

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,
физики и информационных
технологий

Якунина И.Н.
«19» января 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ДВ.1.1**

«Компьютерные среды для математического моделирования»

Направление подготовки:

09.06.01 - ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль)

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2021

Тамбов, 2021

Автор программы:

Доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - изучение компьютерных сред для математического моделирования с использованием понятийного аппарата математического моделирования и численных методов, формирование навыков использования компьютерных сред для реализации методов математического моделирования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- изучение и разработка алгоритмов программных комплексов с использованием методов математического моделирования;
- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;
- формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской, педагогической и производственно - технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования:

- подготовка и проведение учебных занятий в учебном заведении высшего образования

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ОПК-6 Способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав	Знает и понимает: - основные методы анализа и моделирования в изучаемой области, основы законодательства в сфере авторского права Код 31 (ОПК-6)
	Умеет (способен продемонстрировать): - представлять результаты научной деятельности в соответствии с основными нормами, принятыми в научном общении Код У1 (ОПК-6)
	Владеет: - навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации Код В1 (ОПК-6)
ПК-3 Способность проводить комплексные исследования научных и технических	Знает и понимает: - основные методы и технологии проведения комплексных исследований с применением

проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента	современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код 31 (ПК-3)
	Умеет (способен продемонстрировать): - осуществлять комплексные исследования с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код У1 (ПК-3)
	Владеет: - навыками применения методов и технологии проектирования комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код В1 (ПК-3)
ПК-5 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	Знает и понимает: - текущее положение современных научных достижений в области математического моделирования Код 31 (ПК-5)
	Умеет (способен продемонстрировать): - применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач Код У1 (ПК-5)
	Владеет: - навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений Код В1 (ПК-5)

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Компьютерные среды для математического моделирования» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-6 – Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).

ПК-3 – Искусственные нейронные сети, методы обработки экспериментальных данных и интерпретация натурного эксперимента, системы искусственного интеллекта.

ПК-5 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Методы математического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Компьютерные среды для математического моделирования» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ". Дисциплина по выбору.

Дисциплина «Компьютерные среды для математического моделирования» изучается в 3 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

3.2 Содержание курса:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD (линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция)...	2/1	2/-	-	6/12	коллоквиум
2.	Тема 2. Вычисление определенных интегралов численными методами в среде MathCAD (трапеций, Симпсона, чисел Котеса)	1/1	2/-	-	7/14	собеседование
...	Тема 3. Решение дифференциальных уравнений численными методами в среде MathCAD (методы Эйлера, Рунге-Кутты)	2/1	2/-	-	6/12	коллоквиум
п.	Тема 4. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD	2/1	2/-	-	8/10	собеседование
	Тема 5. Методы поиска экстремума в среде MathCAD (поиск на равных интервалах, «золотое сечение», метод	1/-	2/-	-	6/12	коллоквиум

	Пауэла, метод Ньютона-Рафсона)					
	Тема 6. Построение «бутылки Клейна»	2/-	2/-	-	7/8	собеседование

Тема 1. Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD (линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция)

Лекция. Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD: линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция.

Практическое занятие.

1. Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD (линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция)

Самостоятельная работа:

1. Линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция в среде MathCAD линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция

Тема 2. Вычисление определенных интегралов численными методами в среде MathCAD (трапеций, Симпсона, чисел Котеса)

Лекция. Вычисление определенных интегралов численными методами в среде MathCAD: трапеций, Симпсона, чисел Котеса.

Практическое занятие.

1. Вычисление определенных интегралов численными методами в среде MathCAD (трапеций, Симпсона, чисел Котеса)

Самостоятельная работа:

1. Вычисление определенных интегралов численными методами в среде MathCAD (трапеций, Симпсона, чисел Котеса)

Тема 3. Решение дифференциальных уравнений численными методами в среде MathCAD (методы Эйлера, Рунге-Кутты)

Лекция. Решение дифференциальных уравнений численными методами в среде MathCAD по методам Эйлера и Рунге-Кутты.

Практическое занятие.

1. Решение дифференциальных уравнений численными методами в среде MathCAD (методы Эйлера, Рунге-Кутты)

Самостоятельная работа:

1. Решение дифференциальных уравнений численными методами в среде MathCAD (методы Эйлера, Рунге-Кутты)

Тема 4. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD

Лекция. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD.

Практическое занятие.

1. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD

Самостоятельная работа:

1. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD

Тема 5. Методы поиска экстремума в среде MathCAD (поиск на равных интервалах, «золотое сечение», метод Пауэла, метод Ньютона-Рафсона)

Лекция. Методы поиска экстремума в среде MathCAD: поиск на равных интервалах, «золотое сечение», метод Пауэлла, метод Ньютона-Рафсона.

Практическое занятие.

1. Методы поиска экстремума в среде MathCAD (поиск на равных интервалах, «золотое сечение», метод Пауэлла, метод Ньютона-Рафсона)

Самостоятельная работа:

1. Разбор методов моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD

Тема6. Построение «бутылки Клейна»

Лекция. Методика построения «бутылки Клейна».

Практическое занятие.

1. Построение «бутылки Клейна»

Самостоятельная работа:

1. Методика построения «бутылки Клейна».

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов

1. Коллоквиум.
2. Собеседование.

4.2 Типовые задания текущего контроля

Вопросы к коллоквиуму:

1. Математическое моделирование: основные понятия, математическая модель, способы разработки математических моделей, этапы работы над математической моделью. Параметрическая идентификация математических моделей.
2. Классификация математических моделей (модели статики и динамики, модели детерминированные и стохастические, модели с распределенными и сосредоточенными параметрами, модели стационарные, нестационарные и квазистационарные). Адекватность математической модели
3. Методы решения уравнения с одной переменной.
4. Методы решения систем линейных уравнений.
5. Методы интерполирования. Общая постановка задачи. Достоинства и недостатки интерполирования, как метода построения математических моделей.

Вопросы к собеседованию:

1. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD
2. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Общая постановка задачи. Привести примеры.
3. Метод наименьших квадратов в случае линейной и нелинейной зависимостей. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду. Сравнение аппроксимации и интерполирования, как способов построения математических моделей на основе экспериментальных данных. Подсчет коэффициента корреляции.
4. Методы поиска минимума. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из естественных наук. Принципиальное отличие методов линейного и нелинейного программирования.

5. Минимум функции одной переменной. Методы золотого сечения, парабол, ДСК (Девиса, Свенна и Кэмпбелла). Условия останова методов. Методы поиска минимума функций многих переменных. Простое сканирование области.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы зачета

1. Математическое моделирование: основные понятия, математическая модель, способы разработки математических моделей, этапы работы над математической моделью. Параметрическая идентификация математических моделей.
2. Классификация математических моделей (модели статики и динамики, модели детерминированные и стохастические, модели с распределенными и сосредоточенными параметрами, модели стационарные, нестационарные и квазистационарные). Адекватность математической модели
3. Методы решения уравнения с одной переменной.
4. Методы решения систем линейных уравнений.
5. Методы интерполирования. Общая постановка задачи. Достоинства и недостатки интерполирования, как метода построения математических моделей. Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD (линейная и нелинейная регрессия, аппроксимация, интерполяция)
6. Методы вычисления определенных интегралов. Общая постановка задачи. Привести примеры. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Монте-Карло. Использование процедуры двойного пересчета. Вычисление определенных интегралов численными методами в среде MathCAD (трапеций, Симпсона, чисел Котеса)
7. Решение дифференциальных уравнений и их систем. Общая постановка задачи. Привести примеры задач, приводящих к необходимости решения систем дифференциальных уравнений. Методы Эйлера, Эйлера с предикцией, Рунге-Кутты. Погрешности методов. Использование метода двойного пересчета шага вычислений. Технология решения систем дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений численными методами в среде MathCAD (методы Эйлера, Рунге-Кутты)
8. Методы моделирования кинетики химических реакций и биологических систем в среде MathCAD
9. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Общая постановка задачи. Привести примеры. Метод наименьших квадратов в случае линейной и нелинейной зависимостей. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду. Сравнение аппроксимации и интерполирования, как способов построения математических моделей на основе экспериментальных данных. Подсчет коэффициента корреляции.
10. Методы поиска минимума. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из естественных наук. Принципиальное отличие методов линейного и нелинейного программирования. Минимум функции одной переменной. Методы золотого сечения, парабол, ДСК (Девиса, Свенна и Кэмпбелла). Условия останова методов. Методы поиска минимума функций многих переменных. Простое сканирование области. Случайный поиск (Монте-Карло). Покоординатный спуск. Градиентные методы. Методы поиска экстремума в среде MathCAD (поиск на равных интервалах, «золотое сечение», метод Пауэлла, метод Ньютона-Рафсона)

11. Методы линейного программирования. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из экономической сферы. Задача линейного программирования в случае двух переменных (пример). Основная идея и алгоритм симплекс-метода.
12. Построение «бутылки Клейна

Типовые задания для зачета

1. Решить дифференциальное уравнение методом Рунге-Кутты в среде MathCAD
2. Решить уравнение методом Эйлера в среде MathCAD
3. Решить уравнение методом Эйлера с предикцией в среде MathCAD
4. Вычислить определенный интеграл методом прямоугольников в среде MathCAD
5. Вычислить определенный интеграл методом трапеций в среде MathCAD

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ОПК-6	Демонстрирует высокий уровень знаний теории математического моделирования. Анализирует экспериментальные данные, прослеживает междисциплинарные связи. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ПК-3	Демонстрирует высокий уровень практических знаний в усовершенствовании прикладных автоматизированных информационных систем, ресурсов и технологий.
	ПК-5	В полном объеме владеет навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений. Демонстрирует умение применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«не зачтено»	ОПК-6	Демонстрирует слабый уровень знаний теории математического моделирования Не может анализировать экспериментальные. Не может привести примеры обработки экспериментальных данных Не может выделить междисциплинарные связи Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-3	Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать.
	ПК-5	Не может продемонстрировать владение навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений. Не может продемонстрировать умение применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или

		затрудняется с ответом.
--	--	-------------------------

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1 Основная литература

1. Дуев С.И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дуев С.И.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79498.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Воскобойников Ю.Е. Математическое моделирование в пакете MathCAD [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воскобойников Ю.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2018.— 222 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85879.html>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Далингер, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика с применением Mathcad : учебник и практикум для вузов / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков, Б. С. Галюкшов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 145 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10080-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452017>.

5.2 Дополнительная литература

1. Никулин К.С. Математическое моделирование в системе Mathcad [Электронный ресурс]: методические рекомендации по выполнению контрольных работ по курсу «Компьютерное инженерное моделирование»/ Никулин К.С.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2009.— 65 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46717.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10893-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452695>.
3. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем. Задачи и упражнения. Mathcad для приборостроения : учебное пособие для вузов / А. Г. Щепетов. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03915-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450835>.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/

интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

Лицензионное программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64
Autodesk AutoCAD 2019
Autodesk Fusion360 2019
Autodesk Maya 2019
Adobe Photoshop CS3
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499
Node 1 year Educational Renewal Licence

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: www.urait.ru
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
7. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.пф>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина - URL: <http://www.prilib.ru>
9. БД издательства SpringerNature
 - URL: <https://link.springer.com/>
 - URL: <https://materials.springer.com/>
 - URL: <https://zbmath.org/>
 - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
10. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
11. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
12. БД Web of Science
 - URL: WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved
13. Архив научных журналов зарубежных издательств URL: <https://arch.neicon.ru>
14. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ

