

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 курсовой работе ЧФ ПНИПУ
_____ Н. М. Куликов

«04» 09 2020г.

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: очная

Курс: 3

Семестры: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 семестр.

Курсовой проект: 5 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 (5-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
Усвоенные знания						
Знать устройство и принцип действия современных типов электромеханических устройств и трансформаторов, особенности их конструкции, основные уравнения и схемы замещения;	С1		ИЗ			ТВ
Знать - основные законы, теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические и электромагнитные процессы в электрических машинах;	С2		ИЗ		ОЛР	ТВ
Знать - основные методы и подходы проектирования электрических машин;				Курс П		ТВ
Знать - основные методы испытаний электрических машин;	С3				ОЛР	ТВ
Знать основные методы и подходы проектирования электрических машин;	С4			Курс П		ТВ
Освоенные умения						
Уметь - использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных		ИЗ			ОЛР	

цепей постоянного и переменного тока для анализа режимов работы электрических машин						
Уметь - использовать на практике знания функций и основных характеристик электрических машин;.			ИЗ	Курс II	ОЛР	ПЗ
Уметь -использовать на практике методы и критерии выбора электрических машин и трансформаторов;			ИЗ		ОЛР	ПЗ
Уметь использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин;			ИЗ		ОЛР	ПЗ
Уметь -подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин.					ОЛР	ПЗ
Уметь -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
Приобретенные владения						
Владеть - 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
Владеть навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при проектировании электрических машин;			ИЗ	Курс II		ПЗ
Владеть -навыком осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электромеханических систем;			ИЗ	Курс II		ПЗ
Владеть - навыками выполнения испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований					ОЛР	ПЗ
Владеть - 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; КурсР- 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 11 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 β 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 _____