

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 17 » февраля 20\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Математическое моделирование в электротехнике  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

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

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Электромеханика  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний по математическому моделированию процессов происходящих в электрических и магнитных цепях, а также умений и навыков электромагнитных расчётов в специализированных программных продуктах.

Задачи учебной дисциплины

- изучение методов и алгоритмов расчета и моделирования линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей постоянного и переменного тока, ориентированных на использование современных программных средств;
- формирование умения самостоятельно проводить расчеты и выполнять моделирование электрических и магнитных цепей;
- формирование навыков работы с современными программными средствами расчета и моделирования электрических и магнитных цепей.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- ? математическое описание моделей линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей постоянного и переменного тока;
- ? способы представления моделей электрических и магнитных цепей;
- ? алгоритмы и методы реализации моделей электрических и магнитных цепей;
- ? оценка правильности исследования моделей электрических и магнитных цепей и точности получаемых при моделировании результатов.

### 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-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает: – методы расчета и моделирования линейных электрических цепей постоянного и переменного тока; – методы расчета и моделирования нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока.	Знает основные этапы, методы, инструменты и действия инжиниринга, необходимые для анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет: ? применять методы расчета и моделирования электрических и магнитных цепей; – составлять алгоритмы расчета и моделирования электрических и магнитных цепей.	Умеет формулировать требования и критерии анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	Курсовой проект
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет: ? навыками по анализу данных расчета и моделирования; – навыками построения экспериментальных и расчетных графических зависимостей.	Владеет навыками анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений с использованием базовых средств моделирования	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	Знает: – методы расчета и моделирования трехфазных электрических цепей; – методы расчета и моделирования магнитных цепей постоянного и переменного тока.	Знает основные методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов в области профессиональной деятельности	Экзамен
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	Умеет: – проводить анализ результатов расчетов и моделирования; – составлять и оформлять научно-техническую документацию по результатам проведения теоретических исследований.	Умеет создавать и анализировать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов в области профессиональной деятельности	Курсовой проект
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	Владеет: – персональным компьютером, информационными технологиями, в том числе современными средствами компьютерной графики; – навыками работы с современными программными пакетами расчета и моделирования электрических и магнитных цепей.	Владеет навыками прогнозирования свойств и поведения объектов в области профессиональной деятельности с использованием современных программно-технических средств	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	Знает:	Знает методы решения	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		режимы работы электрических и магнитных цепей.	задач инженерной сложности по выбору серийных объектов, основы междисциплинарного подхода и документирования требований при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	Умеет: – интерпретировать данные расчетов и сопоставлять их с теоретическими положениями; – контролировать правильность получаемых данных и выводов.	Умеет решать основные задачи инженерной сложности по выбору серийных объектов, документировать требования при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Курсовой проект
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	Владеет: – навыками формулирования целей и задач исследований, а также выводов по результатам измерений и расчетов при подготовке публикаций.	Владеет навыками выбора серийных объектов и проектирования отдельных частей новых объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическом у занятию

### 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:	54	54	
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)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
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	
3-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. Компьютерные технологии расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного тока в среде Mathcad и Scilab.	6	0	4	10
<p>Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.</p> <p>Тема 1. Технологии расчета и моделирования линейных цепей постоянного тока Алгоритмы расчета линейных цепей постоянного тока, реализуемые в среде Mathcad по законам Кирхгофа, методами эквивалентного сопротивления, наложения, контурных токов, узловых потенциалов и эквивалентного генератора. Выбор метода, изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 2. Технологии расчета и моделирования нелинейных цепей постоянного тока Алгоритм расчета нелинейных цепей постоянного тока, реализуемый в среде Mathcad графоаналитическим методом с аппроксимацией вольтамперных характеристик нелинейных элементов кубическим сплайном. Изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p>				
Компьютерные технологии расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей переменного тока в среде Mathcad и Scilab	8	0	18	45
<p>Тема 3. Технологии расчета и моделирования линейных цепей однофазного синусоидального тока 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). Выбор метода, изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 4. Технологии расчета и моделирования трехфазных цепей Алгоритмы расчета трехфазных цепей (при соединении симметричных и несимметричных потребителей по схеме звезда и треугольник, цепей с несимметричными источниками методом симметричных составляющих). Выбор метода,</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>изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 5. Технологии расчета и моделирования линейных цепей несинусоидального тока Алгоритмы расчета линейных цепей несинусоидального тока. Изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 6. Технологии расчета и моделирования нелинейных цепей переменного тока Алгоритм расчета нелинейной цепи переменного тока при кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного элемента и решения системы линейных уравнений методом «припасовывания». Изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 7. Технологии расчета и моделирования переходных процессов в линейных электрических цепях 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 Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p>				
Компьютерные технологии расчета и моделирования цепей с взаимной индукцией и магнитных цепей постоянного и переменного тока в среде Mathcad и Scilab	4	0	12	35
<p>Тема 8. Технологии расчета и моделирования цепей с индуктивной связью Алгоритмы расчета цепей с индуктивной связью между двумя катушками при их согласном и встречном включении. Изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.</p> <p>Тема 9. Технологии расчета и моделирования магнитных цепей 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</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
катушку с ферромагнитным сердечником. Выбор метода, изменение и адаптация алгоритма применительно к расчету конкретной цепи. Построение модели цепи в среде Scilab для самопроверки правильности ее расчета.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет и моделирование электрических цепей постоянного тока (Работа с программным комплексом «CD_Circuit.exe»)
2	Расчет и моделирование нелинейных цепей постоянного тока (Работа с программным комплексом «NL_Circuit.exe»)
3	Расчет и моделирование линейных однофазных электрических цепей синусоидального тока (Работа с программным комплексом «AC_Circuit.exe»)
4	Расчет и моделирование трехфазных цепей (Работа с программным комплексом «ТРН_Circuit.exe»)
5	Расчет и моделирование линейных цепей несинусоидального тока (Работа с программным комплексом «NSC_Circuit.exe»)
6	Расчет и моделирование нелинейных цепей переменного тока (Работа с программным комплексом «NL_Circuit.exe»)
7	Расчет и моделирование переходных процессов в линейных цепях («Transient_LC.exe»)
8	Расчет и моделирование линейных электрических цепей с взаимной индукцией (Работа с программным комплексом «МС_Circuit.exe»)
9	Расчет и моделирование магнитных цепей (Работа с программным комплексом «M_Circuit.exe»)

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет и моделирование электрических и магнитных цепей в средах Mathcad и Scilab



## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

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	Касаткин А. С. Электротехника : учебник для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - Москва: Академия, 2008.	61
2	Любимов Э. В. Mathcad. Теория и практика проведения электротехнических расчётов в среде Mathcad и Multisim / Э. В. Любимов. - Санкт-Петербург: Наука и техника, 2012.	69
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кириянов Д.В. Самоучитель Mathcad 12 / Д.В. Кириянов. - СПб: БХВ-Петербург, 2004.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		

1	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова ; Под ред. А. М. Костыгова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	
<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	Касаткин А. С. Электротехника : учебное пособие для вузов / А. С. Касаткин. - Москва: Энергоатомиздат, 1983.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib5927">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib5927</a>	локальная сеть; авторизованный 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 27.02.2022 )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Scilab лиц.GNU GPL v2

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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
Курсовой проект	Компьютер	10
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

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

Описан в отдельном документе
------------------------------