

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ФВТ



Фионова Л.Р.

« 29 » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.2.3 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФИЗИКИ

Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Магистерская программа «Математическое моделирование в экономике и

Квалификация (степень) выпускника – *магистр*

Форма обучения очная

Пенза, 2016

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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Математические модели физики» в учебном плане находится в вариативной части модуля М1, и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для магистра по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика».

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» (Дисциплины (базовая часть Б1.1)); «Нелинейные уравнения математической физики», «Вариационное исчисление» (Дисциплины (вариативная часть Б1.2)).

Дисциплина служит основой для изучения дисциплин М1.2.1 «Некорректные задачи, обратные задачи», М1.2.4 «Численные методы»; для выполнения «Производственной практики» (научно – исследовательская работа М2).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате 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	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-4	способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	Знать: основные понятия и методы решения задач математической физики.
		Уметь: решать типовые задачи.
		Владеть: навыками самостоятельно выбрать метод решения задачи для соответствующей математической модели.
ПСК-1	способность строить математические модели	Знать: основные понятия, закономерности и методы математического моделирования в

	анализа и прогноза экономических, технологических и экологических процессов, в том числе природных и техногенных катаклизмов, разрабатывать для них численные методы и комплексы программ, проводить имитационное моделирование и выработать рекомендации	<p>физике.</p> <p>Уметь: строить математические модели физических процессов.</p> <p>Владеть: навыками самостоятельно выбрать адекватную модель физики, формализовать ее и составить соответствующую математическую модель, выбрать соответствующие численные методы; навыками программной реализации выбранных численных методов.</p>
ПСК-2	способность интерпретировать математическую модель, построенную для одной предметной области, как математическую модель для других предметных областей	<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>

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)							
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролльн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к зачету								
1.	Раздел 1. Модели и системы. Основные положения.	2	1-4	12	4	4	4	23	22			1								
1.1	Тема 1.1. Метод малого параметра. Базовые модели теории колебаний и классической механики.	2	1-2	6	2	2	2		11			1								
1.2	Тема 1.2. Элементы современной теории динамических систем. Консервативные, диссипативные, гамильтоновы системы.	2	3-4	6	2	2	2		11				3							
2.	Раздел 2. Асимптотика и численный анализ дифференциальных уравнений.	2	5- 10	18	6	6	6	23	22			1								
2.1	Тема 2.1. Асимптотика решений линейных дифференциальных уравнений.	2	5-6	6	2	2	2		11			1								

2.2	Тема 2.2. Основные приемы численного анализа дифференциальных уравнений: Задача Коши; Краевые задачи; Метод Бубнова – Галеркина.	2	7-10	12	4	4	4		11				10			7				
3.	Раздел 3. Математические модели современной физики.	2	11-18	24	8	8	8	44	43			1								
3.1	Тема 3.1. Принципы постановки задач математической физики. Понятие корректности их постановки. Пример Адамара.	2	11-12	6	2	2	2		10			1								
3.2	Тема 3.2. Уравнения и системы уравнений с частными производными первого порядка. Уравнение Бюргерса.	2	13-14	6	2	2	2		11							14				
3.3	Тема 3.3. Волновые уравнения. Бегущие волны.	2	15-16	6	2	2	2		11											
3.4	Тема 3.4. Некоторые математические модели современной физики (Гинзбурга – Ландау, Курамото – Сивашинского, Брэдли – Харпера, Кортевега де Фриза).	2	17-18	6	2	2	2		11				18							
	<i>Подготовка к зачету</i>											3								
	Общая трудоемкость, в часах			54	18	18	18	90	87			3	Промежуточная аттестация							
													Форма	Семестр						
													Дифференцированный зачет с оценкой	2						
													Экзамен	-						

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	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, Кортвега де Фриза).

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Математические модели физики» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;

- практических занятий с использованием методов «многократного повторения»; по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные;

- организации самостоятельной работы на основе личностно-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.

- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% занятий.

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.

**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 зачету – 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.	ОПК-4, ПСК-1, 2
2	Собеседование	Разделы 1,2,3	ОПК-4, ПСК-1, 2

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

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

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. Найти сопряженное уравнение для модели Блека – Шоулса

$$u_t + \frac{1}{2} A^2 x^2 u_{xx} + B x u_x - C u = 0.$$

3. 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 дифференцированному зачету

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 Бюргера.
6. Волновые уравнения. Бегущие волны.
7. Математические модели современной физики (Гинзбурга – Ландау, Курамото – Сивашинского, Брэдли – Харпера, Кортевега де Фриза).

Вариант задач к дифференцированному зачету

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) Основная 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) дополнительная литература:

1. Гордин, В.А. Математика, компьютер, прогноз погоды и другие сценарии математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие. — М.: Физматлит, 2010. — 734 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59516
2. Сабитов, К.Б. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебник. — М.: Физматлит, 2013. — 352 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59660

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Математические модели физики» проводятся в лекционных аудиториях университета. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах университета.

№	Наименование программного продукта	Лицензионное/свободно распространение
1	ПО «MathCad», регистрационный номер 969/CL073530 (25 лицензий) (УИ)	договор АО «СофтЛайн Трейд» 2010 г. бессрочный
2	Microsoft VISUAL STUDIO 2010	Microsoft VISUAL STUDIO 2010 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.)

Рабочая программа дисциплины «Математические модели физики» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Программу составил:

1. Елисеева Т.В.  к.ф.-м.н., доцент

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 № 11.1 от «20» июня 2016 года

/ Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор



Бойков И.В.

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

Протокол № 11.1 от «20» июня 2016 года

/ Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор



Бойков И.В.

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 6^а от «29» 06 2016 года

Председатель методической комиссии ФВТ
к.т.н., профессор



Коннов Н.Н.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
17/18	№ 1 от 4.09.17 Куз	Список литерат.	10		
2018- 2019	№ 1 от 3.09.18 Куз				