

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ВТ



Фионова Л.Р.

(Подпись)

(Фамилия, инициалы)

« 3 »

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

С2.2.2.4 НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Специальность **01.05.01 «Фундаментальные математика и механика»**

Специализация **«Вычислительная математика и вычислительная механика»**

Квалификация (степень) выпускника – **Математик. Механик. Преподаватель**

Форма обучения **очная**

Пенза, 2016

## **1. Цели освоения дисциплины «Научно-исследовательская работа»**

Целями освоения учебной дисциплины С2.2.2.4 «Научно-исследовательская работа» являются формирование математической культуры студентов, фундаментальная подготовка студентов в области математического моделирования и математических методов решения задач естествознания, овладение современным аппаратом численного анализа для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания, а также изучение современных методов численного решения операторных уравнений и применение на практике этих методов для решения на ЭВМ различных задач, возникающих в приложениях к физике, механике, химии и т.п. Курс обязательно должен сопровождаться практикумом на ЭВМ (где студенты обязаны решить определенное количество задач на ЭВМ, используя известные методы).

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета**

Дисциплина «Научно-исследовательская работа» в учебном плане находится в вариативной части блока С2 и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для специалиста по специальности 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика» (специализация «Вычислительная математика и вычислительная механика»).

*Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:*

- численные методы;
- функциональный анализ, уравнения с частными производными;
- технология программирования и работа на ЭВМ;
- физика;
- математический анализ;
- дифференциальные уравнения;
- дифференциальная геометрия и топология;
- функциональный анализ;
- комплексный анализ;
- теория вероятностей;
- математическая статистика;
- случайные процессы;
- общая теория приближенных методов.

*Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:*

- численные методы решения краевых задач и интегральных уравнений, основы вычислительной математики и вычислительной механики;
- математические модели в электродинамике и акустике;
- математические модели в гидро- и аэродинамике;
- численные методы решения краевых задач и интегральных уравнений;
- суперкомпьютерное моделирование;
- суперкомпьютерные вычисления;
- подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Научно-исследовательская работа»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-3	способность к самостоятельной научно-исследовательской работе	Знать: об основных этапах решения научной проблемы, основные методы и подходы математического моделирования и численного анализа для решения задач естествознания
		Уметь: применять изученные методы к решению задач, программно реализовывать математические алгоритмы, обрабатывать и представлять результаты вычислений
		Владеть: аппаратом математического моделирования, основными математическими методами решения задач естествознания, математическими пакетами прикладных программ, навыками их применения в различных областях естествознания
ПК-1	способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	Знать: основы построения и исследования математических моделей, основные численные методы и алгоритмы решения математических задач из разделов – вариационные методы, проекционные методы, уравнения математической физики
		Уметь: исследовать математические модели, разрабатывать численные методы и алгоритмы, реализовывать эти алгоритмы на языках программирования высокого уровня
		Владеть: навыками анализа математических моделей в различных областях естествознания, разработки и обоснования численных методов для решения задач из указанных разделов
ПК-4	способность публично представлять собственные и известные научные результаты	Знать: основные способы публичного представления научных результатов (статья, доклад, презентация и т.д.).
		Уметь: представлять научные результаты в виде статьи, доклада, презентации
		Владеть: навыками представления научных результатов научной аудитории
ПК-8	способность различным способом представлять, адаптировать с учетом уровня аудитории и доходчиво излагать математические знания	Знать: различные способы представления научных результатов
		Уметь: адаптировать представление научных результатов с учетом уровня аудитории и доходчиво излагать математические знания
		Владеть: методами популярного изложения научных результатов научной и математических знаний аудитории

ПК-10	способность и предрасположенность к просветительной и воспитательной деятельности, готовность пропагандировать и популяризировать научные достижения	Знать: основные аспекты просветительной и воспитательной деятельности
		Уметь: пропагандировать и популяризировать научные достижения
		Владеть: навыками представления и популяризации математических и физических результатов и достижений широкой аудитории

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### «Научно-исследовательская работа»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 21 зачетная единица, 756 часов. Количество аудиторных занятий: лекции – 17 часов, практические занятия – 323 часа, самостоятельная работа - 416 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			
				Всего	Лекции	Практические занятия	Всего	Подготовка к ауд. занятиям	Подготовка к экзамену	
1.	Раздел 1. Математическое моделирование									
1.1.	Тема 1.1. Основы математического моделирования	5	1-4	16	4	12	19	19		
1.2.	Тема 1.2. Постановки и свойства краевых задач	5	5-8	16	4	12	19	19		8
1.3.	Тема 1.3. Корректно и некорректно поставленные задачи	5	9-12	16	4	12	19	19		
1.4.	Тема 1.4. Многомерные задачи	5	13-17	20	5	15	19	19		17
2.	Раздел 2. Основные классы задач математической физики									
2.1.	Тема 2.1. Многопараметрические задачи	6	1-4	17		17	19	19		
2.2.	Тема 2.2. Нелинейные задачи	6	5-8	17		17	19	19		8
2.3.	Тема 2.3. Обратные задачи	6	9-12	17		17	19	19		
2.4.	Тема 2.4. Задачи на собственные значения	6	13-17	17		17	19	19		17
3.	Раздел 3. Пакеты прикладных программ									
3.1.	Тема 3.1. Математические пакеты прикладных программ	7	1-4	17		17	10	10		
3.2.	Тема 3.2. Пакет MathCad	7	5-8	17		17	10	10		8
3.3.	Тема 3.3. Пакет Mathematica	7	9-12	17		17	10	10		
3.4.	Тема 3.4. Пакет Maple	7	13-17	17		17	10	10		17
4.	Раздел 4. Суперкомпьютерное моделирование									
4.1.	Тема 4.1. Основы суперкомпьютерного моделирования	8	1-4	17		17	28	28		
4.2.	Тема 4.2. Архитектура векторных компьютеров	8	5-8	17		17	28	28		8
4.3.	Тема 4.3. Параллельные алгоритмы	8	9-12	17		17	28	28		
4.4.	Тема 4.4. Реализация параллельных алгоритмов	8	13-17	17		17	28	28		17

5.	Раздел 5. Суперкомпьютерные вычисления									
5.1.	Тема 5.1. Основы суперкомпьютерных вычислений	9	1-4	17		17	28	28		
5.2.	Тема 5.2. Распределенные вычисления	9	5-8	17		17	28	46		8
5.3.	Тема 5.3. ГРИД-технологии	9	9-12	17		17	28	28		
5.4.	Тема 5.4. Решение сверхбольших задач	9	13-17	17		17	28	28		17
	Общая трудоемкость, в часах			340	17	323	416	416		
							Промежуточная аттестация			
							Форма	Семестр		
							Зачет	5-9		

## 4.2. Содержание дисциплины

### Раздел 1. Математическое моделирование

- 1.1. Основы математического моделирования
- 1.2. Постановки и свойства краевых задач
- 1.3. Корректно и некорректно поставленные задачи
- 1.4. Многомерные задачи

### Раздел 2. Основные классы задач математической физики

- 2.1. Многопараметрические задачи
- 2.2. Нелинейные задачи
- 2.3. Обратные задачи
- 2.4. Задачи на собственные значения

### Раздел 3. Пакеты прикладных программ

- 3.1. Математические пакеты прикладных программ
- 3.2. Пакет MathCad
- 3.3. Пакет Mathematica
- 3.4. Пакет Maple

### Раздел 4. Суперкомпьютерное моделирование

- 4.1. Основы суперкомпьютерного моделирования
- 4.2. Архитектура векторных компьютеров
- 4.3. Параллельные алгоритмы
- 4.4. Реализация параллельных алгоритмов

### Раздел 5. Суперкомпьютерные вычисления

- 5.1. Основы суперкомпьютерных вычислений
- 5.2. Распределенные вычисления
- 5.3. ГРИД-технологии
- 5.4. Решение сверхбольших задач

## 5. Образовательные технологии

1. Чтение лекций, демонстрация работы математических пакетов для решения типовых задач.
2. Проведение научно-исследовательских работ и научных докладов, организация обсуждения результатов исследования и защиты научно-исследовательских работ в форме научных семинаров.
3. Отработка навыков работы с системами программирования высокого уровня.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

#### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Основы математического моделирования	Подготовка к докладу	Изучить тему	Владимиров В.С. Уравнения математической физики.	19

				- М., Наука, 1971	
2	Постановки и свойства краевых задач	Подготовка к докладу	Изучить тему	Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М., Наука, 1971	19
3	Корректно и некорректно поставленные задачи	Подготовка к докладу	Изучить тему	Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М., Наука, 1974.	19
4	Многомерные задачи	Подготовка к докладу	Изучить тему	Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М., Наука, 1989.	19
5	Многопараметрические задачи	Подготовка к докладу	Изучить тему	Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. - М., Наука, 1981.	19
6	Нелинейные задачи	Подготовка к докладу	Изучить тему	Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М., Наука, 1974.	19
7	Обратные задачи	Подготовка к докладу	Изучить тему	Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М., Наука, 1974.	19
8	Задачи на собственные значения	Подготовка к докладу	Изучить тему	Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М., Наука, 1971	19
9	Пакет Matlab	Подготовка к докладу	Изучить тему	Математический пакет прикладных программ: Matlab	10
10	Пакет MathCad	Подготовка к докладу	Изучить тему	Математический пакет прикладных программ: Mathcad	10
11	Пакет Mathematica	Подготовка к докладу	Изучить тему	Математический пакет прикладных программ: Mathematica	10
12	Пакет Maple	Подготовка к докладу	Изучить тему	Математический пакет прикладных программ: Maple	10
13	Основы суперкомпьютерного моделирования	Подготовка к докладу	Изучить тему	Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991.	28
14	Архитектура векторных компьютеров	Подготовка к докладу	Изучить тему	Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991.	28
15	Параллельные алгоритмы	Подготовка к докладу	Изучить тему	Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991.	28



16	Реализация параллельных алгоритмов	Подготовка к докладу	Изучить тему	Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991.	28
17	Основы суперкомпьютерных вычислений	Подготовка к докладу	Изучить тему	Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.	28
18	Распределенные вычисления	Подготовка к докладу	Изучить тему	Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.	28
19	ГРИД-технологии	Подготовка к докладу	Изучить тему	Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.	28
20	Решение сверхбольших задач	Подготовка к докладу	Изучить тему	Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.	28

Контроль осуществляется при защите выполненных научно-исследовательских работ на ЭВМ.

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Студенты получают от преподавателя задание на повторение пройденного материала и самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам. Преподаватель предлагает студентам литературу для самостоятельного изучения, а также выдает темы научно-исследовательских работ и докладов.

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

### *Контроль освоения компетенций*

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	проверка научно-исследовательских работ	Математическое моделирование	ОПК-3 ПК-1,4,8,10
2	проверка научно-исследовательских работ	Основные классы задач математической физики	ОПК-3 ПК-1,4,8,10
3	проверка научно-исследовательских работ	Пакеты прикладных программ	ОПК-3 ПК-1,4,8,10
4	проверка научно-исследовательских работ	Суперкомпьютерное моделирование	ОПК-3 ПК-1,4,8,10
5	проверка научно-исследовательских работ	Суперкомпьютерные вычисления	ОПК-3 ПК-1,4,8,10

## **Перечень научно-исследовательских работ:**

**НИИР №1.** Решение интегрального уравнения Фредгольма второго рода с непрерывным ядром на отрезке проекционным методом с использованием кусочно-постоянных финитных базисных функций.

**НИИР №2.** Решение интегрального уравнения Фредгольма второго рода с непрерывным ядром на отрезке проекционным методом с использованием кусочно-линейных финитных базисных функций.

**НИИР №3.** Решение интегрального уравнения Фредгольма второго рода с непрерывным ядром на прямоугольнике проекционным методом с использованием кусочно-постоянных финитных базисных функций.

**НИИР №4.** Решение интегрального уравнения Фредгольма второго рода с непрерывным ядром на плоской области сложной формы проекционным методом с использованием кусочно-линейных финитных базисных функций.

**НИИР №5.** Решение объемного слабосингулярного интегрального уравнения Фредгольма второго рода на неоднородном теле проекционным методом с использованием кусочно-постоянных финитных базисных функций.

**НИИР №6.** Решение интегрального уравнения задачи дифракции акустической волны на плоском акустически мягком экране методом Галеркина.

**НИИР №7.** Решение интегрального уравнения задачи дифракции акустической волны на неплоском гладком акустически мягком экране методом Галеркина.

**НИИР №8.** Решение интегрального уравнения задачи дифракции акустической волны на плоском акустически жестком экране методом Галеркина.

**НИИР №9.** Решение интегрального уравнения векторной задачи дифракции электромагнитной волны на неоднородном анизотропном диэлектрическом теле методом Галеркина.

**НИИР №10.** Решение интегрального уравнения Фредгольма первого рода с непрерывным ядром на отрезке проекционным методом с использованием кусочно-постоянных финитных базисных функций.

## **Перечень вопросов и заданий к зачету:**

1. Основы математического моделирования
2. Постановки и свойства краевых задач
3. Корректно и некорректно поставленные задачи
4. Многомерные задачи
5. Многопараметрические задачи
6. Нелинейные задачи
7. Обратные задачи
8. Задачи на собственные значения
9. Математические пакеты прикладных программ
10. Пакет MathCad
11. Пакет Mathematica
12. Пакет Maple
13. Основы суперкомпьютерного моделирования
14. Архитектура векторных компьютеров

15. Параллельные алгоритмы
16. Реализация параллельных алгоритмов
17. Основы суперкомпьютерных вычислений
18. Распределенные вычисления
19. ГРИД-технологии
20. Решение сверхбольших задач

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Научно-исследовательская работа»**

### а) Основная литература:

1. Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. - М., Наука, 1981.
2. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М., Наука, 1989.
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М., Наука, 1974.
4. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М., Наука, 1971
5. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991.
6. Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

### б) Дополнительная литература:

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М., Наука, 1989
2. Ильинский А.С., Кравцов В.В., Свешников А.Г. Математические модели электродинамики: Учеб. Пособие для ВУЗов. – М., Высшая школа, 1991. – 224 с.
3. Ильинский А.С., Смирнов Ю.Г. Дифракция электромагнитных волн на проводящих тонких экранах (Псевдодифференциальные операторы). – М., ИПРЖР, 1996. – 176 с.
4. А.Б. Самохин. Интегральные уравнения и итерационные методы в электромагнитном рассеянии. – М.: Радио и Связь, 1998.

### в) Интернет-ресурсы:

1. <http://www.mcsme.ru/free-books/> - Свободно распространяемые издания Московского Центра непрерывного математического образования.
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> - Электронная физико-математическая библиотека EqWorld
3. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал Math-Net.Ru  
<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

### г) Программное обеспечение:

1. Система программирования Microsoft Visual Studio 2005.
2. Математические пакеты прикладных программ: Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica.
3. Среда программирования MPI.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

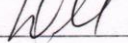
При освоении дисциплины для выполнения научно-исследовательских работ необходимы учебные аудитории с мультимедийным оборудованием и компьютерные классы, доступ студентов к компьютеру с Microsoft Office, Microsoft Visual Studio, Borland C 3.1, Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, MPI.

## **9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучающиеся, из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на компьютере, в формате тестирования и т.д.) и позволяют оценить достижения ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровня сформированности всех заявленных компетенций. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете и экзамене.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика» (специализация «Вычислительная математика и вычислительная механика»).

Программу составили:

1. \_\_\_\_\_ Смирнов Ю.Г., д.ф.-м.н., профессор   
(Ф.И.О., должность, подпись)
2. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры МСМ

Протокол № 3

Зав. кафедрой МСМ

от « 30 » 09 2016 года

Ю.Г. Смирнов

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 2

Председатель методической комиссии

факультета ВТ

от « 3 » 10 2016 года

Т.В. Глотова

(подпись)

(Ф.И.О.)

