

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  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт

---

Факультет информатики, математики и экономики

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

**Рабочая программа дисциплины**

**К.М.07.07 Основы математического моделирования**

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника

*бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2023

Новокузнецк 2023

## Оглавление

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

## 1 Цель дисциплины.

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

**Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки**

Таблица 1 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
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	<b>Знать:</b> - типовые математические модели в области прикладной математики и информатики; - типовые задачи математического моделирования; - структуру типовых математических моделей технических и естественных объектов и процессов в них; - способы модификации типовых математических моделей объектов и процессов в них. <b>Уметь:</b> - 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 <b>Владеть:</b> - навыками работы с типовым программным обеспечением математического моделирования; - методами адаптации, настройки и верификации математических моделей; - методами модификации математических моделей и верификации модифицированных моделей

### Место дисциплины

Дисциплина включена в модуль «Математическое моделирование в задачах профессиональной деятельности» ОПОП ВО. Дисциплина осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

## 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий.

### Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – 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)	48
Аудиторная работа (всего):	48
в том числе:	
лекции	12
практические занятия, семинары	36
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	60
4 Промежуточная аттестация обучающегося: - зачет	

### 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

#### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО		СРС	
			Аудиторн. занятия	лекц.		
<b>Семестр 6</b>						
	<b>1. Задачи математического моделирования в профессиональной деятельности.</b>	<b>34</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	
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
	<b>2. Типовые математические модели, их структура и методы адаптации</b>	<b>42</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	
4	2.1 Структурные и функциональные математические модели. Имитационное моделирование.	16	1	6	9	ТС-2
5	2.2 Методы адаптации и настройки математических моделей	12	1	4	7	ТС-2
6	2.3 Методы верификации математических моделей	14	1	6	7	ТС-2
	<b>3. Методы модификации математических моделей</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	
7	3.1 Структура математических моделей естественных и технических объектов и процессов в них	10	1	4	5	ТС-2
8	3.2 Методы модификации определяющих уравнений модели	10	1	4	5	ТС-2
9	3.3 Методы модификации структуры модели	12	1	4	7	ПР-2
	Промежуточная аттестация - зачет					
<b>ИТОГО по семестру 6</b>		<b>108</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	

#### 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 4.

Таблица 4 - 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 заданий)	<b>80</b>	Лекционные занятия (конспект) (9 занятий)	<b>1 балл</b> посещение 1 лекционного занятия	3 – 9 б.
		Практические занятия (решение учебных задач) (13 занятий, 18 задач).	<b>1 балл</b> - посещение 1 практического занятия и выполнение одной учебной задачи <b>1,5 балла</b> – посещение 1 занятия и выполнение 2-х учебных задач <b>2 балла</b> – посещение 1 занятия и выполнение более 2-х учебных задач, существенный вклад на занятии в работу всей группы, самостоятельность	18 - 36
		Контрольные работы (отчет о выполнении контрольной работы) (2 работы)	<b>За одну КР от 8 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>до:</b> <b>10 баллов</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>13 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	16 - 26
		Реферат (по разделу 2 или 3 на выбор)	<b>4 балла</b> (пороговое значение) <b>9 баллов</b> (максимальное значение)	4 - 9
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				41 – 80 б.
Промежуточная аттестация (зачет)	20	Решение задачи 1	<b>5 баллов</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 2	<b>5 баллов</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5 - 10
<b>Итого по промежуточной аттестации (зачету)</b>				10-20 б.
<b>Суммарная оценка по дисциплине:</b> 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 5)

Таблица 5 – 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>.

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>.

#### Дополнительная учебная литература

Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513201>.

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 Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520383>.

### 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»:

<b>404</b> Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации. <b>Специализированная (учебная) мебель:</b> доска меловая, кафедра, столы, стулья. <b>Оборудование:</b> <i>переносное</i> - ноутбук, экран, проектор. <b>Используемое программное обеспечение:</b> MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). <b>Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</b>	Учебный корпус №4.  654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallургов, д. 19
<b>508</b> Лаборатория компьютерного моделирования. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - занятий семинарского (практического) типа; - занятий лабораторного типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации. <b>Специализированная (учебная) мебель:</b> доска меловая, кафедра, столы, стулья. <b>Оборудование для презентации учебного материала:</b> <i>стационарное</i> - компьютер преподавателя, проектор, экран. <b>Лабораторное оборудование:</b> <i>стационарное</i> – компьютеры для обучающихся (18 шт.). <b>Используемое программное обеспечение:</b> MSWindows (MicrosoftImaginePremium 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 №9A148712), Scilab(свободно	Учебный корпус №4.  654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallургов, д. 19

распространяемое ПО), SWI-Prolog (свободно распространяемое ПО), GPSSWorldStudentEdition (учебная версия), PSPP (свободно распространяемое ПО), T-FlexCAD (отечественное ПО, учебная версия), 3dsMaxDesign (Коробочная лицензия №0730450), MicrosoftVisualStudio (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМРот 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), Интерпретатор "Ядро" (лицензионный договор №1 от 16.06.2020 г. до 16.06.2025 г.); Среда функционально-объектного программирования "Алгозит" (лицензионный договор №2 от 16.06.2020 г. до 16.06.2025 г.), Среда статистических вычислений Rv.4.0.2 (свободно распространяемое ПО). <b>Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</b>	
---	--

### 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](http://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

Таблица 6 - Примерные задачи к зачету

Разделы и темы	Примерные задачи
<b>1. Задачи математического моделирования в профессиональной деятельности</b>	
1.1 Назначение и свойства математических моделей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для модели Вольтерра: <math>\frac{dx}{dt} = ax - bxy</math>, <math>\frac{dy}{dt} = cyx - fy</math> найти условие устойчивости популяции.</li> <li>2. Для модели свободных колебаний физического маятника найдите точность периода колебаний, исходя из известной погрешности исходных данных.</li> <li>3. Свободные колебания маятника рассчитываются методом Эйлера. Найдите чувствительность погрешности к шагу времени, считая откликом рассчитанный период.</li> </ol>

1.2 Типовые математические модели простой структуры и задачи математического моделирования	<p>4. Сформулируйте концептуальную и математическую постановку для модели, описывающей свободные колебания системы, включающей два тела массой <math>m</math>, соединенных пружинами жесткостью <math>c</math>.</p> <p>5. Лодку массы <math>m</math> оттолкнули от берега пруда и, разогнав, отпустили при некоторой начальной скорости <math>v_0</math>. Постройте модель движения лодки, если сила сопротивления движению прямо пропорциональна скорости с коэффициентом сопротивления движению <math>\mu</math>. Сформулируйте задачу идентификации.</p>
<b>2. Типовые математические модели, их структура и методы адаптации</b>	
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>
<b>3. Методы модификации математических моделей</b>	
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>
<b>Компетенции</b>	
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной	<p><b>Задание 1.</b> Неоновая лампа включена последовательно с ёлочной гирляндой. При подключении к источнику постоянного тока неоновая лампа ведёт себя как конденсатор, пока не зарядится до напряжения пробоя, после чего становится проводником с малым</p>



деятельности	сопротивлением и разряжается до порогового напряжения. В итоге гирлянда начинает мигать. Постройте математическую модель для определения периода мигания, модифицируя модель из типовых электрических двухполюсников. Предложите способ настройки модели на конкретные условия (напряжение источника, сопротивление гирлянды). Предложите способ верификации модели по экспериментальным данным. Для проведения расчётов используйте универсальное программное обеспечение.
	<p><b>Задание 2.</b></p> <p>При ударе в цилиндрический волновод (плотность, размер сечения и модуль упругости известны) по нему распространяется акустическая волна. Противоположный конец волновода жестко контактирует с грунтом. Модель должна описывать прохождение волны и передачу импульса в грунт. Необходимо построить численную схему и провести её верификацию на основе апостериорной оценки погрешности. Рекомендуется использовать программы комплекса «Алгозит» или универсальные математические программы.</p>
	<p><b>Задание 3.</b></p> <p>Потенциальное установившееся течение воды в канале заданной формы описывается моделью, аналогичной модели постоянного тока в проводящей пластине. Считая течение плоским, модифицировать модель постоянного тока и предложить численную схему для расчёта поля скоростей течения и плотности тока в пластине такой же формы. Как с помощью тепловизора измерить поле плотностей тока в пластине и с помощью модели пересчитать измеренные величины в скорость течения? Для решения краевой задачи рекомендуется использовать программы комплекса «Алгозит».</p>

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

*(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))*