

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

« 10 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Компьютерные технологии в электромеханике
(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

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков, связанных с применением современных компьютерных технологий для проектирования, испытаний и эксплуатации различных комплексов технологического оборудования, содержащего электромеханические преобразователи, а также для выполнения научно-исследовательской работы.

Задачи учебной дисциплины:

изучение методов и алгоритмов расчета и моделирования линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей постоянного и переменного тока и электромашинных преобразователей энергии, ориентированных на использование современных программных средств; принципов построения технического, математического, программного и информационного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР), структуры САПР и их элементов; формирование умения самостоятельно проводить расчеты и выполнять моделирование электрических и магнитных цепей, научиться автоматизированному проектированию электромашинных преобразователей энергии и использованию компьютера на каждом его этапе; формирование навыков работы с современными программными пакетами расчета, моделирования и САПР.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы и алгоритмы расчета и моделирования электрических и магнитных цепей;
- математические модели электромеханических преобразователей энергии;
- техническое, математическое, программное и информационное обеспечения САПР;
- системы автоматизированного проектирования электромеханических преобразователей энергии;
- методы и алгоритмы оптимизации в САПР;
- современные программные пакеты расчета, моделирования и САПР.

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: - принципы построения технического, математического, программного и информационного обеспечения САПР, структуры САПР и их элементов; - методы оптимизации в САПР - методы расчета и моделирования линейных электрических цепей постоянного и переменного тока; - методы расчета и моделирования электромеханических преобразователей энергии.	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: - применять методы расчета и моделирования электрических и магнитных цепей; - составлять алгоритмы расчета и моделирования электрических и магнитных цепей; - применять методы расчета режимов работы электроэнергетических установок; - составлять алгоритмы расчета режимов работы электроэнергетических установок различного назначения.	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: - навыками работы с современными программными пакетами расчета и моделирования электрических и магнитных цепей; - навыками работы с современными программными пакетами имитационного моделирования устройств энергетической электроники и	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		электрических машин; - навыками работы с современными программными пакетами САПР.		
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает: - режимы работы электрических и магнитных цепей; - режимы работы электромеханических преобразователей энергии; - режимы работы электроэнергетических установок различного назначения.	Знает основные принципы планирования, способы подготовки и методы выполнения экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности; способы обработки полученных результатов экспериментальных исследований и представления полученной информации в соответствии с требованиями нормативной документации.	Дифференцированный зачет
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет: - дать качественную и количественную оценку влияния различных параметров на технико-энергетические показатели электроэнергетических установок; - составлять и оформлять научно-техническую документацию по результатам проведения теоретических исследований.	Умеет применять методы экспериментальных исследований при решении профессиональных задач; обрабатывать результаты экспериментальных исследований с представлением их в требуемом формате.	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеет: - навыками построения экспериментальных и расчетных графических зависимостей; - навыками формулирования целей и задач исследований, а также выводов по результатам измерений и расчетов при подготовке публикаций.	Владеет навыками исследований объектов профессиональной деятельности и практической обработки полученных результатов.	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает: - методы расчета и	Знает теоретические основы электротехники,	Дифференцированный

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>моделирования нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока;</p> <p>- методы расчета и моделирования трехфазных электрических цепей;</p> <p>- методы расчета и моделирования магнитных цепей постоянного и переменного тока.</p>	<p>электроэнергетики, электроники, принципы работы и характеристики электромеханических преобразователей различных типов.</p>	зачет
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	<p>Умеет:</p> <p>- проводить анализ результатов расчетов и моделирования;</p> <p>- интерпретировать данные расчетов и сопоставлять их с теоретическими положениями;</p> <p>- контролировать правильность получаемых данных и выводов.</p>	<p>Умеет применять методы анализа и моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы электромеханических преобразователей различных типов.</p>	Защита лабораторной работы
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	<p>Владеет:</p> <p>- навыками расчета и моделирования электрических и магнитных цепей;</p> <p>- навыками по анализу данных расчета и моделирования;</p> <p>- навыками и приемами составления математических моделей электромашинных преобразователей энергии и алгоритмов их оптимизации.</p>	<p>Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов электроэнергетики, режимов работы электромеханических преобразователей разных типов.</p>	Отчёт по практическом у занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
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	
8-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Компьютерные технологии расчета и моделирования электрических и магнитных цепей	10	15	3	48
<p>Тема 1. Расчет и моделирование линейных и нелинейных цепей постоянного тока в среде Mathcad и Multisim</p> <p>Алгоритмы расчета линейных цепей постоянного тока, реализуемые в среде Mathcad по законам Кирхгофа, методами эквивалентного сопротивления, наложения, контурных токов, узловых потенциалов и эквивалентного генератора. Алгоритм расчета нелинейных цепей постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad графоаналитическим методом с аппроксимацией вольтамперных характеристик нелинейных элементов кубическим сплайном. Выбор метода, изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Multisim для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 2. Расчет и моделирование линейных и нелинейных цепей переменного тока в среде Mathcad и Multisim</p> <p>Алгоритмы расчета линейных цепей однофазного синусоидального тока различных конфигураций (цепей при последовательном соединении элементов, цепей с одним источником графоаналитическим методом, простых и сложных цепей символическим методом, расчет резонансов напряжений и токов в последовательных и параллельных цепях). Алгоритмы расчета трехфазных цепей (при соединении симметричных и несимметричных потребителей по схеме звезда и треугольник, цепей с несимметричными источниками методом симметричных составляющих). Алгоритмы расчета линейных цепей несинусоидального тока. Алгоритм расчета нелинейной цепи переменного тока при кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного элемента и решения системы линейных уравнений методом «припасовывания». Алгоритмы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях (на основе классического, операторного и численного методов). Выбор метода, изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Multisim для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 3. Расчет и моделирование цепей с взаимной индукцией и магнитных цепей постоянного и переменного тока в среде Mathcad и Multisim</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
Алгоритмы расчета цепей с индуктивной связью между двумя катушками при их согласном и встречном включении. Алгоритмы расчета неразветвленных и разветвленных магнитных цепей постоянного тока с аппроксимацией кривой намагничивания ферромагнитного материала магнитопровода кубическим сплайном. Алгоритм расчета магнитной цепи переменного тока содержащей катушку с ферромагнитным сердечником. Выбор метода, изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Multisim для самопроверки правильности ее расчета.				
Компьютерные технологии имитационного моделирования устройств энергетической электроники и электрических машин	8	12	2	42
<p>Тема 4. Имитационное моделирование электротехнических устройств и устройств энергетической электроники в среде SimPowerSystems программы Matlab с приложением Simulink</p> <p>Построение блок-схем моделей электротехнических устройств и устройств энергетической электроники. Измерительные и контролирующие блоки. Модели источников электрической энергии. Модели трансформаторов. Модели линейных и нелинейных элементов цепей, силовых полупроводниковых модулей, преобразователей постоянного тока и частотных преобразователей.</p> <p>Тема 5. Имитационное моделирование электрических машин в среде SimPowerSystems программы Matlab с приложением Simulink</p> <p>Симметричные и несимметричные, линейные и нелинейные модели. Использование координатных преобразований, схем замещения и передаточных функций при моделировании. Подготовка данных для моделей машин. Модели машин постоянного тока, асинхронных и синхронных машин. Моделирование систем управления электрических машин.</p> <p>Тема 6. Системы автоматизированного проектирования электрических машин</p> <p>Структура и функции САПР. Методическое, лингвистическое, математическое, программное, информационное, техническое и организационное обеспечения САПР. Проектирующие и обслуживающие подсистемы. Объектно-ориентированные и объектно-независимые подсистемы. Оптимизация в САПР. Критерии и</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
ограничения. Методы оптимизации: перебора, случайного поиска, градиентные, линейного, нелинейного и динамического программирования. Системы CAD-CAM и CAD-CAM-CIM.				
ИТОГО по 8-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	Расчет и моделирование цепи постоянного тока с помощью пакетов Mathcad и Multisim.
2	Расчет и моделирование однофазной цепи синусоидального тока с помощью пакетов Mathcad и Multisim.
3	Расчет и моделирование трехфазной цепи с помощью пакетов Mathcad и Multisim.
4	Расчет параметров и анализ режимов работы трехфазного трансформатора с помощью пакетов Mathcad и AutoCAD.
5	Расчет параметров магнитной цепи и характеристик генератора постоянного тока независимого возбуждения с помощью пакетов Mathcad и AutoCAD.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Работа с программой Mathcad: а) Знакомство с интерфейсом; б) Встроенные функции; в) Дискретные переменные; г) Построение графиков; д) Работа с матрицами, векторами и комплексными числами; е) Решение алгебраических и дифференциальных уравнений.
2	Работа с программой Multisim: а) Знакомство с интерфейсом; б) Методы построения моделей схем электротехники и электроники и видов их анализа.
3	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование электрических цепей постоянного тока» («CD_Circuit.exe»)
4	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование нелинейных цепей» («NL_Circuit.exe»)
5	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование переходных процессов в линейных цепях» («Transient_LC.exe»)
6	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование линейных однофазных электрических цепей синусоидального тока» («AC_Circuit.exe»)
7	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование трехфазных цепей» («TRN_Circuit.exe»)
8	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование линейных цепей несинусоидального тока» («NSC_Circuit.exe»)
9	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование линейных электрических цепей с взаимной индукцией» («MC_Circuit.exe»)
10	Работа с контрольными примерами программного комплекса «Расчет и моделирование магнитных цепей» («M_Circuit.exe»)

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
11	Работа с пакетом SimPowerSystems программы MATLAB + Simulink: Библиотека Power Electronics – устройства энергетической электроники, библиотека Machines — блоки моделирования электрических машин.
12	Работа с примерами имитационного моделирования электротехнических устройств и устройств энергетической электроники пакета SimPowerSystems программы MATLAB+Simulink
13	Работа с примерами имитационного моделирования электрических машин пакета SimPowerSystems программы MATLAB+ Simulink

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	Бранин О. В., Сорокин С. А., Пташинский В. С. AutoCAD 2009. Москва : Технолоджи-3000 : Триумф, 2009. 262 с.	8
2	Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника : учебник для вузов. 11-е изд., стер. Москва : Академия, 2008. 539 с.	10
3	Любимов Э. В. Mathcad. Теория и практика проведения электротехнических расчётов в среде Mathcad и Multisim. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2012. 384 с. 25 усл. печ. л.	135
4	Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 431 с.	19
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Кириянов Д. В. Самоучитель Mathcad 13. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. 513 с.	3
2	Любимов Э. В. Расчет на ПЭВМ параметров и анализ режимов работы трехфазного трансформатора : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks120009 (дата обращения: 01.09.2022).	1
3	Любимов Э. В. Расчет на ПЭВМ параметров магнитной цепи и характеристик генератора постоянного тока независимого возбуждения : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks120010 (дата обращения: 01.09.2022).	1
4	Системы автоматизированного проектирования электрических машин. Ч. 1. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001. 186 с.	30
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012.	
2	Электричество : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Знак, 1880 - .	
3	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	Любимов Э. В. Mathcad. Теория и практика проведения электротехнических расчётов в среде Mathcad и Multisim. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2012. 384 с. 25 усл. печ. л.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks160329	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
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
Лабораторная работа	Компьютер	10

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
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

«Компьютерные технологии в электромеханике»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Форма обучения: Очная

Курс: 4 **Семестр(-ы):** 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Форма промежуточной аттестации:

Диф. зачет: **8 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 (8-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					
3.1. знать современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	C1-12	TO1-12		KP1-2	ТВ
3.2. знать основные принципы планирования, способы подготовки и методы выполнения экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности; способы обработки полученных результатов экспериментальных исследований и представления полученной информации в соответствии с требованиями нормативной документации.	C1-12	TO1-12		KP1-2	ТВ
3.3. знать теоретические основы электротехники, электроэнергетики, электроники, принципы работы и характеристики электромеханических преобразователей различных типов.	C1-12	TO1-12		KP1-2	ТВ
Освоенные умения					
У.1. уметь применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности			ОЛР1-8	KP1-2	РГР1-5
У.2. уметь применять методы экспериментальных исследований при решении профессиональных задач; обрабатывать результаты экспериментальных исследований с представлением их в требуемом формате.			ОЛР1-8	KP1-2	РГР1-5
У.3. уметь применять методы анализа и моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы электромеханических преобразователей различных типов.			ОЛР1-8	KP1-2	РГР1-5
Приобретенные владения					
В.1. навыками математического моделирования при анализе и			ОЛР1-8		КЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Диф. зачет
1	2	3	4	5	6
расчете объектов профессиональной деятельности					
В.2. навыками исследований объектов профессиональной деятельности и практической обработки полученных результатов.			ОЛР1-8		КЗ
В.3. навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов электроэнергетики, режимов работы электромеханических преобразователей разных типов.					

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторным работам; Т/КР – рубежная контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; РГР – расчетно-графическая работа; 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 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 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 13 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 «Компьютерные технологии расчета и моделирования электрических и магнитных цепей», вторая КР – по модулю 2 «Компьютерные технологии имитационного моделирования устройств энергетической электроники и электрических машин».

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
------	------------------	---

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 полученный результат.</i>

Типовые задания первой КР:

1. Расчет и моделирование цепи постоянного тока с помощью пакетов Mathcad.

2. Расчет и моделирование трехфазной цепи с помощью пакетов Mathcad.

Типовые задания второй КР:

1. Расчет параметров и анализ режимов работы трехфазного трансформатора с помощью пакетов Mathcad.

2. Расчет параметров магнитной цепи и характеристик генератора постоянного тока независимого возбуждения с помощью пакетов Mathcad.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС программы прикладного 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, реферата и презентации (РП) для проверки усвоенных умений 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. Алгоритм расчета линейной цепи постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad по законам Кирхгофа.

2. Алгоритм расчета линейной цепи постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad методом эквивалентного сопротивления.
3. Алгоритм расчета линейной цепи постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad методом наложения.
4. Алгоритм расчета линейной цепи постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad методом контурных токов.
5. Алгоритм расчета линейной цепи постоянного тока, реализуемый в Mathcad методом узловых потенциалов.
6. Алгоритм расчета линейной цепи постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad методом эквивалентного генератора. Построение модели цепи в среде Multisim для самопроверки правильности ее расчета.
7. Алгоритм расчета нелинейной цепи постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad графоаналитическим методом с аппроксимацией вольтамперных характеристик нелинейных элементов кубическим сплайном.
8. Алгоритм расчета линейной цепи однофазного синусоидального тока при последовательном соединении элементов, реализуемый в среде Mathcad.
9. Алгоритм расчета линейной цепи однофазного синусоидального тока с одним источником, реализуемый в среде Mathcad графоаналитическим методом.
10. Алгоритм расчета сложной линейной цепи синусоидального тока, реализуемый в среде Mathcad символическим методом.
11. Алгоритм расчета резонансов напряжений и токов в последовательных и параллельных цепях.
12. Алгоритм расчета трехфазной цепи при соединении потребителей по схеме звезда, реализуемый в среде Mathcad символическим методом.
13. Алгоритм расчета трехфазной цепи при соединении потребителей по схеме треугольник, реализуемый в среде Mathcad символическим методом.
14. Алгоритм расчета трехфазной цепи с несимметричными источниками методом симметричных составляющих.
15. Алгоритм расчета линейной цепи несинусоидального тока.
16. Алгоритм расчета нелинейной цепи переменного тока при кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного элемента и решения системы линейных уравнений методом «припасовывания» в среде Mathcad.
17. Алгоритмы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях (на основе классического, операторного и численного методов) в среде Mathcad..
18. Алгоритмы расчета цепей с индуктивной связью между двумя катушками при их согласном и встречном включении.
19. Алгоритмы расчета неразветвленных и разветвленных магнитных цепей постоянного тока с аппроксимацией кривой намагничивания ферромагнитного материала магнитопровода кубическим сплайном.
20. Алгоритм расчета магнитной цепи переменного тока содержащей катушку с ферромагнитным сердечником.
21. Измерительные и контролирующие блоки. Модели источников электрической энергии.

22. Модели трансформаторов. Модели линейных и нелинейных элементов цепей, силовых полупроводниковых модулей, преобразователей постоянного тока и частотных преобразователей.

23. Симметричные и несимметричные, линейные и нелинейные модели. Использование координатных преобразований, схем замещения и передаточных функций при моделировании.

24. Подготовка данных для моделей машин. Модели машин постоянного тока, асинхронных и синхронных машин.

25. Моделирование систем управления электрических машин.

26. Структура и функции систем автоматизированного проектирования (САПР).

27. Методическое, лингвистическое, математическое, программное, информационное, техническое и организационное обеспечения САПР.

28. Оптимизация в САПР. Критерии и ограничения. Методы оптимизации: перебора, случайного поиска, градиентные, линейного, нелинейного и динамического программирования.

29. Системы CAD-CAM и CAD-CAM-CIM.

Типовые вопросы и задания расчетно-графических работ для контроля освоенных умений:

1. Выполнение индивидуального задания по расчету и моделированию цепи постоянного тока с помощью пакетов Mathcad.

2. Выполнение индивидуального задания по расчету и моделированию однофазной цепи синусоидального тока с помощью пакетов Mathcad.

3. Выполнение индивидуального задания по расчету и моделированию трехфазной цепи с помощью пакетов Mathcad.

4. Выполнение индивидуального задания по расчету параметров и анализу режимов работы трехфазного трансформатора с помощью пакетов Mathcad и.

5. Выполнение индивидуального задания по расчету параметров магнитной цепи и характеристик генератора постоянного тока независимого возбуждения с помощью пакетов Mathcad.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Компьютерные технологии расчета и моделирования электрических и магнитных цепей, включает теоретический материал тем модуля 1.

2. Компьютерные технологии имитационного моделирования устройств энергетической электроники и электрических машин, включает теоретический материал тем модуля 2.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на диф. 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 диф.зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче диф. зачета

для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы бакалавриата. 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 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</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
		<i>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 бакалавриата.

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 бакалавриата.

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

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 диф. зачет уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций.