

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ФДТ.1 Математическое моделирование»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

Глубокое обучение и генеративный искусственный интеллект
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «ФДТ.1 Математическое моделирование» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры

протокол № 9 от "22" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

И.П. Болодурина

Исполнители:

Доцент кафедры прикладной математики

должность

подпись

расшифровка подписи

Ю.П. Луговскова

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

И.П. Болодурина

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

расшифровка подписи

И.П. Болодурина

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Грицай

С.А. Биктимирова

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

И.В. Крючкова

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: ознакомление с некоторыми современными научными проблемами из разделов математического моделирования; освоение основных принципов, понятий, методов построения математических моделей, их анализ и численная реализация с использованием программных и инструментальных средств.

Задачи:

- формирование представлений об общих методах, подходах и средствах математического моделирования, о способах разработки и исследования математических моделей, их анализа, содержательной интерпретации, применения в прикладных областях;
- освоение и использование информационных ресурсов, инструментальных средств и компьютерных технологий для реализации различных методов и алгоритмов при математическом моделировании;
- проведение исследований с применением современных программных и инструментальных средств моделирования в различных прикладных областях; анализ результатов исследований аналитическими, графическими и численными способами.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной(ым)

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3-В-1 Понимает базовые и методологические основы построения и анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности ОПК-3-В-2 Имеет представление об основных приоритетных направлениях и критических технологиях в научно-исследовательской работе ОПК-3-В-5 Владеет методологией математического моделирования; имеет навыки применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыки построения и реализации основных математических алгоритмов	Знать: общие подходы, основные методы, средства математического моделирования; типовые методики анализа и моделирования реальных процессов и систем; основные принципы для моделирования процессов в исследовательской и прикладной деятельности различных научных областей Уметь: находить адекватную замену любого процесса соответствующей математической моделью; использовать для математического моделирования в научной и познавательной деятельности средства со-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		временной вычислительной техники Владеть: методикой исследования математических моделей; использования типовых аппаратных и программных средств моделирования объектов и систем; способностью анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты, применять их для решения научных проблем и задач

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	16,25	16,25
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание реферата (Р); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю	91,75	91,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	11	1			10
2	Структурная и параметрическая идентификация математических моделей. Модели простых	24	2	2		20

№ разде- ла	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	систем					
3	Статистическое моделирование. Обработка и анализ результатов моделирования.	24	2	2		20
4	Математическое моделирование интеллектуальных систем. Нечеткое моделирование.	24	2	2		20
5	Имитационное моделирование	25	1	2		22
	Итого:	108	8	8		92
	Всего:	108	8	8		92

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Основные понятия и принципы математического моделирования

Моделирование, как метод научного познания. Исторический очерк. Методологические основы, виды моделирования. Интеллектуальное ядро: модель-алгоритм-программа. Значение математического моделирования в современном обществе. Основные понятия и определения математической модели. Структура, свойства, требования, классификация, способы построения (теоретический и экспериментальный), функции, назначения математических моделей. Иерархия моделей. Области применения математических моделей. Анализ корректности, адекватности математических моделей (существование, единственность, устойчивость). Этапы математического моделирования. Разновидности задач моделирования и подходов к их решению.

2. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей. Модели простых систем.

Общая характеристика методов идентификации. Особенности идентификации как оптимизационной задачи. Непрерывно–детерминированные модели. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями, качественные методы исследования (положение равновесия, аттракторы, диссипация), их параметрическая идентификация (модели Лотки-Вольтерры; метод А.В. Прасолова их параметрической идентификации). Основные положения теории подобия. Математические модели трудно формализуемых объектов. Математические и вычислительные аспекты методов и алгоритмов моделирования (программно-моделирующий комплекс). Численные методы реализации задачи Коши (с начальными условиями) – метод Эйлера и его модификации, метод Рунге-Кутты, метод Адамса. Численная реализация задачи с граничными условиями (краевая задача) методами конечных разностей, конечных и граничных элементов, фундаментальных решений. Комбинированные методы.

3. Статистическое моделирование. Обработка и анализ результатов моделирования.

Регрессионные зависимости, полученные по результатам «пассивного», «активного» эксперимента. Метод наименьших квадратов. Планирование и обработка результатов «активного» эксперимента. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования на ЭВМ. Особенности машинных экспериментов. Методы оценки. Статистические методы обработки. Задачи обработки результатов моделирования. Проверка статистических гипотез с использованием критериев согласия (Стьюдента, Кохрена, Фишера, Пирсона). Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Корреляционный анализ результатов моделирования. Дисперсионный анализ результатов моделирования. Регрессионный анализ результатов моделирования. Количественная оценка эффективности функционирования сложной системы (определение системы показателей качества, выбор и обоснование обобщенного критерия качества). Алгоритм оценки показателей качества и численной реализации на ЭВМ обобщенного критерия. Примеры решения задач методом статистического моделирования.

4. Математическое моделирование интеллектуальных систем. Нечеткое моделирование.

Основные направления математического моделирования в области искусственного интеллекта (экспертные системы, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы). Основные понятия и определения нечеткого моделирования (лингвистические нечеткие переменные; нечеткие множества и нечеткие отношения, операции над ними; основные правила вывода нечеткой логики; формализация нечеткого алгоритма). Общие положения применения теории нечеткого моделирования в разработке систем нечеткого вывода. Нечеткие экспертные системы. Нечеткие модели управления динамическими системами. Нечеткие логические регуляторы. Нечеткая модель регрессии.

5. Имитационное моделирование

Стратегическое планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию. Значение планирования. Различия между физическими экспериментами и экспериментами на ЭВМ. Цель планирования эксперимента. Метод планирования. Структурная модель. Функциональная модель. Факторный анализ. Вычисление оптимальных условий. Тактическое планирование имитационного моделирования систем. Проблема флуктуации. Начальные условия и равновесия. Определение размера выборки. Оценивание среднего значения, совокупности. Автокоррелированные данные. Использование правил автоматической остановки. Методы уменьшенных дисперсий. Стратифицированные выборки. Метод коррелированных выборок. Использование методов 7 уменьшения дисперсий. Языковые и инструментальные средства реализации имитационного моделирования сложных систем.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Примеры математического моделирования различных процессов. Идентификация модели Лотки-Вольтера на основе метода А.В.Прасолова	2
2	3	Моделирование и прогнозирование временного ряда с помощью адаптивных полиномиальных моделей (Ч.Хольта, Р.Брауна, Дж.Бокса и Г.Дженкинса), стохастических моделей (ARMA, ARIMA, ARCH, GARCH)	2
3	4	Применения аппарата моделирования систем нечеткого вывода к задачам принятия решения в среде MathLab	2
4	5	Моделирование систем массового обслуживания. Планирование имитационного моделирования систем	2
		Итого:	8

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Андреева, Е. А. Математическое моделирование [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. - Тверь : ТвГУ, 2004. - 502 с. - Библиогр.: с. 474-475.

2. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Текст] : практикум: учебное пособие для бакалавров: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев; С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т.- 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2014. - 296с.

5.2 Дополнительная литература

1. Болодурина, И.П. Математическое моделирование. Подходы. Методы. Примеры : учеб. пособие / И.П. Болодурина, Т.Н. Тарасова, Л.М. Анциферова, Л.С. Забродина. — Оренбург : ОГУ, 2020. — 117 с. — ISBN 978-5-7410-2438-6.

2. Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. Н.

Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. - М. : Академия, 2008. - 236 с. - (Университетский учебник. Сер. "Прикладная математика и информатика"). - Библиогр.: с. 231-233. - ISBN 978-5-7695-3967-1.

3. Прасолов, А. В. Динамические модели с запаздыванием и их приложения в экономике и инженерии: учебное пособие / А. В. Прасолов. – СПб. : Изд-во «Лань», 2010. – 192 с.

4. Самарский, А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов.- 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2005. - 316 с.

5. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст]: учебное пособие для магистров: учебное пособие для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / Н. И. Сидняев. - Москва :Юрайт, 2012. - 400 с. : ил. - (Магистр). - Прил.: с. 387-395. - Библиогр.: с. 396-399. - ISBN 978-5-9916-1878-6.

6. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование [Текст]: вводный курс: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 "Информатика" / Ю. Ю. Тарасевич.- 6-е изд. - Москва: ЛИБРОКОМ, 2013. - 149 с.: ил. - Библиогр.: с. 148-149. - ISBN 978-5-397-03828-7.

5.3 Периодические издания

1 Математическое моделирование : журнал. - М. : АРСМИ, 2023.

2 Прикладная математика и механика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023

3. Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

4. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

5. Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://mais-journal.ru/jour> - web-сайт журнала «Моделирование и анализ информационных систем»;

2. <http://mmp.vestnik.susu.ru/page/ru/greet> - web-сайт журнала «Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия «Математическое моделирование и программирование».

3. <http://www.citforum.ru/> - портал аналитических и научных статей в области информационных технологий

4. <https://link.springer.com/> – Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH .

5. <https://www.edx.org/learn/matlab> - «EdX», Каталог курсов, MOOK: «Курсы Matlab».

6. <http://en.freestatistics.info/stat.php> – перечень бесплатного математического, статистического и эконометрического программного обеспечения, в том числе распространяемого по свободной лицензии

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows, распространяемая по программе Azure Dev Tools for Teaching.

2. Open Office/LibreOffice – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3. Система программирования Python, свободно распространяемая по лицензии GPL

4. Математическое ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач MathWorks MATLAB R2008b, имеется бессрочная лицензия

5. Программа для просмотра сайтов Яндекс.Браузер, свободно распространяемая, входит в реестр отечественного ПО. Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>

6. Nature Publishing Group [Электронный ресурс] : реферативная база данных. - Режим доступа: <http://www.nature.com/siteindex/index.html>, в локальной сети ОГУ.

7. Аналитическая платформа Deductor Academic: Бесплатная версия, предназначенная только для образовательных целей / Компания BaseGroup Labs – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <https://basegroup.ru/deductor/download>

8. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения практических и лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, удовлетворяющей требованиям к конфигурации аппаратного обеспечения используемых программ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины