

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-04-24 00:00:00
471086fad29a3b30e244e728abc3661ab35e9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ
Декан А.В. Фомина
«09» февраля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.15 Основы математического моделирования

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2021

Новокузнецк 2023

Оглавление

1 Цель дисциплины	3
1.1 Формируемые компетенции	3
1.2 Индикаторы достижения компетенций	3
1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине	3
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.	4
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины	5
3.1 Учебно-тематический план	5
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы	5
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.	7
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины	8
5.1 Учебная литература	8
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины	9
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	9
6 Иные сведения и (или) материалы	9
6.1. Примерные темы письменных учебных работ	9
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации	10

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата (далее - ОПОП): ОПК-3.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1 и 2.

1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции (универсальная, общепрофессиональная, профессиональная)	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
общепрофессиональная	Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	3.1 Применяет типовые математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности 3.2 Адаптирует математические модели к конкретным профессиональным задачам 3.3 Производит модификации математических моделей	Б1.О.15 Основы математического моделирования Б1.О.21 Математическое моделирование в профессиональной деятельности Б1.О.23 Прикладная статистика и анализ данных Б1.О.24 Случайные процессы и имитационное моделирование Б1.О.27 Машинное обучение Б2.О.02(У) Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Б2.О.04(П) Научно-исследовательская работа

1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной	3.1 Применяет типовые математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности 3.2 Адаптирует математические модели к конкретным	Знать: - типовые математические модели в области прикладной математики и информатики; - типовые задачи математического моделирования; - структуру типовых математических

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
деятельности	профессиональным задачам 3.3 Производит модификации математических моделей	моделей технических и естественных объектов и процессов в них; - способы модификации типовых математических моделей объектов и процессов в них. Уметь: - выбирать математическую модель для решения задач математического моделирования; - адаптировать математические модели технических и естественных объектов и процессов в них к решению конкретных профессиональных задач; - модифицировать математические модели для решения задач математического моделирования объектов с нестандартными свойствами Владеть: - навыками работы с типовым программным обеспечением математического моделирования; - методами адаптации, настройки и верификации математических моделей; - методами модификации математических моделей и верификации модифицированных моделей

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 4 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ОФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	108
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	44
Аудиторная работа (всего):	
в том числе:	
лекции	18
практические занятия, семинары	26
Внеаудиторная работа (всего):	
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	64
4 Промежуточная аттестация обучающегося: - зачет (4 семестр)	

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 5 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО		СРС	
			Аудиторн. занятия	лекц.		
Семестр 4						
	1. Задачи математического моделирования в профессиональной деятельности.	34	6	8	20	
1	1.1 Назначение и свойства математических моделей	10	2	2	6	ТС-2
2	1.2 Типовые математические модели простой структуры и задачи математического моделирования	10	2	2	6	ТС-2
3	1.3 Программное обеспечение математического моделирования	14	2	4	8	ТС-2 ПР-2
	2. Типовые математические модели, их структура и методы адаптации	42	6	10	26	
4	2.1 Структурные и функциональные математические модели. Имитационное моделирование.	16	2	4	10	ТС-2
5	2.2 Методы адаптации и настройки математических моделей	12	2	2	8	ТС-2
6	2.3 Методы верификации математических моделей	12	2	2	8	ТС-2
	3. Методы модификации математических моделей	32	6	8	18	
7	3.1 Структура математических моделей естественных и технических объектов и процессов в них	10	2	2	6	ТС-2
8	3.2 Методы модификации определяющих уравнений модели	10	2	2	6	ТС-2
9	3.3 Методы модификации структуры модели	12	2	4	6	ПР-2
18	Промежуточная аттестация - зачет					
ИТОГО по семестру 4		108	18	26	64	

3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
Семестр 4		
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1	<i>Задачи математического моделирования в профессиональной деятельности</i>	
1.1	Назначение и свойства	Определение и назначение математической модели. Факторы и

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
	математических моделей	отклики. Статические и динамические модели. Свойства математических моделей: точность, адекватность, устойчивость, чувствительность, робастность
1.2	Типовые математические модели простой структуры и задачи математического моделирования	Классификация математических моделей. Эмпирические, регрессионные и теоретические модели. Прямые и обратные задачи математического моделирования. Идентификация моделей.
1.3	Программное обеспечение математического моделирования	Универсальные математические программы. Специализированные программные комплексы. Аппаратно-программные комплексы.
2	<i>Типовые математические модели, их структура и методы адаптации</i>	
2.1	Структурные и функциональные математические модели. Имитационное моделирование.	Этапы разработки математических моделей. Структурные модели. Функциональные модели. Имитационные модели. Натурно-модельные комплексы.
2.2	Методы адаптации и настройки математических моделей	Адаптация модели настройкой параметров. Параметрическая идентификация. Адаптация структуры модели. Структурная и структурно-параметрическая идентификация.
2.3	Методы верификации математических моделей	Понятие верификации математической модели. Теоретические методы верификации: оценка точности, оценка чувствительности, оценка устойчивости. Верификация на основе вычислительного эксперимента. Статистические методы верификации.
3	<i>Методы модификации математических моделей</i>	
3.1	Структура математических моделей естественных и технических объектов и процессов в них	Общая структура математической модели. Определяющие уравнения. Балансные уравнения. Начальные условия. Граничные условия. Условия сопряжения.
3.2	Методы модификации определяющих уравнений модели	Дифференциальная и вариационная постановка прямых задач моделирования. Линеаризация определяющих уравнений. Модификация уравнений на основе упрощающих гипотез.
3.3	Методы модификации структуры модели	Модификация с изменением набора факторов. Модификация с изменением набора элементов.
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	<i>Задачи математического моделирования в профессиональной деятельности</i>	
1.1	Назначение и свойства математических моделей	Оценка точности математической модели. Оценка чувствительности математической модели. Оценка значимости факторов.
1.2	Типовые математические модели простой структуры и задачи математического	Типовые модели процессов в элементах естественных и технических систем. Решение прямых задач моделирования. Аналитическое решение обратных и полуобратных задач.

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
	моделирования	
1.3	Программное обеспечение математического моделирования	Универсальные математические программы. Численное решение прямых задач моделирования.
1.4	Программное обеспечение математического моделирования	Специализированные комплексы: T-Flex, Алгозит. Численное решение прямых задач.
2	<i>Типовые математические модели, их структура и методы адаптации</i>	
2.1	Структурные и функциональные математические модели.	Построение структурной модели двумерного объекта
2.2	Имитационное моделирование	Имитационное моделирование случайного процесса в естественном или техническом объекте
2.3	Методы адаптации и настройки математических моделей	Параметрическая идентификация модели по эмпирическим данным
2.4	Методы верификации математических моделей	Апостериорная оценка погрешности численного решения
3	<i>Методы модификации математических моделей</i>	
3.1	Структура математических моделей естественных и технических объектов и процессов в них	Составление балансных уравнений. Выбор определяющих уравнений. Формулировка начальных и граничных условий.
3.2	Методы модификации определяющих уравнений модели	Линеаризация математической модели нелинейного процесса
3.3	Методы модификации структуры модели	Исключение незначимых факторов из математической модели
Промежуточная аттестация - зачет		

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы (18 недель)
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение)	80	Лекционные занятия (конспект) (9 занятий)	1 балл посещение 1 лекционного занятия	3 – 9 б.
		Практические занятия (решение учебных задач) (13 занятий, 18 задач).	1 балл - посещение 1 практического занятия и выполнение одной учебной задачи 1,5 балла – посещение 1 занятия и	18 - 36

заданий)			выполнение 2-х учебных задач 2 балла – посещение 1 занятия и выполнение более 2-х учебных задач, существенный вклад на занятии в работу всей группы, самостоятельность	
		Контрольные работы (отчет о выполнении контрольной работы) (2 работы)	За одну КР от 8 баллов (выполнено 51 - 65% заданий) до: 10 баллов (выполнено 66 - 85% заданий) 13 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	16 - 26
		Реферат (по разделу 2 или 3 на выбор)	4 балла (пороговое значение) 9 баллов (максимальное значение)	4 - 9
Итого по текущей работе в семестре				41 – 80 б.
Промежуточная аттестация (зачет)	20	Решение задачи 1	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 2	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5 - 10
Итого по промежуточной аттестации (зачету)				10-20 б.
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации				51 – 100 б.

В промежуточной аттестации оценка выставляется в ведомость в 100-балльной шкале и в буквенном эквиваленте (таблица 8)

Таблица 8 – Соотнесение 100-балльной шкалы и буквенного эквивалента оценки

Сумма набранных баллов	Уровни освоения дисциплины и компетенций	Экзамен		Зачет
		Оценка	Буквенный эквивалент	Буквенный эквивалент
86 - 100	Продвинутый	5	отлично	Зачтено
66 - 85	Повышенный	4	хорошо	
51 - 65	Пороговый	3	удовлетворительно	
0 - 50	Первый	2	неудовлетворительно	Не зачтено

5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

5.1 Учебная литература

Основная учебная литература

Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518435>.

Дополнительная учебная литература

Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490343>.

Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15279-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

<p>617 Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: переносное - ноутбук, экран, проектор. Используемое программное обеспечение: MSWindows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</p>	<p>654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19</p>
<p>508 Лаборатория компьютерного моделирования. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - занятий семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер преподавателя, проектор, экран. Лабораторное оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (18 шт.). Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), MathCad (Лицензия №9A1487712), T-Flex CAD (отечественное ПО, учебная версия), Интерпретатор "Ядро" (отечественное ПО, лицензионный договор №1 от 16.06.2020 г. до 16.06.2025 г.); Среда функционально-объектного программирования "Алгорит" (отечественное ПО, лицензионный договор №2 от 16.06.2020 г. до 16.06.2025 г.). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</p>	<p>654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19</p>

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Перечень СПБД и ИСС по дисциплине

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты - www.elibrary.ru

База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике), режим доступа: <https://www.sciencedirect.com>

6 Иные сведения и (или) материалы.

6.1. Примерные темы письменных учебных работ

Примерные темы рефератов

1. История развития математического моделирования
2. Прикладные задачи математического моделирования
3. Математические модели классической физики
4. Математические модели в социологии
5. Математические модели в управлении техническими устройствами
6. Математические модели в социально-экономических системах
7. Программные средства математического моделирования
8. Динамические объекты и их математические модели
9. Алгоритмы численного моделирования распределённых объектов
10. Применение имитационного моделирования
11. Натурно-модельные комплексы и их применение

6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Семестр 4

Таблица 9 - Примерные задачи к зачету

Разделы и темы	Примерные задачи
1. Задачи математического моделирования в профессиональной деятельности	
1.1 Назначение и свойства математических моделей	<p>1. Для модели Вольтерра: $\frac{dx}{dt} = ax - bxy$, $\frac{dy}{dt} = cyx - fy$ найти условие устойчивости популяции.</p> <p>2. Для модели свободных колебаний физического маятника найдите точность периода колебаний, исходя из известной погрешности исходных данных.</p> <p>3. Свободные колебания маятника рассчитываются методом Эйлера. Найдите чувствительность погрешности к шагу времени, считая откликом рассчитанный период.</p>
1.2 Типовые математические модели простой структуры и задачи математического моделирования	<p>4. Сформулируйте концептуальную и математическую постановки для модели, описывающей свободные колебания системы, включающей два тела массой m, соединенных пружинами жесткостью c.</p> <p>5. Лодку массы m оттолкнули от берега пруда и, разогнав, отпустили при некоторой начальной скорости v_0. Постройте модель движения лодки, если сила сопротивления движению прямо пропорциональна скорости v коэффициентом сопротивления движению μ. Сформулируйте задачу идентификации.</p>
2. Типовые математические модели, их структура и методы адаптации	
2.1 Структурные и функциональные математические модели	<p>6. Постройте структурную модель амортизатора как упругого элемента с демпфированием.</p> <p>7. Постройте структурную модель электродвигателя.</p> <p>8. Постройте структурную модель компьютера, содержащего ЦПУ, запоминающее устройство, монитор и клавиатуру.</p>
2.2 Имитационное моделирование	<p>9. Одноканальная СМО с ограниченным временем ожидания в очереди описывается моделью простейших потоков событий. Какие параметры модели влияют на средний коэффициент загрузки системы?</p> <p>10. Определите среднюю длину очереди в кассу магазина, если среднее время обслуживания одного покупателя составляет 0,3 мин. Поток покупателей близок к пуассоновскому с интенсивностью 3 покупателя в минуту.</p>

2.3 Методы адаптации и настройки математических моделей	<p>11. Движение электрического заряда в поле электростатических сил описывается уравнениями равноускоренного движения, напряжённость поля неизвестна. Выполните настройку модели по заданным экспериментальным данным.</p> <p>12. Гравитационная аномалия проявляется в изменении периода колебаний физического маятника. Настройка модели колебаний заключается в идентификации ускорения свободного падения. С какой погрешностью необходимо измерить период, чтобы найти аномалию в 0,00001%?</p> <p>13. Линейная модель производительности многопроцессорного кластера не учитывает накладные расходы на обмены данными. Предложите модель, адаптированную к реальному кластеру.</p>
<i>3. Методы модификации математических моделей</i>	
3.1 Структура математических моделей естественных и технических объектов и процессов в них	<p>14. Устройство включает двигатель, установленный на податливой опоре в корпусе. Постройте структуру модели, описывающей вибрации при работе двигателя.</p> <p>15. При электроразведке полезных ископаемых через электропроводный массив пропускается постоянный ток с помощью двух точечных электродов и измеряется разность потенциалов в двух других электродах. Сформулируйте определяющее уравнение и граничные условия.</p>
3.2 Методы модификации определяющих уравнений модели	<p>16. Модель вязкоупругой деформации должна описывать заданные кривые «деформация-время» при фиксированной нагрузке. Предложите варианты определяющих уравнений.</p> <p>17. При падении тела в воздухе на него действует постоянная сила тяжести и сила сопротивления, пропорциональная квадрату скорости. Линеаризуйте определяющие уравнения.</p>

Составитель (и): докт. техн. наук, профессор Каледин В.О.

(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))