

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновационной деятельности
Н.А. Матвеева

25 марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности:

1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Направленность программы:

Уровень образования:

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.2. Компьютерные науки и информатика

Форма обучения:

Очная

Объем дисциплины:

6 з.е.

Барнаул 2024

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951, паспортом научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Рабочая программа дисциплины принята на заседании кафедры теоретических основ информатики от «27» февраля 2024 г. (протокол № 6).

Составители:

Пышнограй Г.В., доктор физико-математических наук, профессор;

Тумбаева Н.В., кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой кафедры теоретических основ информатики

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель:

формирование у аспирантов углубленных теоретических знаний в области, соответствующей научной специальности

Задачи:

- актуализировать знания ключевых понятий из предшествующих дисциплин, связанные с математическим моделированием;
- ознакомить обучающихся с основными современными задачами математического моделирования в различных областях;
- научить обучающихся выбирать наиболее эффективный метод для решения поставленных перед ними задач;
- ознакомить обучающихся с возможностями современных пакетов вычислительной математики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к дисциплинам (модулям), направленным на подготовку к сдаче кандидатского экзамена образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Шифр дисциплины в учебном плане 2.1.1.3.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для успешного освоения аспирантами последующих дисциплин, практики.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основы методологии математического моделирования;
- элементы вероятностного моделирования;
- элементы операционного моделирования;
- основные классы численных методов, их особенности;
- теоретические подходы к созданию комплексов программ;
- принципы программной инженерии;
- новейшие тенденции в программной инженерии.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- представить панораму методов программной инженерии;
- использовать современные средства создания комплексов программ;
- абстрагироваться от несущественного при математическом моделировании;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента;
- выбирать численные методы, подходящие для решения той или иной задачи.

владеть:

- понятиями меры и интеграла Лебега;
- методикой планирования, постановки и обработки результатов численного эксперимента;
- математическим моделированием научных задач и задач проектирования техники;
- понятиями выпуклого анализа;
- понятиями математической статистики;
- основной терминологией теории принятия решений;
- основной терминологией теории исследования операций;
- основными численными методами;
- методологией постановки вычислительных экспериментов;
- одной из распространенных систем математического моделирования.

иметь опыт:

- компьютерного моделирования и выполнения вычислительных экспериментов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение часов по годам обучения		
		1	2	3
Аудиторные занятия (всего)	12		12	
В том числе:				
Лекции (Л)	6		6	
Практические занятия (ПЗ)	6		6	
Самостоятельная работа (СР)	204		204	
Вид промежуточной аттестации: экзамен				
Общая трудоемкость дисциплины:	216		216	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование раздела	Содержание раздела
---	----------------------	--------------------

	ДИСЦИПЛИНЫ	
1.	Вычислительный эксперимент. Алгоритмические языки.	Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
2.	Основные принципы математического моделирования	Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
3.	Теория вероятностей. Математическая статистика. Прикладная статистика	Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации. Дисперсионный анализ (ANOVA). Множественная проверка гипотез. Корреляционный анализ. Факторный анализ. Линейный регрессионный анализ.
4.	Численные методы	Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
5.	Элементы выпуклой оптимизации	Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на максимум. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
6.	Элементы теории принятия решений. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта	Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
7.	Элементы функционального анализа.	Банаховы алгебры. Спектр. Спектр линейного оператора. Классификация операторов. Функциональное исчисление. Спектральная теорема для ограниченных операторов.

		Свойства неограниченных Теорема Стоуна-Вейерштрасса. Пространство максимальных идеалов банаховой алгебры. Преобразование Гельфанда. Граница Шилова. Топологические векторные пространства. Локально выпуклые пространства. Теоремы о неподвижной точке и их применения. Квазианалитические классы функций. Сплайны. Аппроксимация сплайнами. Некорректные задачи. Регуляризация.
8.	Математические модели в научных исследованиях	Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
9.	Модели динамических систем	Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.
10.	Объектно-ориентированное и объектное программирование.	Принцип открытости-закрытости в программной инженерии и объектно-ориентированное программирование. Диаграммы проектирования классов в объектно-ориентированном программировании. Паттерны проектирования. Порождающие паттерны. Структурные паттерны. Поведенческие паттерны. Проектирование шаблонов арифметических выражений.
11.	Элементы дискретной математики. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.	Дискретные алгоритмы. Задачи дискретной оптимизации. Задача о ранце Метод динамического программирования. Структуры данных, организация обменов Параллельная реализация
12.	Языки высокого уровня для моделирования.	MATLAB

Разделы дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего
1.	Вычислительный эксперимент. Алгоритмические языки.	2		10	12
2.	Основные принципы математического моделирования.	2		10	12
3.	Теория вероятностей. Математическая статистика. Прикладная статистика	2		10	12
4.	Численные методы.		2	10	12
5.	Элементы выпуклой оптимизации		2	10	12
6.	Элементы теории принятия решений. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта		2	20	22
7.	Элементы функционального анализа.			20	20
8.	Математические модели в научных исследованиях.			20	20
9.	Модели динамических систем			20	20

10.	Объектно-ориентированное и объектное программирование.			20	20
11.	Элементы дискретной математики. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.			20	20
12.	Языки высокого уровня для моделирования.			34	34

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

Тип	Книга	Количество
Основная	Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. Ф. Гиззятов. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. — 240 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/105737.html (дата обращения: 31.03.2022). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Основная	Переборова, Н. В. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: учебное пособие / Н. В. Переборова. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 60 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102439.html (дата обращения: 31.03.2022). — Текст (визуальный) : электронный.	9999

6.2. Дополнительная литература

Тип	Книга	Количество
Дополнительная	Абрамкин, Г. П. Численные методы: учебное пособие / Г. П. Абрамкин ; Алтайский государственный педагогический университет. — Барнаул: АлтГПУ, 2016. — 260 с.: ил. — URL: https://library.altspu.ru/dc/pdf/abramkin1.pdf (дата обращения: 18.07.2023). — URL: https://library.altspu.ru/dc/exe/abramkin1.exe (дата обращения: 18.07.2023). — Текст (визуальный) : электронный.	19998
Дополнительная	Биллиг, В. А. Основы объектного программирования на C# (C# 3.0, Visual Studio 2008): учебник / В. А. Биллиг. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ): Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 409 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102029.html (дата обращения: 29.01.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999

Дополнительная	Букунов, С. В. Объектно ориентированное программирование на языке Python: учебное пособие / С. В. Букунов, О. В. Букунова. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 119 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/117194.html (дата обращения: 08.02.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Введение в математическое моделирование: учебное пособие для студентов вузов / [В. Н. Ашихмин и др. ; под ред. П. В. Трусова]. — Москва: Логос, 2016. — 440 с. — URL: http://www.iprbookshop.ru/66414.html (дата обращения: 25.05.2023). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Гуськова, О. И. Объектно ориентированное программирование в Java: учебное пособие / О. И. Гуськова. — Москва: Московский педагогический государственный университет, 2018. — 240 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/97750.html (дата обращения: 29.01.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Искусственный интеллект и нейросетевое управление: учебное пособие / сост.: Т. Е. Мамонова. — Томск: Томский политехнический университет, 2020. — 150 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134277.html (дата обращения: 11.01.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Калитвин, В. А. Численные методы. Использование C++: учебное пособие / В. А. Калитвин. — Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семёнова-Тян-Шанского, 2019. — 143 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/101079.html (дата обращения: 31.03.2022). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Липпман, С. Б. Язык программирования C++. Полное руководство / Стенли Б. Липпман, Жози Лажоие ; перевод с английского А. Слинкина. — Саратов: Профобразование, 2019. — 1104 с. — URL: http://www.iprbookshop.ru/89862.html (дата обращения: 08.02.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Нелюхин, С. А. Элементы функционального анализа: линейные операторы, уравнения в банаховых пространствах: учебное пособие / С. А. Нелюхин, А. И. Сюсюкалов, Е. А. Сюсюкалова. — Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2019. — 85 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/121427.html (дата обращения: 08.02.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Перельмутер, В. М. Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox / В. М. Перельмутер. — Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2016. — 224 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/90366.html (дата обращения: 09.02.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Прокопенко, Н. Ю. Системы поддержки принятия решений: учебное пособие / Н. Ю. Прокопенко. — Нижний Новгород: Нижегородский	9999

я	государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 189 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/80838.html (дата обращения: 19.01.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	
Дополнительная	Смоленцев, Н. К. MATLAB: программирование на Visual C#, Borland C#, JBuilder, VBA: учебный курс / Н. К. Смоленцев. — Саратов: Профобразование, 2019. — 456 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/89868.html (дата обращения: 09.02.2024). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Сотник, С. Л. Проектирование систем искусственного интеллекта: учебное пособие / С. Л. Сотник. — Москва: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ": Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 228 с. — URL: http://www.iprbookshop.ru/102054.html (дата обращения: 14.03.2023). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Тюгашев, А. А. Компьютерные средства искусственного интеллекта: учебное пособие / А. А. Тюгашев. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 270 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/105021.html (дата обращения: 29.09.2023). — Текст (визуальный) : электронный.	9999
Дополнительная	Хамидуллин, Р. Я. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / Р. Я. Хамидуллин. — Москва: Университет «Синергия», 2020. — 276 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/101341.html (дата обращения: 31.05.2022). — Текст (визуальный) : электронный.	9999

6.3. Информационные, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных

1. IPR Smart : цифровой образовательный ресурс / Ай Пи Ар Медиа. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Электронная библиотека АлтГПА / Алтайский государственный педагогический университет, Научно-педагогическая библиотека. — URL: <http://library.altspu.ru/elb.phtml> (дата обращения: 01.09.2023).
3. МЭБ. Межвузовская электронная библиотека / Новосибирский государственный педагогический университет. — URL: <https://icdlib.nspu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека. — URL: <https://www.elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Межрегиональная аналитическая роспись статей (МАРС) / АРБИКОН. – URL: https://arbicon.ru/services/mars_analitic.html (дата обращения: 01.09.2023).
6. Национальная электронная библиотека : федеральная государственная информационная система / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023).
7. Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru/> (дата обращения: 01.09.2023).
8. Гарант: информационное-правовое обеспечение : [инсталляционный сетевой многопользовательский комплект]. – URL: <http://garant.altspu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). –Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Для преподавателей:

Преподавателю следует иметь в виду, что освоение курса требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в программе.

Важно помнить, что аудиторные занятия помогают аспиранту овладеть программным материалом благодаря правильной расстановке преподавателем необходимых акцентов при изложении материала. Кроме того, во время аудиторных занятий имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт аспиранта с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения, в том числе на личном примере педагога (культура речи, манера одеваться, общаться со студентами и аудиторией в целом, и т.д.).

Преподавателю следует иметь в виду, что содержание занятий должно удовлетворять следующим дидактическим требованиям, обеспечивающим активную работу аспиранта и эффективное освоение им программного материала:

- логичности, четкости и ясности в изложении материала;
- последовательности изложения материала - от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- проблемности (с широким привлечением диалога, дискуссии);
- наглядности;
- связи с практикой и будущей профессиональной деятельностью аспиранта.

Преподавателю необходимо систематически контролировать результаты самостоятельной работы и учитывать их при аттестации аспиранта.

При проведении аттестации студентов важно помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний. Проверка, контроль и оценка знаний аспиранта требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно и для преподавателя, и для аспиранта.

7.2. Для аспирантов:

Освоение курса требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в программе.

Основными видами учебной работы является самостоятельная работа.

При самостоятельной работе следует использовать:

- учебно-методическую литературу из рекомендованного списка;
- ресурсы информационной поддержки учебного процесса.

Аспиранту необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации.

7.3. Рекомендации для обучающихся ОВЗ

Специальные условия обучения в АлтГПУ определены «Положением об инклюзивном образовании» (утверждено приказом ректора от 25.12.2015 г. № 312/1п).

8. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

8.1. Перечень вопросов для текущего контроля

1. Сколько существует способов для исследования моделей?
2. Для исследования каких моделей используется аналитический (теоретический) способ?
3. Каким образом исследуются модели этим способом?
4. Что называется экспериментом? Чем он отличается от наблюдения?
5. На сколько видов делится экспериментальный способ исследования?
6. Какой эксперимент называется физическим? Когда он появился?
7. С какими объектами он проводится? Каким образом измеряются характеристики объектов?
8. Какой эксперимент называется компьютерным? Когда он появился?
9. Какой компьютерный эксперимент называется вычислительным?
10. Почему компьютерный эксперимент можно лишь условно отнести к эксперименту?
11. С какими целями может проводиться компьютерный эксперимент?
12. Что является его основой? Теоретической базой? Технической базой?

13. Какие достоинства физического эксперимента и теоретического исследования соединяет в себе компьютерный эксперимент?
14. Какие собственные достоинства имеет компьютерный эксперимент?
15. Для решения каких задач наиболее перспективным является использование компьютерного эксперимента?
16. Как компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент в качестве нового метода исследования влияют на развитие математического исследовательского аппарата

8.2. Перечень заданий для самостоятельной работы

1. Получить и исследовать уравнение, описывающее форму капли жидкости, лежащей на горизонтальной поверхности.
2. Провести вычислительный эксперимент задачи: задана труба квадратного сечения, на свободном конце которой натянута эластичная пленка. Внутри трубы поддерживается постоянное небольшое избыточное давление, под действием которого пленка изгибается, выпучиваясь из трубы. Если же внутри трубы поддерживать небольшой вакуум, то пленка будет втягиваться в трубу.
3. Толстая однородная стенка большой площади разделяет две среды с равной температурой: слева – среда, температура которой меняется во времени как $\varphi_1(t)$, справа – как $\varphi_2(t)$. Толщина стенки l . Требуется воспроизвести на ЭВМ распределение температуры для внутренних точек стенки при заданных функциях $\varphi_1(t)$ и $\varphi_2(t)$

9. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

Промежуточный контроль и критерии оценок представлен в программе Промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практике.