

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:** Микромашины систем автоматики  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(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

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний, умений и навыков в области электрических машин малой мощности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение студентами устройство, принцип действия, конструктивные особенности, основы теории и методов расчета основных характеристик электрических машин, применяемых в схемах автоматики и телемеханики; требований к характеристикам машин, которые предъявляются; положительных и отрицательных качеств, погрешностей измерения и способов их устранения;
- формирование умения сбора информации о перспективах автоматизации в различных отраслях народного хозяйства, о состоянии производства электрических машин и перспективах развития микроэлектромашиностроения; использования электроизмерительных схем и расчета характеристик электрических машин малой мощности;
- формирования навыков исследования электрических машин и протекающих при их работе процессов; навыками расчета и проектирования машин малой мощности.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

Электрические машины малой мощности с питанием от однофазной или трехфазной цепи переменного тока, а также с источником постоянного тока. Особенности регулирования скорости электрических машин малой мощности. Исполнительные электрические двигатели. Информационные электрические машины: тахогенераторы, сельсины и другие. Конструктивные особенности машин малой мощности.

## 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: -принцип действия асинхронных и синхронных конденсаторных двигателей переменного тока с учетом особенности их конструкций - особенности режимов работы электрических машин малой мощности, взаимосвязь электромагнитных процессов в машине с компонентами электронных управляющих устройств.	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: – анализировать и объяснять явления и процессы в электрических машинах автоматических устройств, работать с приборами и оборудованием, использовать при обработке экспериментальных данных стандартные прикладные программные пакеты.	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 расчета характеристик электрических машин малой мощности на основе схем замещения с использованием прикладных компьютерных программ. – навыками исследования процессов в электрических машинах, описания проводимых исследований и подготовки отчета по результатам работы с использованием компьютерных технологий.	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
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает: - особенности исследования электрических машин малой мощности. – модели, типовые измерительные схемы, схемы замещения электрических машин. - особенности работы электрических машин малой мощности.	Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет: -использовать типовые измерительные схемы; - расчет характеристик электрических машин автоматических устройств, с применением методов математического анализа и моделирования.	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет: – навыками теоретического и экспериментального исследования электрических машин автоматических устройств.	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает: – особенности исследования машин малой мощности. - методы использования типовых измерительных схем для машин малой мощности.	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.	Экзамен
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет: - проводить расчеты экспериментальных данных при	Умеет применять методы экспериментальных исследований при решении	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
		исследованиях электрических машин малой мощности.	профессиональных задач; обрабатывать результаты экспериментальных исследований с представлением их в требуемом формате.	
ПК-1.4	ИД-ЗПК-1.4	Владеет: – навыками теоретического и экспериментального исследования электрических машин малой мощности с использованием типовые измерительные схемы	Владеет навыками исследований объектов профессиональной деятельности и практической обработки полученных результатов.	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	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	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	СРС
7-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
Введение	1	0	0	0
Роль, значение и области применения электрических машин систем автоматики; их классификация и краткий обзор; особенности теории. Состояние и перспективы развития микроэлектромашиностроения в России и за рубежом.				
Теория двухфазных и однофазных микромашин.	3	4	2	10
Тема 1. Основы теории двухфазных и однофазных микромашин. Основы теории двухфазных и однофазных микромашин. Магнитодвижущие силы и магнитные поля двухфазных несимметричных машин с произвольным пространственным сдвигом обмоток. Выражения МДС прямой и обратной последовательностей; их анализ. Анализ пускового вращающего момента. Условия получения кругового вращающегося поля. Тема 2. Метод симметричных составляющих. Метод симметричных составляющих в применении к двухфазным машинам с ортогональным сдвигом обмоток в пространстве. Уравнения напряжений. Схемы замещения сопротивлений токами прямой и обратной последовательностей. Выражения токов, электромагнитных мощностей и вращающих моментов. Потери мощности. Энергетическая диаграмма. Применение ЭВМ для анализа несимметричных машин. Особенности исследования. Методы испытания с помощью типовых схем.				
Силовые асинхронные двигатели автоматики.	2	11	3	10
Тема 3. Несимметричные двигатели. Общие сведения. Работа двухфазных несимметричных двигателей при их питании от однофазной сети. Сравнение свойств различных фазосдвигающих элементов. Условия получения кругового поля в конденсаторном двигателе при различных схемах его включения. Особенности исследования. Методы испытания с помощью типовых схем. Тема 4. Характеристики двигателей. Конденсаторные двигатели: с пусковым конденсатором, с рабочим конденсатором, с пусковым и рабочим конденсаторами. Однофазные асинхронные двигатели с пусковым сопротивлением и экранированными полюсами. Универсальные асинхронные двигатели.				
Силовые синхронные двигатели автоматики.	2	2	0	10
Тема 5. Классификация синхронных				

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>микродвигателей.</p> <p>Классификация синхронных микродвигателей, их области применения, особенности исследования. Требования, которые к ним предъявляются. Синхронные двигатели с постоянными магнитами; их характеристики; условия пуска в ход и вхождения в синхронизм; конструктивные разновидности. Методы испытания с помощью типовых схем.</p> <p>Тема 6. Синхронные реактивные микродвигатели.</p> <p>Синхронные реактивные микродвигатели; особенности их пуска в ход, вхождение в синхронизм. Синхронные гистерезисные микродвигатели; основные особенности. Тихоходные синхронные (и асинхронные) микродвигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения, с катящимся и гибким волновым ротором; их принцип действия; пусковые и рабочие свойства; основные особенности. Методы испытания с помощью типовых схем.</p>				
<p>Силовые микродвигатели постоянного тока, коллекторные микродвигатели переменного тока и универсальные.</p>	2	2	0	10
<p>Тема 7. Конструктивные особенности микродвигателей.</p> <p>Конструктивные особенности и особенности характеристик микродвигателей постоянного тока с параллельным, последовательным возбуждением и с постоянными магнитами. Способы стабилизации частоты их вращения.</p> <p>Тема 8. Бесконтактные микродвигатели.</p> <p>Бесконтактные микродвигатели постоянного тока; принципиальная схема; принцип действия; характеристики. Классификация двигателей, датчиков положения, коммутаторов. Однофазные коллекторные микродвигатели переменного тока и универсальные; их особенности; характеристики, области применения.</p>				
<p>Исполнительные микродвигатели систем автоматики.</p>	2	2	0	20
<p>Тема 9. Классификация исполнительных двигателей.</p> <p>Общие сведения, основные особенности, требования, предъявляемые к исполнительным двигателям, их классификация, особенности исследования. Асинхронные исполнительные двигатели; включения и способы управления; самоход и пути его устранения, основы теории,</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>основные характеристики при различных способах управления, их сравнение. Электромеханическая постоянная времени. Основные динамические постоянные. Анализ основных свойств исполнительных асинхронных двигателей различных конструктивных исполнений.</p> <p>Тема 10. Исполнительные двигатели постоянного тока.</p> <p>Исполнительные двигатели постоянного тока: общие сведения, классификация, особенности различных конструктивных исполнений. Основные уравнения и характеристики при полюсном и якорном управлениях, их сравнение. Электромеханические постоянные времени. Малоинерционные исполнительные двигатели постоянного тока различных конструктивных исполнений, их особенности. Синхронные - шаговые исполнительные двигатели, их устройство, принцип действия, основные параметры, характеристики, режимы работы, статическая и динамическая устойчивость. Методы испытания с помощью типовых схем.</p>				
Информационные микромашины систем автоматики.	6	6	0	30
<p>Тема 11. Тахогенераторы.</p> <p>Общие сведения, классификация, основные требования. Тахогенераторы: их назначение, области применения, классификация. Требования, предъявляемые к тахогенераторам.</p> <p>Асинхронные тахогенераторы: устройство, принцип действия, выражение выходной характеристики и его анализ, погрешности и способы их уменьшения; нулевое напряжение и способы борьбы с ним.</p> <p>Синхронные тахогенераторы, их основные особенности. Тахогенераторы постоянного тока: их конструктивные особенности, выражение выходной характеристики, погрешности и способы их уменьшения, пульсация выходного напряжения, зона нечувствительности и пути ее уменьшения.</p> <p>Тема 12. Сельсины.</p> <p>Сельсины: их назначение, классификация, анализ работы в индикаторном и трансформаторном режимах. Факторы, влияющие на точность работы сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах работы.</p> <p>Конструктивные разновидности сельсинов.</p> <p>Магнесины: их устройство и принцип действия.</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>Тема 13. Поворотные (вращающиеся) трансформаторы.</p> <p>Поворотные (вращающиеся) трансформаторы: их устройство, принцип действия, основные режимы работы, области применения. Требования, предъявляемые к вращающимся трансформаторам (ВТ). Основы теории идеализированного поворотного трансформатора в режимах СКВТ, ЛВТ, Основные погрешности поворотных трансформаторов в различных режимах и способы их уменьшения. Конструктивные разновидности поворотных трансформаторов.</p> <p>Тема 14. Электрические машины гироскопических систем.</p> <p>Гиродвигатели, моментные двигатели, датчики углов прецессии; требования, которые к ним предъявляются; конструктивные особенности.</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	Расчет токов в разветвленной схеме. Построение векторной диаграммы с учетом масштаба на персональном компьютере.
2	Расчет прямой и обратной составляющих несимметричных векторов.
3	Расчет параметров схемы замещения двухфазного асинхронного двигателя.
4	Расчет характеристик конденсаторного двухобмоточного асинхронного двигателя.
5	Расчет характеристик однообмоточного асинхронного двигателя.
6	Расчет характеристик синхронного двигателя с постоянными магнитами.
7	Расчет характеристик исполнительного асинхронного двигателя.
8	Расчет характеристик исполнительного двигателя постоянного тока.
9	Расчет погрешности характеристик линейного трансформатора.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование асинхронного конденсаторного двигателя.
2	Исследование универсального асинхронного двигателя.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Исследование исполнительного двигателя постоянного тока.
4	Исследование сельсинов.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>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.</li> </ol>
---

## 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
<b>1. Основная литература</b>		

1	Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. 319 с. 25,8 усл. печ. л. 24x17	21
2	Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. 349 с.	19
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Осин И. Л., Юферов Ф. М. Электрические машины автоматических устройств : учебное пособие для вузов. М. : Изд-во МЭИ, 2003. 424 с.	25
2	Справочник по электрическим машинам. Т. 1 / Копылов И. П., Клоков Б. К., Малышев В. С., Шевель Ю. П. М. : Энергоатомиздат, 1988. 455 с.	17
3	Справочник по электрическим машинам. Т. 2 / Дорохин М. П., Панин Ю. М., Соболев В. А., Долидзе В. Ч. М. : Энергоатомиздат, 1989. 688 с.	29
4	Хрущев В. В. Электрические машины систем автоматики : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Энергоатомиздат, 1985. 364 с.	7
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Электричество : теоретический и научно-практический журнал. Москва : Знак, 1880 - .	
2	Электротехника : научно-технический журнал. Москва : Знак, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Арменский Е.В., Фалк Г.Б. Электрические микромашин // 3-е изд., М.: Высшая школа, 1985 - 231 с., ил.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130254">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130254</a>	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)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Лабораторный стенд	4
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

**«Микромашины систем автоматизики»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4      **Семестр(-ы):** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 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 3 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/ОПР	Т/КР	Экзамен
1	2	3	4	5	6
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1.</b> знать принцип действия асинхронных и синхронных конденсаторных двигателей переменного тока с учетом особенности их конструкций	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>3.2.</b> знать особенности режимов работы электрических машин малой мощности, взаимосвязь электромагнитных процессов в машине с компонентами электронных управляющих устройств	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>3.3.</b> знать особенности исследования электрических машин малой мощности	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>3.4.</b> знать модели, типовые измерительные схемы, схемы замещения электрических машин	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>3.5.</b> знать особенности работы электрических машин малой мощности	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>3.6.</b> знать особенности исследования машин малой мощности.	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>3.7.</b> знать методы использования типовых измерительных схем для машин малой мощности	C1-14	ТО 1-14		KP1-2	ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1.</b> уметь анализировать и объяснять явления и процессы в электрических машинах автоматических устройств, работать с приборами и оборудованием, использовать при обработке экспериментальных данных стандартные прикладные программные пакеты			ОЛР1-3	KP1-2	ПЗ
<b>У.2.</b> уметь использовать типовые измерительные схемы			ОЛР1-3	KP1-2	ПЗ
<b>У.3.</b> уметь расчет характеристик электрических машин			ОЛР1-3	KP1-2	ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР/ОПР	Т/КР	Экзамен
1	2	3	4	5	6
автоматических устройств, с применением методов математического анализа и моделирования.					
<b>У.4.</b> уметь проводить расчеты экспериментальных данных при исследованиях электрических машин малой мощности.			ОЛР1-3	КР1-2	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1.</b> владеть навыками расчета характеристик электрических машин малой мощности на основе схем замещения с использованием прикладных компьютерных программ			РГР 1-7		КЗ
<b>В.2.</b> владеть навыками исследования процессов в электрических машинах, описания проводимых исследований и подготовки отчета по результатам работы с использованием компьютерных технологий.			РГР 1-7		КЗ
<b>В.3.</b> владеть навыками теоретического и экспериментального исследования электрических машин автоматических устройств.			РГР 1-7		КЗ
<b>В.4.</b> владеть навыками теоретического и экспериментального исследования электрических машин малой мощности с использованием типовые измерительные схемы			РГР 1-7		КЗ

*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; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена в 7-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, освоенных 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 3 лабораторные работы. 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. Защита Практических работ

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

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.



Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки защиты практической работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Задание по практической 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 практической работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к практической работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к практической 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 практической работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

### 2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулям 1 « Теория силовых микродвигателей переменного и постоянного тока» и 2 «Исполнительные двигатели», вторая КР – по модулю 3 «Информационные электрические микромашины».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. 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 полученный результат.</i>

### **Типовые задания первой КР:**

1. Основные понятия, основные характеристики микромашин.
2. Назначение и область применения исполнительных двигателей.

### **Типовые задания второй КР:**

1. Основные характеристики тахогенераторов.
2. Основные характеристики сельсинов.

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 и практических 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 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. Область применения микромашин. Особенности теории микромашин.
2. Основы теории двухфазных и однофазных микромашин
3. МДС прямой и обратной последовательности. Пусковой вращающий момент.
4. Условие получения кругового поля
5. Метод симметричных составляющих
6. Уравнения напряжений и физическая модель двухобмоточной машины ( $m=2$ ).

Схемы замещения. Уравнения токов.

7. Электромагнитная мощность и вращающий момент.
8. Силовые асинхронные микродвигатели.
9. Принцип действия однофазного однообмоточного двигателя и его особенности.
10. Схема замещения однофазного (однообмоточного) двигателя
11. Свойства фазосдвигающих элементов
12. Круговое поле в конденсаторном двигателе. Опыты Х.Х и К.З.
13. АД с пусковым сопротивлением
14. АД с пусковым конденсатором
15. АД с пусковым и рабочим конденсатором. АД с пусковым конденсатором.
17. АД с экранированными полюсами (с К.З. витками)
18. Силовые синхронные двигатели. Основные уравнения микроСД.
19. Влияние угла  $Q$  на ток статора.
20. Устройство, принцип действия и особенности СДМ (СД с пост. магнитами).
21. СДМ и асинхронным пуском.

22. СД с аксиальным продолжением полюсов.
23. Гистерезисные двигатели.
24. Принцип действия индукторного двигателя.
25. Шаговый двигатель.
26. Двигатель с волновым ротором (самостоятельно)
27. Бесконтактный двигатель постоянного тока.
28. Вентильный двигатель.
29. Исполнительные микродвигатели. Классификация исполнительных двигателей переменного тока.
30. Схемы включения и способы управления АИД(ФАЗОВОЕ, АМПЛИТУДНО - ФАЗОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ)
31. Основы теории АИД. Электромагнитный момент. Механическая характеристика
32. Механические характеристики идеального АИД (ФАЗОВОЕ, АМПЛИТУДНО - ФАЗОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ)
33. Конструкция АИД с полым немагнитным ротором
34. Исполнительный АД с короткозамкнутым ротором
35. Информационные микромашины
36. Требования к тахогенераторам (ТГ). Асинхронный тахогенератор
37. Синусно-косинусно вращающийся трансформатор. Симметрирование СКВТ
38. Линейный вращающийся трансформатор. Схема линейного трансформатора с первичным симметрированием.
39. Сельсины. Работа сельсинов в трансформаторном режиме.
40. Конструкции сельсинов. Контактные сельсины. Бесконтактные сельсины. Сельсины с кольцевым трансформатором.

**Типовые вопросы и задания практических заданий для контроля освоенных умений:**

1. Расчет токов в разветвленной схеме. Построение векторной диаграммы с учетом масштаба на персональном компьютере.
2. Расчет прямой и обратной составляющих несимметричных векторов.
3. Расчет параметров схемы замещения двухфазного асинхронного двигателя
4. Расчет характеристик конденсаторного двухобмоточного асинхронного двигателя
5. Расчет характеристик однообмоточного асинхронного двигателя
6. Расчет характеристик синхронного двигателя с постоянными магнитами
7. Расчет характеристик исполнительного асинхронного двигателя
8. Расчет характеристик исполнительного двигателя постоянного тока
9. Расчет погрешности характеристик линейного трансформатора

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. расчет характеристик электрических машин малой мощности на основе схем замещения с использованием прикладных компьютерных программ.

2. исследование процессов в электрических машинах, описания проводимых исследований и подготовки отчета по результатам работы с использованием компьютерных технологий.

3. теоретические исследования электрических машин автоматических устройств.

4. экспериментальные исследования электрических машин малой мощности с использованием типовых измерительных схем.

5. измерение мощности, тока, напряжения, скорости и частоты вращения двигателей. Измерение ускорений и параметров вибрации.

### 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 бакалавриата. Шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.4, 2.5 и 2.6.

Таблица 2.4. 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 2.5. 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>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
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 2.6. 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 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 билета по 4-х балльной шкале оценивания.
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.
4. Итоговая оценка по уровню сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Интегральный результат текущего и рубежного контроля	Оценка за дифференцированный зачет			Средняя оценка уровня дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций
	знания	умения	владения		
5*	5	4	5	4.75	<i>отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

\*) - пример заполнения оценочного листа

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.