

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-02-21 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 2020

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 Прикладные задачи математической статистики 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 – Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоёмкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ОФО
1 Общая трудоёмкость 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для модели Вольтерра: $\frac{dx}{dt} = ax - bxy$, $\frac{dy}{dt} = cyx - fy$ найти условие устойчивости популяции. 2. Для модели свободных колебаний физического маятника найдите точность периода колебаний, исходя из известной погрешности исходных данных. 3. Свободные колебания маятника рассчитываются методом Эйлера. Найдите чувствительность погрешности к шагу времени, считая откликом рассчитанный период.
1.2 Типовые математические модели простой структуры и задачи математического моделирования	<ol style="list-style-type: none"> 4. Сформулируйте концептуальную и математическую постановки для модели, описывающей свободные колебания системы, включающей два тела массой m, соединенных пружинами жесткостью c. 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 c коэффициентом сопротивления движению μ. Сформулируйте задачу идентификации.
2. Типовые математические модели, их структура и методы адаптации	
2.1 Структурные и функциональные математические модели	<ol style="list-style-type: none"> 6. Постройте структурную модель амортизатора как упругого элемента с демпфированием. 7. Постройте структурную модель электродвигателя. 8. Постройте структурную модель компьютера, содержащего ЦПУ, запоминающее устройство, монитор и клавиатуру.
2.2 Имитационное моделирование	<ol style="list-style-type: none"> 9. Одноканальная СМО с ограниченным временем ожидания в очереди описывается моделью простейших потоков событий. Какие параметры модели влияют на средний коэффициент загрузки системы? 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.

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))