

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ФДТ.2 Математическое моделирование»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

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

Оптимизация и оптимальное управление
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры

протокол № 6 от "6" февраля 2019г.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры


подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. кафедрой ПМ, профессор

должность


подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

доцент

должность


подпись

Л.М. Анциферова

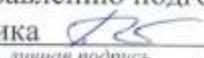
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

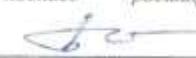
код наименование


личная подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы


личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Болодурина И.П., 2019
© Анциферова Л.М., 2019
© ОГУ, 2019

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: ознакомление с некоторыми современными научными проблемами из разделов математического моделирования, обеспечить усвоение обучающимися теоретических знаний, практических умений, навыков и компетенций в области математического моделирования реальных процессов и систем.

Задачи:

- изучение методов моделирования экономических процессов на макро- и микроуровнях;
- изучение основных методов, подходов и средств решения некоторых актуальных научных проблем математического моделирования;
- применение современных математических методов и информационных технологий для обоснования принятия оптимальных решений в области профессиональной деятельности;
- использование информационных ресурсов, инструментальных средств и компьютерных технологий при математическом моделировании различных систем и процессов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной(ым)

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.11 Современные компьютерные технологии*

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	<u>Знать:</u> основные понятия и методы построения математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности; основные приоритетные направления и критические технологии в научно-исследовательской работе <u>Уметь:</u> использовать методологию математического моделирования; разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении прикладных задач <u>Владеть:</u> навыками применения математического инструментария для

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности; навыками построения и реализации основных математических алгоритмов
ПК*-3 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК*-3-В-1 Имеет представление об основных известных математических моделях практических задач в области проводимой научно-исследовательской работы ПК*-3-В-2 Понимает основные методологии научного познания, принципы построения математических моделей при решении прикладных задач ПК*-3-В-5 Применяет основные принципы построения математических моделей при решении прикладных задач	<u>Знать:</u> теоретические основы моделирования процессов и систем на макро- и микроуровнях, их преимущества и ограничения; основные концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач. <u>Уметь:</u> осуществлять формализацию конкретных прикладных задач для построения математических моделей; применять основные методологии научного познания, принципы построения математических моделей при решении прикладных задач. <u>Владеть:</u> навыками построения и анализа математических моделей на макро- и микроуровнях с использованием современных систем моделирования.

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:	34,25	34,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю	73,75	73,75
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 моделирования систем. Классификация моделей	16	2	2		12
2	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем	14	2	2		10
3	Модели простых систем	14	2	2		10
4	Сетевые модели, модели динамического и линейного программирования, модели теории игр и марковские модели случайных процессов	18	4	4		10
5	Модели массового обслуживания	14	4	2		8
6	Имитационное моделирование систем	14	2	2		10
7	Обработка и анализ результатов моделирования систем	18	2	2		14
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Основные понятия и принципы моделирования систем. Классификация моделей

Принципы системного подхода в моделировании систем. Системность, как общее свойство окружающего мира. Определение системы. Большие и малые системы. Моделирование, как метод научного познания. Методологическая основа моделирования. Гипотезы и аналогии. Модель и моделирование. Функции модели. Модели состава и структуры системы. Классификация моделей. Исторический модельный ряд (физические, масштабные, аналоговые модели, управленческие игры, моделирование на ЭВМ, математические модели). Виды моделирования систем.

Раздел № 2 Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем

Характеристики и поведение систем. Изменчивость, наличие окружающей среды, против интуитивное поведение, тенденция к ухудшению характеристик, взаимозависимость, организация. Описание системы. План проведения исследования системы. Математические схемы моделирования систем. Общие подходы к построению математических моделей систем. Математические схемы. Формальная модель объекта. Типовые схемы (D-схемы, F-схемы, Q-схемы, N-схемы, A-схемы.). Методика разработки и машинной реализации моделей системы. Методологические аспекты моделирования. Требования к модели. Этапы моделирования систем.

Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Переход от описания к блочной модели. Под этапы первого этапа моделирования: постановка и анализ задачи моделирования системы; требования к исходной информации и организации ее сбора; гипотезы и предположения; параметры и переменные модели; основное содержание модели; критерии оценки эффективности; процедуры аппроксимации; концептуальная модель системы и ее достоверность; техническая

документация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Принципы построения моделирующих алгоритмов (принципы Δt и δz). Формы представления моделирующих алгоритмов (обобщенная, детальная, логическая схема программы). Под этапы второго этапа моделирования: логическая схема модели; математические соотношения, достоверность модели системы; выбор инструментальных средств моделирования; план работ по программированию; спецификация и построение плана программы; верификация и проверка достоверности схемы программы; программирование; проверка достоверности программы; техническая документация.

Получение и интерпретация результатов моделирования систем. Под этапы третьего этапа моделирования: планирование машинного эксперимента с моделью; требования к вычислительным средствам; рабочие расчеты; анализ результатов моделирования; представление результатов; интерпретация результатов; подведение итогов моделирования и выдача рекомендаций; техническая документация.

Раздел № 3 Модели простых систем

Непрерывно – детерминированные модели. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Задача Коши (с начальными условиями). Численные методы реализации – метод Эйлера и его модификации. Задача с граничными условиями (краевая задача). Численная реализация метода конечных разностей (неявная схема). Модели, сводящиеся к дифференциальным уравнениям в частных производных. Задача Коши (уравнение теплопроводности). Численная реализация методом конечных разностей (явная схема). Непрерывно – стохастические модели. Регрессионные зависимости, полученные по результатам «пассивного» эксперимента. Метод наименьших квадратов. Регрессивные зависимости, полученные по результатам «активного» эксперимента. Планирование и обработка результатов «активного» эксперимента.

Раздел № 4 Сетевые модели, модели динамического и линейного программирования, модели теории игр и марковские модели случайных процессов

Задача планирования комплекса работ. Учитываемые элементы. Решаемые вопросы. Структурная таблица. Ранжирование работ. Упорядоченная структурная таблица. Сетевой график комплекса работ. Структурно – временная таблица. Сетевой график. Временной сетевой график. Критические не критические работы. Критические и не критические дуги. Критический путь. Алгоритм решения задачи сетевого планирования. Математическая формализация системы связей. Оптимизация плана комплекса работ; перераспределение ресурсов; перераспределение времени выполнения работ. Модели динамического программирования. Общая постановка задачи динамического программирования. Стандартная схема решения задачи. Модели линейного программирования. Общая задача линейного программирования. Основная задача линейного программирования (ОЗЛП). Каноническая форма записи ОЗЛП. Геометрическая интерпретация ОЗЛП. Симплекс – метод решения задачи линейного программирования.

Раздел № 5 Модели массового обслуживания

Задачи теории массового обслуживания. Основные понятия и определения. Предмет теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания (СМО). Характеристики эффективности обслуживания. Статистическое моделирование систем массового обслуживания. Блочный принцип построенных сложных систем. Основные, базовые модели СМО и алгоритмы их численной реализации на ЭВМ: однофазных, одноканальных СМО без приоритетов; однофазных, одноканальных СМО с приоритетами; однофазных, многоканальных СМО с приоритетами; однофазных, многоканальных СМО с приоритетами. Математическая обработка результатов статистического имитационного моделирования СМО. Оценка эффективности обслуживания заявок и эффективности работы каналов. Оптимизация СМО.

Раздел № 6 Имитационное моделирование систем

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

уменьшения дисперсий. Языковые и инструментальные средства реализации имитационного моделирования сложных систем.

Раздел № 7 Обработка и анализ результатов моделирования систем

Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем 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.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Принципы системного подхода в моделировании систем	2
2	2	Сложные системы. Основные понятия, разновидности сложных систем и их свойств. Построение сложных систем	2
3	3	Решение проблем с использованием теории систем. Сложная система и моделирование. Общие принципы построения моделей	2
4-5	4	Непрерывно – детерминированные модели. Сетевой график комплекса работ. Модели линейного программирования	4
6	5	Марковские модели случайных процессов	2
7	6	Статистическое моделирование систем массового обслуживания. Планирование имитационного моделирования систем	2
8	7	Обработка и анализ результатов моделирования систем	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами: учебное пособие /Е.А. Андреева, Н.А. Шилова , федер. ун-т им. М.В. Ломоносова.. – Архангельск: ИД САФУ, 2014. – 241 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=312265

2 Бантикова, О. И. Математическое моделирование: исследование социальных, экономических и экологических процессов (региональный аспект) [Комплект]: учебное пособие / О. И. Бантикова; под ред. А. Г. Реннера. - Оренбург: ОГУ, 2014. – 367 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259261&sr=1

5.2 Дополнительная литература

1 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.

2 Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование: учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. - М. : Академия, 2008. - 236 с

3 Гаибова, Т. В. Системное моделирование [Текст]: учеб. пособие для вузов / Т. В. Гаибова, В. В. Тугов, Н. А. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. Ч. 1 : . - 2009. - 113 с.

4 Ахназарова, С. Л. Оптимизации эксперимента в химии и химической технологии: учебное пособие для вузов / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафарова. 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1978. – 319 с.

5.3 Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".
2. Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.citforum.ru/> - портал аналитических и научных статей в области информационных технологий
2. <http://www.rsdn.ru> - сайт Российской сети разработчиков ПО, содержит статьи по современным средствам программирования.
3. <http://www.intuit.ru> – сайт Интернет-университета информационных технологий, представляет учебные курсы по разным областям ИТ.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>
4. Nature Publishing Group [Электронный ресурс] : реферативная база данных. - Режим доступа: <http://www.nature.com/siteindex/index.html>, в локальной сети ОГУ.
5. 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>
6. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
7. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]: универсальная справочная энциклопедия международного уровня. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/> в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, 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.

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