

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

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

 Р.А. Файзрахманов  
д.э.н., проф., заведующий кафедрой ИТАС

30 сентября 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Численные методы в электротехнике»**

<b>Научная специальность</b>	1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Информационные технологии и автоматизированные системы (ИТАС) Прикладная математика (ПМ) Прикладная физика (ПФ) Конструирование и технологии в электротехнике (КТЭ)
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 3</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Зачет: 3	

Пермь 2022

## 1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области численных методов.

**1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Численные методы в электротехнике» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- численные методы решения электротехнических задач; прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, основные вычислительные схемы, используемые для решения систем линейных уравнений на ЭВМ

### **Уметь:**

- осуществлять реализацию численных методов при решении профессиональных задач; разрабатывать эффективные программы на основе алгоритмов численного решения дифференциальных уравнений

### **Владеть:**

- навыками реализации вычислительных алгоритмов на ЭВМ, проведения численных экспериментов в среде современных инструментальных средств программирования

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

##### Раздел 1. Метод конечных разностей (МКР).

ПЗ – 16 ч, СРС - 32 ч, КСР – 3 ч.

##### Тема 1. Реализация метода конечных разностей.

Сетка и сеточные функции. Аппроксимация производных. Построение разностных схем. Интегроинтерполяционные методы, метод баланса. Устойчивость и сходимость разностных схем.

##### Тема 2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Прямые методы решения СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ.

##### Раздел 2. Метод конечных элементов (МКЭ).

ПЗ – 16 ч, СРС - 37 ч, КСР – 4 ч.

##### Тема 3. Реализация метода конечных элементов.

Концепция метода конечных элементов. Типы конечных элементов. Применение метода Галёркина в методе конечных элементов. Решение одно- и двумерных стационарных задач. Решение электромагнитных задач с гармонически изменяющимся по времени полем. Решение нестационарных задач в электротехнике.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Решение задачи нестационарной теплопроводности кабеля МКР	Собеседование.	Вопросы по темам /разделам дисциплины.
2	2	Решение электромагнитной задачи с гармонически изменяющимся по времени полем МКЭ	Собеседование.	Вопросы по темам /разделам дисциплины.
3	3	Применение прямых и итерационных методов при решении СЛАУ	Собеседование.	Вопросы по темам /разделам дисциплины.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Применение интегроинтерполяционного метода в МКР.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Решение нестационарной двухмерной задачи теплопроводности с использованием симплекс-элементов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Решение СЛАУ методом сопряженных градиентов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

#### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Численные методы в электротехнике» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается 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, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

##### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г. Методы конечноэлементного анализа: Учебное пособие. Новосибирск : НГТУ, 2017. – 204 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://elib.pstu.ru/readers/Record/lanRU-LAN-BOOK-118457">https://elib.pstu.ru/readers/Record/lanRU-LAN-BOOK-118457</a>
2	Маслов А.В. Моделирование волновых процессов в электродинамике: Учебное пособие. – Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. – 75 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-144988">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-144988</a>
3	Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы математической физики : учебное пособие. 2-е изд. Москва : Науч. мир, 2003. 315 с.	11

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
4	Соловейчик Ю.Г., Рояк М.Э., Персова М.Г. Метод конечных элементов для решения скалярных и векторных задач : учебное пособие. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2007. 895 с.	1
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Численные методы в уравнениях математической физики : учебное пособие / Персова, М. Г., Соловейчик, Ю. Г., Вагин, Д. В., Домников, П. А., Кошкина, Ю. И. Численные методы в уравнениях математической физики. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. 60 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/ipr91581">https://elib.pstu.ru/Record/ipr91581</a>
2	Григорьев А.Д. Методы вычислительной электродинамики: Москва : Физматлит, 2012. – 432 с.	1
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Не требуются.	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Не требуются.	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Не требуются.	

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6. *Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.] – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	6	Оперативное управление	307

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования.

#### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине.

## 9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		