

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Л.Р.Фионова

«03»

07

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
М1.В.03 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФИЗИКИ**

Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность (магистерская программа) «Математическое моделирование в экономике и технике»

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Пенза, 2019

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математические модели физики» являются

- формирование у студентов знаний основных методов современного математического моделирования и базовых принципов и приёмов разработки основных типов математических моделей, применяемых для описания физических объектов и процессов, методов их формализации, упрощения и исследования с применением новейших программно – технологических средств моделирования и проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ;
- развитие логического и алгоритмического мышления в процессе творческой работы студентов в области математического моделирования.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/01.6 (профстандарт 40.008 «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»);
- А/02 (профстандарт 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения»);
- В/01.6 (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- В/02.6 (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- В/03.6 (профстандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- D/03.7 (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);
- D/04.7 (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);
- D/05.7 (профстандарт 06.022 «Системный аналитик»);

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Учебная дисциплина «Математические модели физики» в учебном плане содержится в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока М1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Данная дисциплина имеет логическую и содержательно-методологическую взаимосвязь с другими частями ОПОП, так как углубляет и закрепляет математические и естественнонаучные знания и навыки, сформированные в результате изучения дисциплин базовой части.

Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами следующих курсов учебного плана бакалавриата по направлению 01.03.04 «Прикладная математика»: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики», «Математическое моделирование»; «Нелинейные уравнения математической физики», «Вариационное исчисление»

Основные положения дисциплины должны быть использованы при изучении дисциплин «Некорректные задачи, обратные задачи», «Численные методы»; для выполнения «Производственной практики»

3. Результаты освоения дисциплины «Математические модели физики»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС

ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	в результате освоения дисциплины обучающийся должен
1	2	3	4
ПК-1	Способен определить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в области математического моделирования в экономике и технике, способен создавать и исследовать математические модели для их решения, применяя при этом соответствующий математический аппарат	ПК-1.1 Исследует существующие математические модели экономики и техники, проводит их теоретическое и практическое сравнение ПК-1.3. Применяет, развивает и совершенствует соответствующий математический аппарат для реализации математических моделей	Знать: основные понятия и методы решения задач математической физики. Уметь: решать типовые задачи. Владеть: навыками самостоятельно выбрать метод решения задачи для соответствующей математической модели. физике.
ПК-2	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области математического	ПК-2.2 Строит, обосновывает и исследует математические модели	Знать: основные понятия, закономерности и методы математического моделирования в физике. Уметь: строить математические модели физических процессов. Владеть: навыками самостоятельно выбрать адекватную модель физики, формализовать ее и составить соответствующую математическую модель, выбрать соответствующие численные

			методы; навыками программной реализации выбранных численных методов.
ПК-3	Способен углубленно анализировать проблемы, постановки и обоснования задач производственно-технологической деятельности для решения задач математического моделирования в экономике и технике	<p>ПК-3.1. Анализирует проблемы, возникающие при построении математических моделей в экономике и технике</p> <p>ПК-3.2. Обосновывает математические методы решения задач производственно-технологической деятельности</p> <p>ПК-3.3. Строит, применяет, исследует и сравнивает математические модели, соответствующие задачам производственно-технологической деятельности</p>	<p>Знать: основные закономерности математического моделирования в различных областях физики.</p> <p>Уметь: анализировать результат математического моделирования физической проблемы.</p> <p>Владеть: навыками анализа и интерпретации полученных результатов моделирования.</p>

ПК-4

Способен разрабатывать математические модели задач производственно-технологической деятельности в области экономики и техники

ПК-4.1. Строит математические модели анализа и прогноза экономических, технологических и физических процессов

ПК-4.2. Разрабатывает и использует для математических моделей численные методы и комплексы программ

ПК-4.3 Интерпретирует математическую модель, построенную для одной предметной области, как математическую модель для других предметных областей

Знать: основные понятия, закономерности и методы математического моделирования в физике и технологических процессах.

Уметь: строить математические модели технологических процессов.

Владеть: навыками самостоятельно выбрать адекватную модель технологических процессов, формализовать ее и составить соответствующую математическую модель, выбрать соответствующие численные

4. Структура и содержание дисциплины «Математические модели физики»

4.1. Структура дисциплины «Математические модели физики»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы текущего промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Контактная работа				Самостоятельная работа			Собеседование	Коллоквиум	Проверка лабораторных. работ
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Другие виды контактной работы	Всего	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к экзамену			
1.	Раздел 1. Модели и системы. Основные положения.	2	1-4	12	4	4		18	8	10	3, 5	15	3, 5
1.1	Тема 1.1. Метод малого параметра. Базовые модели теории колебаний и классической механики.	2	1-2	6	2	2		9	4	5	3	15	3
1.2	Тема 1.2. Элементы современной теории динамических систем. Консервативные, диссипативные, гамильтоновы системы.	2	3-4	6	2	2		9	4	5	5	15	5
2.	Раздел 2. Асимптотика и численный анализ дифференциальных уравнений.	2	5-10	18	6	6		18	8	10	7	15	7
2.1	Тема 2.1. Асимптотика решений линейных дифференциальных	2	5-6	6	2	2		9	4	5	7	15	7

	уравнений.												
2.2	Тема 2.2. Основные приемы численного анализа дифференциальных уравнений: Задача Коши; Краевые задачи; Метод Бубнова – Галеркина.	2	7-10	12	4	4		9	4	5	7	15	7
3.	Раздел 3. Математические модели современной физики.	2	11-17	24	7	7		32	16	16	11-17	15	11-17
3.1	Тема 3.1. Принципы постановки задач математической физики. Понятие корректности их постановки. Пример Адамара.	2	11-12	6	2	2		8	4	4	11	15	11
3.2	Тема 3.2. Уравнения и системы уравнений с частными производными первого порядка. Уравнение Бюргера.	2	13-14	6	2	2		8	4	4	13	15	13
3.3	Тема 3.3. Волновые уравнения. Бегущие волны.	2	15-16	6	2	2		8	4	4	15	15	15
3.4	Тема 3.4. Некоторые математические модели современной физики (Гинзбурга – Ландау, Курамото – Сивашинского, Брэдли – Харпера, Кортевега де Фриза).	2	17	4	1	1		8	4	4	17	15	17
	<i>Подготовка к экзамену</i>							36		36			
	<i>Другие виды контактной работы</i>			3									
	Общая трудоемкость, в часах			37	17	17	3	68	32	36	Промежуточная аттестация		
											Форма	Семестр	
											Экзамен	-2	

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Модели и системы. Основные положения.	Метод малого параметра. Базовые модели теории колебаний и классической механики. Элементы современной теории динамических систем. Консервативные, диссипативные, гамильтоновы системы.
2.	Асимптотика и численный анализ дифференциальных уравнений.	Асимптотика решений линейных дифференциальных уравнений. Основные приемы численного анализа дифференциальных уравнений: Задача Коши; Краевые задачи; Метод Бубнова – Галеркина.
3.	Математические модели современной физики.	Принципы постановки задач математической физики. Понятие корректности их постановки. Пример Адамара. Уравнения и системы уравнений с частными производными первого порядка. Уравнение Бюргерса. Волновые уравнения. Бегущие волны. Некоторые математические модели современной физики (Гинзбурга – Ландау, Курамото – Сивашинского, Брэдли – Харпера, Кортевега де Фриза).

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Вычислительная математика» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- лабораторных работ и их защиты в виде собеседования;
- организации самостоятельной работы на основе личностно-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

Другие виды контактной работы: проведение консультаций, прием экзаменов.

**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
1-4	Модели и системы. Основные положения.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение дополнительной литературы	Подробное изучение темы 1.1, 1.2., решение задач	П.7.	22
5-10	Асимптотика и численный анализ дифференциальных уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение дополнительной литературы	Подробное изучение тем 2.1., 2.2.	П.7.	22
11-18	Математические модели современной физики.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение дополнительной литературы	Подробное изучение тем 3.1.-3.4	П.7.	43
1-18	Все темы	Подготовка к дифференциальному зачету	Изучение теоретического материала и решение задач	П.7	3

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- **Подготовка к аудиторным занятиям** проводится посредством изучения курса лекций, дополнительной литературы, подготовки к лабораторным работам, а также решения предложенных задач.

- **Подготовка к экзамену** – изучение курса лекций, упражнения в решении

типовых задач, изучение дополнительной литературы.

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	Проведение контрольной работы	Разделы 1,2,3.	ПК-1 - ПК-4
2	Собеседование	Разделы 1,2,3	ПК-1 - ПК-4

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Математические модели физики».

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля можно посмотреть <http://moodle.pnzgu.ru> в разделе дисциплины

Демонстрационный вариант контрольной работы №1

1. Выяснить возможность линеаризации уравнения Риккати

$$y' = x + 2xy + xy^2$$

2. Проинтегрировать уравнение, описывающее свободные колебания механической системы с трением при условии малости демпфирующей силы

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2b \frac{dy}{dt} + cy = 0,$$

где b, c – положительные константы, удовлетворяющие условию $b^2 < c$.

3. Обобщим задачу Кеплера и рассмотрим движение частицы, обладающей массой m , в произвольном центральном потенциальном поле

$$U = U(r), \quad r = |\mathbf{X}| \equiv \sqrt{(x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2}.$$

Согласно принципу стационарного действия, движение частицы определяется лагранжианом

$$L = \frac{m}{2} \sum_{i=1}^3 (v^i)^2 - U(r).$$

Составить соответствующие уравнения Эйлера – Лагранжа.

Демонстрационный вариант контрольной работы №2

1. Найти сопряженное уравнение для телеграфного уравнения

$$u_{tt} - c^2 u_{xx} - k^2 u = 0, \quad c, k - \text{const.}$$

2. Движение планеты вокруг Солнца описывается системой дифференциальных уравнений

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{\alpha}{r^3} x, \quad \alpha = \text{const.}$$

Показать, что энергия планеты, определяемая выражением

$$E = \frac{m}{2} |v|^2 + \frac{\alpha}{r},$$

где $|v|^2 = \sum_{i=1}^3 (v^i)^2$, есть константа движения, то есть $\frac{dE}{dt} = 0$.

Темы лабораторных работ

1. Определение размеров заземлителя, обеспечивающего требуемое сопротивление.
2. Решение краевой задачи для линейного дифференциального уравнения методом моментов.
3. Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом моментов.

Вопросы к экзамену

1. Метод малого параметра. Базовые модели теории колебаний и классической механики.
2. Элементы современной теории динамических систем. Консервативные, диссипативные, гамильтоновы системы.
3. Асимптотика решений линейных дифференциальных уравнений. Основные приемы численного анализа дифференциальных уравнений: Задача Коши; Краевые задачи; Метод Бубнова – Галеркина.
4. Принципы постановки задач математической физики. Понятие корректности их постановки. Пример Адамара.
5. Уравнения и системы уравнений с частными производными первого порядка. Уравнение Бюргерса.
6. Волновые уравнения. Бегущие волны.
7. Математические модели современной физики (Гинзбурга – Ландау, Курамото – Сивашинского, Брэдли – Харпера, Кортвега де Фриза).

Вариант задач к экзамену

1. Получить фундаментальное решение уравнение Лапласа для случая двух переменных с помощью принципа инвариантности.
2. Получить сферически инвариантное решение для уравнения Лапласа.
3. Найти сопряженное уравнение для волнового уравнения

$$u_{tt} - k^2 (u_{xx} + u_{yy} + u_{zz}) = 0.$$

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математические модели физики»

а) Литература

1. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук [Электронный ресурс]: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2011. — 336 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=689
2. Горюнов, А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т. Т. I [Электронный ресурс]: учебное пособие. — М.: Физматлит, 2015. — 868 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71999
3. Горюнов, А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т. Т. II [Электронный ресурс]: учебное пособие. — М.: Физматлит, 2015. — 769 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72000

б) Интернет-ресурсы

в) Программное обеспечение


1. ПО «Microsoft Windows» (подписка DreamSpark/Microsoft Imagine Standard); регистрационный номер 00037FFEBACF8FD7 Договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.) Продление Microsoft Imagine Standard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.)

г) Другое материально-техническое обеспечение

1. Персональные компьютеры

Рабочая программа дисциплины «Математические модели физики» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 — «Прикладная математика и информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. №13.

Программу составили:

1. Кривулин Н.П.  _____ доцент кафедры ВиПМ


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

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 11 от « 01 » 07 2019 года

Зав. кафедрой ВиПМ  _____ д.ф.м.н., проф. Бойков И.В.

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой «Высшая и прикладная математика»

Зав. кафедрой ВиПМ  _____ д.ф.м.н., проф. Бойков И.В.

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 10 от « 03 » 07 201__ года

Председатель методической комиссии ФВТ

к.т.н., доцент



Глотова Т.В.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой