

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Математическое моделирование электромеханических преобразователей
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

<p>Цель – формирование комплекса знаний и умений в области математического моделирования электромеханических преобразователей.</p> <p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Изучение математического описания электромеханических преобразователей.2. Формирование умения составления алгебраических и дифференциальных уравнений для моделирования электрических машин.3. Формирование навыка практического учета реальных условий при моделировании электрических машин.4. Формирование умения и навыка практического применения основных методов математического моделирования электромеханических преобразователей.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

<ol style="list-style-type: none">1. Математическое описание электромеханических преобразователей.2. Способы составления алгебраических и дифференциальных уравнений для моделирования электрических машин.3. Методы учета реальных условий при моделировании электрических машин.4. Основные методы математического моделирования электромеханических преобразователей.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: - методы математического моделирования электромеханических преобразователей в современных математических пакетах моделирования.	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: - проводить выбор уравнений и средств моделирования электромеханических преобразователей.	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: - навыками проведения компьютерного эксперимента на математических моделях электромеханических преобразователей и анализа результатов.	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает: - основные принципы математического описания электромеханических преобразователей различных типов.	Знает теоретические основы электротехники, электроэнергетики, электроники, принципы работы и характеристики электромеханических преобразователей различных типов.	Дифференцированный зачет
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умеет: - проводить и оценивать адекватность математического моделирования; - выбирать исходные данные для моделирования.	Умеет применять методы анализа и моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы электромеханических преобразователей различных типов.	Защита лабораторной работы
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеет навыками: - расчета электрических цепей и объектов электроэнергетики; - проведения сравнительной оценки результатов моделирования электромеханических преобразователей.	Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов электроэнергетики, режимов работы электромеханических преобразователей разных типов.	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	5	5	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Математическое описание электромеханических преобразователей	8	10	5	45
Тема 1. Общая теория электрических машин. Основные допущения, принимаемые при математическом исследовании электрических машин. Системы координатных осей. Изображающие векторы. Системы относительных единиц. Использование относительных единиц при анализе режимов работы электрических машин. Тема 2. Обобщенная электрическая машина. Схемы обобщенной электрической машины. Переход от трехфазной системы координат к двухфазной. Уравнения обобщенной электрической машины. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Операторный метод. Применение матричных операций при расчете переходных процессов в электрических машинах.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Трансформаторы и электрические машины	10	17	0	45
<p>Тема 3. Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно-неподвижными осями обмоток и полюсов.</p> <p>Переходные процессы в катушке с ферромагнитным сердечником.</p> <p>Переходные процессы в двухобмоточном трансформаторе.</p> <p>Дифференциальные уравнения электрических машин. Пуск двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.</p> <p>Тема 4. Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно-перемещающимися осями обмоток.</p> <p>Уравнения синхронной машины в системе координат a, b, c статора и d, q ротора. Уравнения реальных обмоток. Потокосцепления и индуктивности обмоток синхронной машины. Численные методы решения системы дифференциальных уравнений синхронной машины. Уравнения синхронной машины в системе координат d и q, жестко связанной с ротором.</p> <p>Преобразование переменных и уравнений.</p> <p>Уравнения равновесия напряжений синхронной машины с параметрами в относительных единицах.</p> <p>Параметры синхронных машин. Электромагнитный момент вращения синхронной машины в осях d, q.</p> <p>Комплексные дифференциальные уравнения синхронных машин. Расчет пусковых характеристик.</p> <p>Влияние несимметрии ротора на его пусковые характеристики. Влияние возбуждения на пусковые характеристики синхронных двигателей.</p> <p>Электромеханические переходные процессы в асинхронных двигателях. Уравнения асинхронной машины в системе координат d, q статора.</p> <p>Исследование процесса пуска асинхронного двигателя.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	18	27	5	90
ИТОГО по дисциплине	18	27	5	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение средств математического моделирования электрических машин
2	Изучение методов использования матричных операций при моделировании электрических машин

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование средств математического моделирования электрических машин
2	Исследование использования матричных операций при моделировании электрических машин
3	Исследование переходных процессов при подключении катушки индуктивности к источнику переменного напряжения
4	Исследование переходных процессов в машине постоянного тока.
5	Исследование переходных процессов в синхронном двигателе
6	Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 2001. 327 с.	26
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Беляев Е. Ф., Шулаков Н. В. Дискретно-полевые модели электрических машин : ч. I, II учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 456 с.	47
2	Затонский А. В., Тугашова Л. Г. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное пособие. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. 142 с. 11,70 усл. печ. л.	1
3	Иваницкий В. А., Тюленёв М. Е. Электротехника и электроника : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 227 с. 14,25 усл. печ. л.	117
4	Каган А. В. Математическое моделирование в электромеханике : учебное пособие. Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет Горный, 2012. 83 с. 5,0 усл. печ. л.	1
5	Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 1994. 318 с.	4
6	Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1987. 248 с.	7
7	Проектирование электрических машин. Кн. 2. М. : Энергоатомиздат, 1993. 383 с.	24
8	Проектирование электрических машин. Кн.1. М. : Энергоатомиздат, 1993. 463 с.	21
9	Сипайлов Г. А., Кононенко Е. В., Хорьков К. А. Электрические машины (специальный курс) : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 1987. 286 с.	12
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Иваницкий В. А., Тюленёв М. Е. Электротехника и электроника : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 227 с. 14,25 усл. печ. л.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160406	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	10
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Математическое моделирование электромеханических
преобразователей»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Форма обучения: Очная

Курс: 4 **Семестр(-ы):** 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Форма промежуточной аттестации:

Дифзачет: 7 сем.

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. 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.

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 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала.

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		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Диф. зачет
1	2	3	4	5	6
Усвоенные знания					
З.1. Знает методы математического моделирования электромеханических преобразователей в современных математических пакетах моделирования	С1-4	ТО1-4		КР1-2	ТВ
З.2. Знает основные принципы математического описания электромеханических преобразователей различных типов	С1-4	ТО1-4		КР1-2	ТВ
Освоенные умения					
У.1. Умеет проводить выбор уравнений и средств моделирования электромеханических преобразователей			ОЛР1-6	КР1-2	
У.2. Умеет проводить и оценивать адекватность математического моделирования			ОЛР1-6	КР1-2	
Приобретенные владения					
В.1. Владеет навыками проведения компьютерного эксперимента на математических моделях электромеханических преобразователей и анализа результатов			ОЛР1-6		КЗ
В.2. Владеет навыками проведения сравнительной оценки результатов моделирования электромеханических преобразователей			ОЛР1-6		КЗ

С – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *ОЛР* – отчет по лабораторным работам; *Т/КР* – рубежная контрольная работа; *ТВ* – теоретический вопрос; *РП* – реферат и презентация; *КЗ* – комплексное задание зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета в 8-ом семестре, проводимая с учётом 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 – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры 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 компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

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 для оценивания знания компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. 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 дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита Лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Математическое описание электромеханических преобразователей», вторая КР – по модулю 2 «Трансформаторы и электрические машины».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
		<i>полученный результат.</i>

Типовые задания первой КР:

1. Системы координатных осей.
2. Уравнения обобщенной электрической машины.

Типовые задания второй КР:

1. Переходные процессы в двухобмоточном трансформаторе.
2. Уравнения синхронной машины в системе координат d и q , жестко связанной с ротором.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

2.3. Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине устно по вопросам (ТВ), составленных для проверки усвоенных знаний, и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Перечень вопросов формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные допущения, принимаемые при математическом исследовании электрических машин.
2. Системы координатных осей.
3. Изображающие векторы.
4. Системы относительных единиц.
5. Использование относительных единиц при анализе режимов работы электрических машин.
6. Схемы обобщенной электрической машины.
7. Переход от трехфазной системы координат к двухфазной.
8. Уравнения обобщенной электрической машины.
9. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах.
10. Операторный метод.
11. Применение матричных операций при расчете переходных процессов в электрических машинах.
12. Переходные процессы в катушке с ферромагнитным сердечником.
13. Переходные процессы в двухобмоточном трансформаторе.
14. Уравнения синхронной машины в системе координат a , b , c статора и d , q ротора.
15. Потокосцепления и индуктивности обмоток синхронной машины.

16. Численные методы решения системы дифференциальных уравнений синхронной машины.

17. Уравнения синхронной машины в системе координат d и q , жестко связанной с ротором.

18. Параметры синхронных машин.

19. Расчет пусковых характеристик синхронных машин.

20. Уравнения асинхронной машины в системе координат α, β статора.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. **Математическое описание электромеханических преобразователей**, включает теоретический материал тем модуля 1.

2. **Трансформаторы и электрические машины**, включает теоретический материал тем модуля 2.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

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

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы магистратуры. Шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.3, 2.4 и 2.5.

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
		<i>вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

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

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

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы магистратуры.

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

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания по 4-х балльной шкале оценивания дают возможность проставить зачет.
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций дает зачет.
4. Итоговый зачет по уровню сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговый зачет уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций.