

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

« 05 » декабря 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Перспективные электрические машины и технологии их  
производства  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Специальные электрические машины для авиационных  
силовых установок  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование знаний об основных видах, принципа действия перспективных электрических машин, физических процессов, сопровождающих работу перспективных электрических машин, технологии их производства, готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности, приобретенные навыки, уметь проводить грамотный выбор перспективных электрических машин, их применение, с учетом режимов работы в которых они работают.

Задачи дисциплины:

1. Дать студентам знания по теоретическим основам перспективных электрических машин, их устройству, областям применения, характеристикам и параметрам, условиям эксплуатации.
2. Ознакомить с различными типами перспективных электрических машин и их рабочими узлами.
3. Сформировать знания о назначении, составе и принципах работы перспективных электрических машин.
4. Изучить основные технические характеристики и особенности эксплуатации электрических машин.
5. Сформировать знания о технологии производства перспективных электрических машин.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- перспективные электрические машины и их узлы;  
- устройство, области применения, характеристики и параметры перспективных электрических машин;  
- технологии производства перспективных электрических машин.

### 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-2.18	ИД-1ПК-2.18	Знает основные принципы и методы численного моделирования физических процессов в различных областях инженерии, таких как механика деформируемого твердого тела, электромагнетизм, теплообмен с использованием современных программных пакетов.	Знает современные программные пакеты для расчетов в области профессиональной деятельности	Зачет
ПК-2.18	ИД-2ПК-2.18	Умеет выбирать подходящие типы элементов, сеток, граничных условий и материалов для постановки и решения задач с учетом нелинейных эффектов, контактного взаимодействия, динамики и многодисциплинарности при использовании современных программных пакетов	Умеет производить расчет с помощью современных программных пакетов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.18	ИД-3ПК-2.18	Владеет интерфейсом и функционалом программных продуктов ANSYS Motor- CAD, ANSYS Maxwell для оптимизации электрических машин и магнитных систем.	Владеет навыками работы в современных программных пакетах в области профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает основы составления проектных решений.	Знает состав и требования к оформлению технических заданий, этапы, методы и инструменты проектирования и технологической подготовки производства	Зачет
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет производить подготовку технических заданий на разработку деталей и узлов гибридных, электрических и "более	Умеет формулировать технические задания, разрабатывать отдельные разделы и элементы проектов и технологической	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" силовых установок	подготовки производства	
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет основами использования средств автоматизации при проектировании и технологической подготовке основных параметров технологического процесса	Владеет навыками использования средств автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	Защита лабораторной работы
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	Знает основы системного проектирования, теории и практики электрификации силовых установок, принципы работы и характеристики различных типов двигателей, генераторов, аккумуляторов и преобразователей энергии.	Знает методы решения задач инженерной сложности по выбору серийных объектов, основы междисциплинарного подхода и документирования требований при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Зачет
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	Умеет анализировать требования к силовым установкам для различных областей применения, выбирать оптимальные схемы и параметры компонентов, проводить расчеты и моделирование энергетических характеристик и режимов работы.	Умеет решать основные задачи инженерной сложности по выбору серийных объектов, документировать требования при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	Владеет навыками разработки новых проектно-конструкторских и компоновочных решений при создании гибридных, электрических и "более электрических" силовых установок	Владеет навыками выбора серийных объектов и проектирования отдельных частей новых объектов в области профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	65	65	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	30	30	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	10	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	9	9	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	43	43	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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
2-й семестр				
Введение.	2	0	0	5
История развития электрических машин, ученые, электротехники прошлого, классификация, преобразование энергии.				
Трансформаторы	6	4	2	5
Устройство и принцип действия трансформатора. Основные уравнения описывающие процессы в трансформаторе, виды трансформаторов, магнитопроводов, обмоток. Схема замещения трансформатора. Схемы и группы соединений обмоток трехфазных трансформаторов. Схема замещения трансформатора. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общие вопросы вращающихся машин переменного тока, их ЭДС обмоток	2	0	0	5
Обмотки машин переменного тока. Получение кругового вращающегося магнитного поля в трехфазной машине. ЭДС обмоток машин переменного тока.				
Асинхронные машины	4	4	2	5
Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Основные уравнения, описывающие процессы в асинхронных двигателях. Схемы замещения асинхронного двигателя. Определение параметров схемы замещения. Способы пуска асинхронных двигателей в ход. регулирование скорости. Энергетические диаграммы электрических машин. Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Механическая характеристика. Требования к механической характеристике, устойчивость работы. Максимальный момент, пусковой момент, кратность момента.				
Синхронные машины	4	4	2	5
Устройство и принцип действия синхронной машины. Характеристики синхронных генераторов. Режимы работы синхронной машины в недовозбужденном и перевозбужденном режимах, режим компенсатора. Способы пуска синхронных двигателей в ход. Статическая устойчивость, перегружаемость синхронной машины, угловая характеристика активной мощности.				
Машины постоянного тока	6	4	2	5
Устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока. Основные уравнения. Обмотки машин переменного тока. Их ЭДС и МДС. Коммутация в коллекторных машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Механические характеристики двигателей постоянного тока. Пуск в ход двигателей постоянного тока Способы регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока.				
Организация технологической подготовки производства Основные понятия и определения	2	0	2	5
Технологическая подготовка производства. Технологическая документация. Единая система технологической подготовки производства. Порядок отработки изделия на технологичность и содержание отработки. Общие правила составления планировок участков и цехов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Структура электромашиностроительного завода. Составляющие технологического процесса: операции, переход, установ, позиция, рабочие приемы. Типы производства: крупносерийное, мелкосерийное, индивидуальное. Техническое нормирование.				
Общие вопросы технологии электромашиностроения	4	0	0	8
Серии электропромышленной продукции. Технологические процессы., применяемые при изготовлении электрических машин: получения заготовок деталей машины; механической обработки деталей; штамповки деталей из тонколистовой стали, цветных металлов и изоляционных материалов; изготовления и укладки обмоток; сборки сборочных единиц и машины в целом; контроля и испытания обмоток. Типизация технологических процессов и групповая обработка.				
ИТОГО по 2-му семестру	30	16	10	43
ИТОГО по дисциплине	30	16	10	43

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Электромагнитные процессы в трансформаторе, Регулирование напряжения трансформатора Параллельное включение трансформаторов
2	Электромагнитные процессы в электрической и магнитной цепях асинхронной машины при холостом ходе, Пуск асинхронных двигателей и регулирование частоты вращения
3	Электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе, при нагрузке, электромагнитные процессы в синхронной машине
4	Двигатели постоянного тока, пуск в ход, регулирование скорости вращения
5	Изучение основных этапов и технологическое проектирование изготовления электрических машин. Установление последовательности и содержания операций.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение параметров схемы замещения однофазного трансформатора
2	Экспериментальное определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя
3	Регулирование скорости вращения двигателей постоянного тока
4	Исследование влияния деформации вала при сборке с пакетом на эксцентриситет ротора и энергетические показатели двигателей.

## 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2007. 349 с.	7
2	Копылов И.П. Электрические машины : учебник для вузов. 5-е изд., стер. Москва : Высшая школа, 2006. 607 с.	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гольдберг О.Д, Свириденко И.С. Проектирование электрических машин : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. Москва : Высшая школа, 2006. 430 с.	20
2	Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины : учебник для вузов. М. : Энергия, 1980. 927 с.	3
3	Читечян В. И. Электрические машины : сборник задач учебное пособие. Москва : Высшая школа, 1988. 231 с.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<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	Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебное пособие для впо / Копылов Ю. Р. — Санкт-Петербург : Лань, 2020 .— 252 с.Копылов, Ю. Р.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-142335">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-142335</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	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</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	Компьютер	10
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе