потребляет из сети мощность  $P_1 = XXX$  кВт при частоте вращения  $n = XXX$  об/мин, частота сети  $f = XXX$  Гц. Определить максимальный момент и критическое скольжение двигателя. Для определения критического скольжения воспользоваться формулой  $S_{кр} = S_H \cdot \left[ \lambda_m + \sqrt{\lambda_m^2 - 1} \right]$ , где  $\lambda_m = \frac{M_{кр}}{M_H} = 2,2$ .

При расчетах моментом холостого хода пренебречь.

5. Определить электромагнитный момент и ток в якоре двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при напряжении  $U_{я} = XXX$  В и частоте вращения  $n = XXX$  об/мин. Сопротивление цепи якоря  $R_{я} = XXX$  Ом, постоянный конструктивный коэффициент  $C = XXX$ , магнитный поток  $\Phi = XXX$  Вб.

6. Паспортные данные электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения: тип двигателя  $XXX$ ;  $P_{ном} = XXX$  кВт;  $U_{ном} = XXX$  В;  $n_{ном} = XXX$  об/мин;  $\eta_{ном} = XX$  %;  $R_{я} = XXX$  Ом;  $R_B = XXX$  Ом

Электродвигатель работает с номинальным током возбуждения

Построить искусственную механическую характеристику при включении последовательно с обмоткой якоря добавочного сопротивления  $R_p = XR_{я}$ .

Механическими потерями в двигателе пренебречь

7. Коэффициент полезного действия двухполюсного турбогенератора  $\eta = XXX$ . Номинальное линейное напряжение  $U_H = XXX$  кВ, номинальный фазный ток  $I_H = XXX$  А, номинальный коэффициент активной мощности  $\cos \varphi_H = XXX$ . Определить вращающий момент турбины  $M_T$  и суммарные потери генератора  $\sum P$ .

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.



### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Чайковский филиал  
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра *Автоматизации, информационных и инженерных технологий*

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность *Электроснабжение*

Дисциплина *Электрические машины*

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №   1**

1. Схемы соединения фаз обмоток трехфазного трансформатора, группы соединений
2. Поясните пуск синхронного двигателя, достоинства и недостатки применяемых способов пуска.
3. Паспортные данные электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения:

тип двигателя 4ПН250М

$P_{\text{ном}}=55$  кВт

$U_{\text{ном}}=220$  В

$n_{\text{ном}}=1500$  об/мин

$\eta_{\text{ном}}=87\%$

$R_{\text{я}}=0,0185$  Ом

$R_{\text{в}}=26,8$  Ом

Электродвигатель работает с номинальным током возбуждения

Построить искусственную механическую характеристику при включении последовательно с обмоткой якоря добавочного сопротивления  $R_{\text{р}}=2R_{\text{я}}$ .

Механическими потерями в двигателе пренебречь

\_\_\_\_.\_\_\_\_.20 \_\_\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_