

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

« 02 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Проектирование электромеханических преобразователей
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 360 (10)
(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

Цель учебной дисциплины – Формирование комплекса знаний, умений и навыков и подготовка обучающихся к конструкторской деятельности в области проектирования электромеханических преобразователей.

Задачи учебной дисциплины:

- ? формирование представлений об основных положениях теории проектирования электромеханических преобразователей(ЭМП);
- ? изучение понятийного аппарата дисциплины, методов проектирования и расчета ЭМП;
- ? изучение конструкции основных типов ЭМП, методов расчета характеристик ЭМП, методы расчета элементов ЭМП;
- ? формирование умений выбора методов проектирования и расчета ЭМП;
- ? формирования умений совместной работы с использованием САПР;
- ? формирование представлений о новых технологиях проектирования ЭМП;
- ? Формирование навыков расчета ЭМП и оформление конструкторской документации по правилам ЕСКД.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Изучаемые объекты дисциплины:

- устройство и принципы работы электрических машин и электрооборудования;
- электрические машины постоянного, однофазного и трехфазного синусоидального тока;
- методы расчета электрических машин и анализ происходящих в них процессов;
- основы методы расчета элементов 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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

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: ? современные принципы проектирования ЭМП; ? программные инструменты проектирования; ? конструкции, графическое отображение и моделирование различных видов ЭМ; ? современные средства оценки параметров ЭМ; ? современные методы проектирования с использованием программных средств.	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: ? применять программно-вычислительные комплексы для проектирования ЭМП; ? строить модели частей ЭМП; ? исследовать проектируемые ЭМП на соответствие требуемым параметрам; ? применять современные программные средства для моделирования режимов работы проектируемых ЭМП;	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: ? навыками проектирования ЭМП с использованием методов математического моделирования; ? навыками анализа и расчета проектируемых ЭМП; ? навыками использования программных средств для всего процесса проектирования ЭМП.	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете объектов профессиональной деятельности	Курсовой проект
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает:	Знает состав, этапы,	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		? основные принципы проектирования ЭМП; ? основные программные средства для проектирования ЭМП; ? требования к составлению технического задания и нормативно-технической документации; ? регламенты использования материалов при проектировании ЭМП.	последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет: ? формулировать граничные условия к техническому заданию проектирования ? определять нормативные требования для производства ЭМП; ? планировать процессы проектирования в программных комплексах; ? проектировать ЭМП с учетом технического задания.	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет: ? навыками составления технического задания для проектирования ЭМП; ? навыками поиска решений для проектирования ЭМП; ? методами и приёмами проектирования ЭМП; ? навыками распределения задач проектирования; ? навыками объединения и анализа имеющихся решений.	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Курсовой проект

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	54	27	27
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	5	5
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	180	90	90
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	72	36	36
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	72	36	36
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	360	180	180

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	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Электромеханические преобразователи постоянного тока	9	13	2	43
<p>Тема 1. Общие вопросы проектирования электрических машин. Электромагнитные нагрузки ЭМ. Постоянная Арнольда. Геометрические соотношения. Потери в обмотке якоря. Соотношения между геометрическими параметрами и мощностями геометрически подобных машин.</p> <p>Тема 2. Машины постоянного тока. Принцип действия и устройство. Магнитная цепь МПТ. Магнитные материалы. Маркировка электротехнической стали. Элементы магнитной цепи МПТ.</p> <p>Тема 3. МДС воздушного зазора. МДС зубцовой зоны. МДС ярма, якоря и полюсов. МПТ с возбуждением постоянными магнитами. Материалы для изготовления постоянных магнитов. Выбор параметров постоянных магнитов. Обмотки МПТ.</p> <p>Тема 4. Магнитное поле машины под нагрузкой. Реакция якоря и её виды. Влияние реакции якоря на магнитный поток машины. Влияние реакции якоря на работу машин постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Процесс коммутации. ЭДС в коммутируемой секции. Замедленная коммутация. Ускоренная коммутация. Методы улучшения коммутации. Компенсационная обмотка. Проверка и настройка коммутации.</p> <p>Тема 5. Генератор постоянного тока. Энергетическая диаграмма и сравнение ЭДС генератора постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Частота вращения и уравнение моментов двигателя постоянного тока. Классификация ДПТ. Характеристики двигателя постоянного тока.</p>				
Проектирование асинхронных электромеханических преобразователей энергии.	9	14	3	47
<p>Тема 6. МДС высших гармоник. Намагничивающая сила катушечной группы. МДС обмотки с укороченным шагом. ЭДС обмотки переменного тока. высшие гармонические ЭДС обмотки переменного тока. Рабочий режим асинхронной машины. Частота, ЭДС и ток вращающегося ротора.</p> <p>Тема 7. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора. Уравнения токов асинхронной машины. Схема замещения и система уравнений асинхронной машины. Векторная диаграмма асинхронной машины. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Электромагнитный</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>момент асинхронного двигателя. Формула Клосса.</p> <p>Тема 8. Гистерезисный момент и момент от вихревых токов. Влияние высших пространственных гармоник на электромагнитный момент асинхронного двигателя. Потери в асинхронном двигателе, КПД и зависимость КПД от загрузки. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя.</p> <p>Тема 9. Индуктивное сопротивление рассеяния. Активное сопротивление обмотки статора. Расчет параметров обмотки ротора. Однофазный асинхронный двигатель. Асинхронный конденсаторный двигатель. Двигатель с экранированными полюсами. Двигатель с асимметрией магнитной цепи.</p> <p>Тема 10. Пуск асинхронного двигателя. Двигатель с глубоким пазом. Двигатель с двойной беличьей клеткой. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Частотное регулирование асинхронного двигателя. Тормозные режимы асинхронного двигателя. Трехфазные обмотки для машин с изменением числа пар полюсов</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	18	27	5	90
7-й семестр				
Проектирование синхронных электромеханических преобразователей энергии.	9	13	2	43
<p>Тема 11. Режим холостого хода синхронного генератора. Реакция якоря синхронного генератора. Учет реакции якоря и векторная диаграмма синхронного неявнополюсного генератора. Учет реакции якоря и векторная диаграмма синхронного явнополюсного генератора.</p> <p>Тема 12. Электромагнитная мощность СГ. Синхронизирующая мощность. Характеристики СГ. Параллельная работа СГ. с сетью неограниченной мощности.</p> <p>Тема 13. Синхронный двигатель. Энергетическая диаграмма СД. Векторная диаграмма СД. Работа СД при переменном возбуждении.</p> <p>Тема 14. Пуск СД. Системы возбуждения синхронных машин.</p>				
Современное проектирование машин. Специальные машины. Инновационные методы проектирования.	9	14	3	47
Тема 15. Общие вопросы проектирования электрических машин. Основные тенденции в развитии электромашиностроения. Номинальные напряжения. Шкала мощностей. Высоты оси вращения, частоты вращения. Установочные и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>присоединительные размеры. Степень защиты ЭМ. Способы охлаждения. Исполнение ЭМ по способу монтажа. Стадии разработки ЭМ. Определение основных размеров ЭМ.</p> <p>Тема 16. Получение бегущего магнитного поля линейных асинхронных двигателей. Общие вопросы получения бегущего магнитного поля линейных асинхронных двигателей. Варианты конструкции индуктора. Основные понятия и определения. Проектирование индукторов линейных асинхронных: методы, методики, технические средства.</p> <p>Тема 17. Дугостаторный асинхронный двигатель. Общие вопросы дугостаторных асинхронных двигателей. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование дугостаторных асинхронных двигателей: методы, методики, технические средства.</p> <p>Тема 18. Круговой вентильный двигатель с постоянными магнитами. Общие вопросы круговых вентильных двигателей с постоянными магнитами. Принцип действия и конструкция, области его применения. Варианты конструкций. Основные понятия и определения. Проектирование круговых вентильных двигателей с постоянными магнитами: методы, методики, технические средства.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	18	27	5	90
ИТОГО по дисциплине	36	54	10	180

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Разработка алгоритмов в программном обеспечении для нужд многовариантного проектирования электромеханических преобразователей постоянного тока.
2	Разработка алгоритмов в программном обеспечении для нужд многовариантного проектирования асинхронных электромеханических преобразователей.
3	Разработка алгоритмов в программном обеспечении для нужд многовариантного проектирования синхронных электромеханических преобразователей.
4	Разработка алгоритмов в программном обеспечении для нужд многовариантного проектирования специальных электромеханических преобразователей.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Выбор конструкция мпт основные размеры
2	Расчет обмотки якоря
3	Расчет размеров якоря
4	Расчет коллектора и щеточного аппарата
5	Расчет магнитной системы
6	Расчет обмотки возбуждения или постоянных магнитов мпт
7	Расчет характеристик мпт
8	Упрощенный тепловой расчет мпт
9	Формирование задания на проектирование АД
10	Выбор главных размеров ад
11	Расчет статора ад
12	Расчет ротора АД
13	Расчет магнитной цепи АД
14	Расчет характеристик АД
15	Упрощенный тепловой расчет
16	Выбор конструкции и основные размеры СМ
17	Расчет статора СМ
18	Расчет обмотки статора СМ
19	Расчет ротора СМ
20	Расчет магнитной цепи СМ
21	Расчет констант СМ
22	Расчет характеристик СМ
23	Упрощенный тепловой расчет СМ
24	Выбор специальной машины
25	Поиск особенностей расчета специальной машины

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет и проектирование электрических машин постоянного тока малой мощности
2	Проектирование и расчет трехфазных асинхронных двигателей
3	Расчет и проектирование синхронного генератора

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	Гольдберг О.Д., Свириденко И.С. Инженерное проектирование и САПР электрических машин : учебник для вузов. Москва : Академия, 2008. 559 с.	9
2	Копылов И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2022. 828 с. 64,24 усл. печ. л.	11

3	Лопухина Е. М., Семенчуков Г. А. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 2002. 511 с.	32
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Беляев Е. Ф. Магнитные материалы электромашиностроения : учебно-методическое пособие к курсовому проектированию машин. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001. 66 с.	7
2	Беляев Е. Ф. Расчет и проектирование электрических машин постоянного тока малой мощности : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001. 72 с.	14
3	Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования : учебное пособие для вузов / Гольдберг О. Д., Буль О. Б., Свириденко И. С., Хелемская С. П. Москва : Высш. шк., 2001. 512 с.	40
4	Сергеев П. С., Виноградов Н. В., Горяинов Ф. А. Проектирование электрических машин : учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Энергия, 1970. 632 с.	15
2.2. Периодические издания		
1	Электричество : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Знак, 1880 - .	
2	Электротехника : научно-технический журнал. Москва : Знак, 1930 - .	
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)
Основная литература	Проектирование электрических машин : учебное пособие для вузов / Копылов И. П., Горяинов Ф. А., Клоков Б. К., Морозкин В. П. Москва : Энергия, 1980. 495 с. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib24152 (дата обращения: 30.08.2022).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib24152 (дата обращения: 30.08.2022).	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.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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
Курсовой проект	Компьютер	10
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 бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Проектирование электромеханических преобразователей»
Приложение к рабочей программе дисциплины**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

Квалификация выпускника: «бакалавр»

Выпускающая кафедра: Электротехника и электромеханика

Форма обучения: Очная

Курс: 3,4

Семестр: 6,7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 10 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 360 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 6,7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (6,7-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные 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, сдаче отчетов по лабораторным работам и 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	ОЛР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
ИД-1,ПК-1.1 современные принципы проектирования ЭМП; программные инструменты проектирования; конструкции, графическое отображение и моделирование различных видов ЭМ; современные средства оценки параметров ЭМ; современные методы проектирования с использованием программных средств.		ТО 1-4		КР1- 4		ТВ
ИД-1,ПК-2.3 знать основные принципы проектирования ЭМП; основные программные средства для проектирования ЭМП; требования к составлению технического задания и нормативно-технической документации; регламенты использования материалов при проектировании ЭМП;		ТО 1-4		КР1- 4		ТВ
Освоенные умения						
ИД-2,ПК-1.1 уметь применять программно-вычислительные комплексы для проектирования ЭМП; строить модели частей ЭМП; исследовать проектируемые ЭМП на соответствие требуемым параметрам; применять современные программные средства для моделирования режимов работы проектируемых ЭМП;			ОЛР 1-25	КР1- 4		ПЗ
ИД-2,ПК-2.3 уметь формулировать граничные условия к техническому заданию проектирования; определять нормативные требования для производства ЭМП; планировать			ОЛР 1-25	КР1- 4		ПЗ

процессы проектирования в программных комплексах; проектировать ЭМП с учетом технического задания.						
Приобретенные владения						
ИД-3,ПК-1.1 владеть навыками проектирования ЭМП с использованием методов математического моделирования; навыками анализа и расчета проектируемых ЭМП; навыками использования программных средств для всего процесса проектирования ЭМП.			ОЛР 1-25			ПЗ
ИД-2,ПК-2.3 владеть навыками составления технического задания для проектирования ЭМП; навыками поиска решений для проектирования ЭМП; методами и приемами проектирования ЭМП; навыками распределения задач проектирования; навыками объединения и анализа имеющихся решений.			ОЛР 1-25			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

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

1. 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 бланочного 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 усвоения материала 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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 25 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. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Электромеханические преобразователи постоянного тока», вторая КР – по модулю 2 «Проектирование асинхронных электромеханических преобразователей энергии», третья КР – по модулю 3 «Проектирование синхронных электромеханических преобразователей энергии», четвертая КР – по модулю 4 «Современное проектирование машин. Специальные машины. Инновационные методы проектирования.».

Типовые задания первой КР:

1. Предложить способы компенсации замедленной коммутации
2. Принцип расчета добавочных полюсов.

Типовые задания второй КР:

1. Способы исключения зубцовых гармоник АД.
2. Способы пуска однофазного АД.

Типовые задания третьей КР:

1. Составить U образную характеристику для СГ.
2. Предложить методы возбуждения СД с бесконтактной системой возбуждения.

Типовые задания четвертой КР:

1. Предложить способ охлаждения дугостаторного асинхронного двигателя закрытого исполнения.
2. Описать принцип работы вентильного двигателя.

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

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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 экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) 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 программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Асинхронные машины с фазным и короткозамкнутым ротором.
2. Режимы работы асинхронной машины.
3. Магнитное поле асинхронной машины. МДС однофазной обмотки. Пульсирующее магнитное поле.
4. Однофазные и двухфазные обмотки переменного тока.
5. Синусные обмотки переменного тока.
6. Трёхфазные обмотки переменного тока.
7. МДС трёхфазной обмотки. Вращающееся магнитное поле.
8. МДС распределённой обмотки с укорочением шага.
9. Высшие пространственные гармоники магнитного поля асинхронной машины и методы их подавления.
10. ЭДС обмоток переменного тока.
11. Холостой ход асинхронной машины при неподвижном роторе. Система уравнений и векторная диаграмма.
12. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора.
13. Работа асинхронной машины в качестве фазорегулятора и индукционного регулятора.
14. Частота, ЭДС и ток ротора вращающейся асинхронной машины.
15. Система уравнений асинхронной машины.
16. Схемы замещения асинхронной машины.
17. Векторная диаграмма асинхронной машины для двигательного режимов работы.
18. Векторная диаграмма асинхронной машины для генераторного режима.
19. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
20. Электромагнитный момент асинхронной машины и зависимость его от скольжения.
21. Формула Клосса и её использование для расчёта механической характеристики асинхронной машины.
22. Влияние высших гармоник магнитного поля на величину электромагнитного момента асинхронного электродвигателя. Меры подавления высших гармоник и паразитных моментов.
23. Зубцовые гармоники и меры их подавления.

24. Индуктивное сопротивление намагничивающего контура и его расчёт.
25. Индуктивные сопротивления рассеяния и их расчёт.
26. Активное сопротивление обмоток статора и их расчёт.
27. Эффект вытеснения тока и его влияние на величину активного и индуктивного сопротивления проводника.
28. Активное и индуктивное сопротивления обмотки ротора в виде «беличьей клетки» и их расчёт.
29. Активное и индуктивное сопротивления сплошного немагнитного ротора.
30. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
31. Способы пуска асинхронных электродвигателей.
32. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.
33. Тормозные режимы асинхронных электродвигателей.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести расчет обмотки возбуждения ДПТ при известном МДС возбуждения.

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 и 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. 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 образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образова-

тельной программы.