

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФВТ

_____ Л.Р. Фионова

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.О.04 Математическое моделирование

Направление подготовки – *09.04.03 Прикладная информатика*

Магистерская программа – *Прикладная информатика в экономике*

Квалификация (степень) выпускника – *магистр*

Форма обучения – *заочная*

г. Пенза, 2019

Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование» является подготовка магистрантов к самостоятельному выбору и применению технологий компьютерного моделирования для решения задач анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательной части ОПОП (М 1).

Уровень знаний, умений и готовностей обучающегося, необходимый при освоении данной дисциплины, соответствует когнитивной и инструментальной базе, сформированной подготовкой бакалавра. Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и готовностях, полученных в процессе изучения дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»: «Математика», «Основы алгоритмизации и программирования», «Прикладные методы оптимизации», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Прикладная статистика и интеллектуальный анализ данных», «Экономика и организация производства», «Программирование на языках высокого уровня», «Математическая экономика», «Сбор и обработка экономической информации», «Имитационное моделирование экономических процессов», «Финансы и кредит», «Эконометрика», «Основы банковской деятельности», «Разработка экономических приложений», «Теория систем и системный анализ».

Компетенции, приобретенные в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы при освоении следующих дисциплин: «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений», «Компьютерные методы анализа экономических данных», а также при выполнении магистерской диссертационной работы.

3. Результаты освоения дисциплины «Математическое моделирование»

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

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ОПК-7	Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ОПК-7.1. Понимает теоретические основы, методы научного исследования и способы решения научных проблем в области проектирования и управления информационными системами	Знать: основные понятия математического моделирования как метода научного исследования. Уметь: строить математические модели реальных задач.
		ОПК-7.2. Осуществляет методологическое обоснование научного исследования в области проектирования и управления информационными системами	Знать: основные понятия математического моделирования и вычислительного эксперимента; источники и методы оценки ошибок машинных вычислений; основные численные методы решения задач линейной алгебры и дифференциальных урав-

			<p>нений, обработки результатов эксперимента</p> <p>Уметь: осуществлять постановку задач моделирования и проведения вычислительного эксперимента.</p> <p>Владеть: навыками выбора численных методов при решении задач моделирования.</p>
		<p>ОПК-7.3. Применяет в практике создания информационных систем современные методы научных исследований и математического моделирования</p>	<p>Знать: функциональные возможности современных математических пакетов программ</p> <p>Уметь: программировать на языках математических пакетов программ</p> <p>Владеть: навыками работы с современными математическими пакетами программ.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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 успе- ваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Контактная работа				Самостоятельная работа				Защита лабораторных работ	Проверка контрольной работы
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Контрольная работа	Подготовка к экзамену		
	Раздел 1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент	1		0,5	0,5								
	Раздел 2. Численные методы	1		18	6	12		117,25	90	27,25			
	Тема 2.1. Методы решения систем алгебраических уравнений	1			1	2						+	
	Тема 2.2. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений	1			1	2						+	
	Тема 2.3. Интерполирование функций и смежные вопросы	1			1	2						+	
	Тема 2.4. Численное интегрирование и дифференцирование	1			1	2						+	
	Тема 2.5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	1			1	2						+	
	Тема 2.6. Численное решение диффе-	1			1	2						+	

	ренциальных уравнений в частных производных												
	Раздел 3. Модели анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений	1		3,5	1,5	2		10	10			+	+
	<i>Подготовка к экзамену</i>							20			20		
	<i>Др. виды контактной работы</i>			1,75									
	Общая трудоемкость, в часах			23,75	8	14	1,75	147,25	100	27,25	20	Промежуточная аттестация	
												Форма	Семестр
												Экзамен	1

4.2. Содержание дисциплины (модуля) «Математическое моделирование»

4.2.1. Содержание лекций

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент

Математическая модель. Основные понятия. Классификация. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема и типы вычислительного эксперимента. Роль численных методов в математическом моделировании.

Элементарная теория погрешностей. Погрешность модели, входных данных, аппроксимации и округления. Оценка погрешностей. Обработка данных эксперимента.

Свойства вычислительных задач и алгоритмов: корректность вычислительной задачи, обусловленность вычислительной задачи, корректность вычислительных алгоритмов, устойчивость вычислительных алгоритмов, чувствительность к погрешностям округлений. Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам.

2. Численные методы

2.1. Методы решения систем алгебраических уравнений

Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса (схема единственного деления, выбор главного элемента по столбцу и по всей матрице, матрицы перестановок, метод Жордана-Гаусса); метод прогонки; метод LU-разложения; метод Холецкого; метод QR-разложения.

Основные теоретические положения итерационных алгоритмов. Классические итерационные методы: методы Рунге-Кутты и Якоби, методы Зейделя и последовательной верхней релаксации. Итерационные методы вариационного типа: метод скорейшего спуска, метод минимальных невязок; неявные итерационные методы, предобуславливатели; метод сопряженных градиентов. Понятие о методах Крылова подпространства.

Решение частичной проблемы собственных значений: степенной метод, градиентный метод.

2.2. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений

Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: методы половинного деления, ложного положения, Ньютона, секущих, простой итерации.

Решение систем нелинейных уравнений. Методы простой итерации и Ньютона.

2.3. Интерполирование функций и смежные вопросы

Построение интерполяционного полинома методом неопределенных коэффициентов.

Интерполяционная формула Лагранжа.

Интерполяционные многочлены Ньютона с конечными и разделенными разностями.

Равномерное приближение функций.

Интерполяция сплайнами: интерполяционные сплайны, базисные сплайны.

Дискретное преобразование Фурье, Уолша, быстрое дискретное преобразование Фурье и тригонометрическая интерполяция.

Сглаживание экспериментальных зависимостей по методу наименьших квадратов.

2.4. Численное интегрирование и дифференцирование

Численное дифференцирование.

Численное интегрирование: методы прямоугольников, трапеций, Симпсона.

2.5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Одношаговые методы решения задачи Коши: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты. Решение систем дифференциальных уравнений и уравнений высшего порядка. Оценка погрешности одношаговых методов. Адаптивный выбор шага. Вложенные формулы Рунге-Кутты. Методы Фельберга и Дормана-Принса.

Многошаговые методы: методы Адамса-Башфорта и Адамса-Моултона, методы прогноза и коррекции.

Численное интегрирование жестких систем ОДУ. Алгоритм Гира.

2.6. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных

Стационарные краевые задачи. Начально-краевые задачи.

Метод конечных разностей.

Метод конечных элементов.

Бессеточные методы.

3. Модели анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений

Односекторная модель экономического роста (модель Солоу).

Модель прогнозирования стоимости опционов (модель Блэка – Шоулза).

Математическая модель оценки инфляции.

Модель Видала – Вулфа объема сбыта товара в зависимости от расходов на рекламу.

Модель Филлипса – Гудвина динамики чистого внутреннего продукта.

4.2.2. Перечень и содержание лабораторных занятий

Основная цель лабораторного практикума – привитие магистрантам навыков решения задач вычислительного характера численными методами. Тематика задач, решаемых на лабораторных занятиях, определяется содержанием соответствующих разделов рабочей программы. Содержание задач увязывается со спецификой будущей специальности. Занятия проводятся в компьютерном классе, во время занятий осуществляется проверка выполнения лабораторных заданий и консультирование студентов.

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол. часов
1	2	Решение систем линейных алгебраических уравнений	2
2	2	Решение нелинейных уравнений и систем уравнений	2
3	2	Интерполирование функций	2
4	2	Численное интегрирование	2
5	2	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений	2
6	2	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	2
7	3	Решение задач анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений	2

5. Образовательные технологии

При проведении аудиторных занятий с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются следующие образовательные технологии:

– чтение лекций проводится с использованием мультимедийного компьютерного проектора;

– практически все лекции и часть лабораторных занятий проводятся в интерактивной форме с разбором конкретных моделей и численных методов;

– мастер-классы по работе в среде математического пакета MATLAB;

**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	Кол-во часов
	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение сущности прямых и итерационных методов решения СЛАУ, используемых в задании на лабораторную работу. Разработка MATLAB-программы решения СЛАУ. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/1 – 5/	15
	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов вычисления собственных значений и собственных векторов матриц. Разработка и испытание MATLAB-программы решения задачи.	/5, 6/	15
	Решение нелинейных уравнений и систем уравнений	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов решения нелинейных уравнений и систем уравнений. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 8/	15
	Интерполирование функций и смежные вопросы	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение сущности методов интерполирования функций, используемых в задании на лабораторную работу. Разработка и испытание MATLAB-программы реше-	/2, 4, 8/	15

			ния задачи.		
	Численное интегрирование и дифференцирование	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов численного интегрирования. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 4, 8/	15
	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов численного интегрирования ОДУ. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 4, 8/	15
	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов численного решения ДУЧП. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 4, 8/	15
	Модели анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение моделей экономического явления, используемых в задании на лабораторную работу. Разработка моделирующей программы. Проведение вычислительного эксперимента в процессе моделирования.	/1, 3, 7/	10

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Планируются следующие виды самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным работам занятиям;
- оформление отчётов по лабораторным работам;
- подготовка к экзамену;
- работа с конспектом лекций и изучение литературы при подготовке к экзаменам.

В качестве учебно-методического обеспечения по организации самостоятельной работы студентов при подготовке к аудиторным занятиям рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также электронные методические указания по данной дисциплине, размещенные в университетской локальной сети. Также во время самостоятельной работы используются материалы сайта «Интернет Университет Информационных Технологий» (<http://www.intuit.ru>).

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: собеседование при защите лабораторных работ	Разделы 2, 3	ОПК-7
2	Промежуточный: экзамен (вопрос и задание)	Разделы 1 – 3	ОПК-7

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине (задания, вопросы к зачету и экзамену).

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля смотри <http://moodle.pnzgu.ru/course/view.php?id=3612#section-6>.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Математическое моделирование»

а) учебная литература:

1. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учеб. пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. – СПб.: Лань, 2018. – 292 с.
2. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций: учеб. пособие / В.А. Срочко. – СПб.: Лань, 2016. – 208 с.
3. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование MATLAB и SCILAB: учеб. пособие / Б.И. Квасов. – СПб.: Лань, 2015. – 328 с.
4. Амосов, А. А. Вычислительные методы / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2014. – 672 с.
5. Горбаченко, В.И. Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB: учеб. пособие / В.И. Горбаченко. – СПб.: БХВ – Петербург, 2011. – 320 с.
6. Горбаченко, В.И. Численные методы решения задач линейной алгебры: лабораторный практикум в системе MATLAB: учеб. пособие / В.И. Горбаченко, Г.Ф. Убиенных. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – 98 с.

7. Попов, А.М. Экономико-математические методы и модели: учебник / А.М. Попов, В.Н. Сотников. – М.: Юрайт, 2011. – 479 с.

8. Калиткин, Н.Н. Численные методы: учеб. пособие для вузов/ Н.Н. Калиткин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 508 с.

б) Интернет-ресурсы:

1. www.gpntb.ru/ Государственная публичная научно-техническая библиотека.
2. www.nlr.ru/ Российская национальная библиотека.
3. www.nns.ru/ Национальная электронная библиотека.
4. www.rsl.ru/ Российская государственная библиотека.
5. www.businesslearning.ru/ Система дистанционного бизнес-образования.
6. www.microinform.ru/ Учебный центр компьютерных технологий «Микроинформ».
7. www.tests.specialist.ru/ Центр компьютерного обучения МГТУ им. Н.Э. Баумана.
8. <http://пнф.пф/> Российский научный фонд
9. www.extech.ru/info/catalogs/ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы»
10. http://sciplore.org/docs/how_to_write_a_phd_thesis-ru.pdf
Как написать диссертацию (бакалавра, магистра или кандидата наук) и какие программные средства для этого использовать. Компиляция и перевод – Сергей Лой (Sergey.Loy@ieee.org).
Адрес оригинала учебника на английском языке:
<http://sciplore.org/blog/2010/03/02/how-to-write-a-phd-thesis/>
11. Научная электронная библиотека www.Elibrary.ru
12. Консультационный Центр MATLAB, <http://www.matlab.ru/>
13. Образовательный математический сайт, <http://www.exponenta.ru/>
14. Материалы сайта «Интернет Университет Информационных Технологий», <http://www.intuit.ru/>

в) Другое материально-техническое обеспечение:

Программные продукты:

- математический пакет MATLAB (MAPLE, MATHEMATICA, MATHCAD).
- ОС Windows 7/8/10 или Linux

Лекции проводятся в аудиториях, оборудованных проектором и компьютером для демонстрации презентаций.

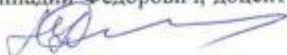
Для проведения лабораторных занятий имеется компьютерный класс с возможностью выхода в INTERNET.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья по ходатайству заведующего кафедрой на отдельные ПК может устанавливаться индивидуальный набор программного обеспечения.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. № 916.

Программу составили:

1. Убиенных Геннадий Федорович, доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы»



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

Программа одобрена на заседании кафедры «Информационно-вычислительные системы»

Протокол № 12

от «02» июня 2019 года

Зав. кафедрой



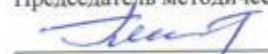
Г.В. Бобрышева

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 10

от «03» июня 2019 года

Председатель методической комиссии факультета вычислительной техники



Глотова Т.В.

