

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: Математические модели электрических машин
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(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

Цель дисциплины – освоение методологии и технологии моделирования (в первую очередь компьютерного) при исследовании и эксплуатации технических объектов электромеханических систем электромашиностроительной отрасли промышленности.

Изучение общих представлений о принципах моделирования и способах представления моделей электромеханических систем; методов, приемов и способов формализации объектов, процессов и явлений, протекающих в электромеханических системах, реализации их на компьютере; достоинств и недостатков различных способов представления моделей электромеханических систем.

Формирование умения моделировать и различным способом представлять модели электромеханических систем; применять методы, различные приемы и способы формализации объектов, процессов и явлений с реализацией их на компьютере; оценивать достоинства и недостатки различных способов представления моделей электромеханических систем.

Формирование навыков моделирования и представления моделей электромеханических систем различными способами; практического применения методов, различных приемов и способов формализации объектов, процессов и явлений с реализацией их на компьютере; оценки достоинств и недостатков различных способов представления моделей электромеханических систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

методы, приемы и способы формализации объектов, процессов и явлений, протекающих в электромеханических системах, реализации их на компьютере;
принципы моделирования и способы представления моделей электромеханических систем;
достоинства и недостатки различных способов представления моделей электромеханических систем.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.18	ИД-1ПК-2.18	Знает современные программные пакеты для расчетов для моделирования электромеханических систем.	Знает современные программные пакеты для расчетов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.18	ИД-2ПК-2.18	Умеет производить расчет с помощью современных программных пакетов для моделирования электромеханических систем.	Умеет производить расчет с помощью современных программных пакетов в области 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-2.18	ИД-3ПК-2.18	Владеет навыками работы в современных программных пакетах для моделирования электромеханических систем.	Владеет навыками работы в современных программных пакетах в области профессиональной деятельности	Экзамен
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает: – состав и требования для технических заданий при моделировании электромеханических систем; – методы и инструменты проектирования для моделирования электромеханических систем.	Знает состав и требования к оформлению технических заданий, этапы, методы и инструменты проектирования и технологической подготовки производства	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет: – применять способы формулирования технических заданий при моделировании электромеханических систем;	Умеет формулировать технические задания, разрабатывать отдельные разделы и элементы проектов и технологической подготовки производства	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет: – навыками использования способов разработки и использования средств автоматизации моделирования электромеханических систем.	Владеет навыками использования средств автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	Экзамен
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает основные этапы, методы, инструменты и действия инжиниринга, необходимые для анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений при моделировании электромеханических систем.	Знает основные этапы, методы, инструменты и действия инжиниринга, необходимые для анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет формулировать требования и критерии анализа вариантов для различных способов моделирования электромеханических систем.	Умеет формулировать требования и критерии анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет: – навыками анализа	Владеет навыками анализа вариантов, разработки и	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		вариантов, разработки при моделировании электромеханических систем; – навыками использования средств математического моделирования электромеханических систем.	поиска компромиссных решений с использованием базовых средств моделирования	
ПК-2.7	ИД-1ПК-2.7	Знает: – способы применения методов анализа вариантов моделей электромеханических систем; – способы разработки и поиска компромиссных решений при моделировании электромеханических систем.	Знает базовые понятия, подходы, методологии и стандарты в области управления проектами, этапы разработки проектов, основные методы принятия решений	Дискуссия
ПК-2.7	ИД-2ПК-2.7	Умеет: – анализировать варианты моделей электромеханических систем; – разрабатывать и осуществлять поиск компромиссных решений при моделировании электромеханических систем.	Умеет определять цели проектов, формировать план проекта, учитывать изменения, возникающие при управлении проектами	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.7	ИД-3ПК-2.7	Владеет: – практическими навыками анализа вариантов моделей электромеханических систем; – навыками практической разработки и поиска компромиссных решений при моделировании электромеханических систем.	Владеет навыками управления проектами разработки объектов в области профессиональной деятельности с использованием программного обеспечения	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение. Основные понятия и определения.	2	0	2	8
. Введение. Основные понятия, определения, способы и этапы математического описания моделей электромеханических систем.				
Структура и комплектный состав электромеханических систем.	4	0	6	16
Структура и состав электромеханических систем. Источники электрической энергии, их свойства и математическое описание. Электрические машины, их свойства и математические модели. Разновидности механизмов и их механические характеристики. Математическое описание статических моментов. Математическое описание многомассовых механических систем.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Силовые преобразователи, выпрямители, инверторы и системы управления ими	6	0	8	20
Упругие колебания и рассеивание энергии при механических деформациях. Силовые преобразователи, их схемы и свойства. Управляемые и неуправляемые выпрямители. Инверторы и системы широтноимпульсной модуляции. Системы управления. Взаимное влияние элементов электромеханических систем и его учет при моделировании.				
Модели электрических приводов	6	0	8	20
Модели электрических приводов постоянного и переменного тока. Скалярные и векторные системы управления электрическими приводами.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Модели электрических источников. Параметрирование и задание режимов.
2	Модели электрических машин . Трансформатор, машины переменного и постоянного тока. Параметрирование и задание режимов.
3	Силовые преобразователи и их модели : выпрямители, управляемые и неуправляемые.
4	Силовые преобразователи и их модели: преобразователи частоты со звеном постоянного тока.
5	Силовые преобразователи и их модели : преобразователи частоты с непосредственной связью
6	Силовые преобразователи и их модели: устройства плавного пуска.
7	Математические модели электроприводов: Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока.
8	Математические модели электроприводов: Преобразователь частоты со звеном постоянного тока – асинхронный двигатель.
9	Математические модели электроприводов: Регулируемый привод переменного тока с многоуровневым инвертором.
10	Математические модели электроприводов: Преобразователь частоты с непосредственной связью – синхронный двигатель.

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	Мэтьюз Д. Г., Финк К. Д. Численные методы. Использование MATLAB : пер. с англ. 3-е изд. Москва [и др.] : Вильямс, 2001. 713 с.	16
2	Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие для вузов. Москва : Горячая линия-Телеком, 2003. 592 с.	11

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие для вузов / С. В. Поршнева .— Москва : Горячая линия-Телеком, 2003 .— 592 с.	29
2	Моделирование процессов и систем в MATLAB : учебный курс / Ю. Лазарев .— Санкт-Петербург : Питер, 2005 .— 511 с.	15
3	Сипайлов Г. А. Электрические машины (специальный курс) : учебник для вузов / Г. А. Сипайлов, Е. В. Кононенко, К. А. Хорьков. - Москва: Высш. шк., 1987. -286 с.: ил.	13
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Мусалимов В. М. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics) / Мусалимов В. М., Заморуев Г. Б., Калапышина И. И., Перечесова А. Д. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013.	http://elib.pstu.ru/Record/lan70925	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	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/
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
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе