

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Факультет физической культуры, естествознания и природопользования

Утверждаю
Декан ФФКЕП
В.А. Рябов
16 марта 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.08.02 Математическое моделирование технологических процессов

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) подготовки
Безопасность технологических процессов и производств

Программа академического бакалавриата

Форма обучения
очная, заочная

Год набора 2020

Новокузнецк 2023 г.

Лист внесения изменений

в РПД Б1.В.ДВ.08.02 Математическое моделирование технологических
процессов

Сведения об утверждении:

на 2023 / 2024 уч. год

Утверждена Ученым советом факультета (протокол Ученого совета факультета № 7 от 16.03.2023 г.)

Одобрена на заседании методической комиссии факультета (протокол методической комиссии факультета № 3 от 17.02.2023 г.)

Одобрена на заседании обеспечивающей кафедры (протокол заседания кафедры № 7 от 16.02.2023 г.)

Оглавление

1 Цель дисциплины.	4
1.1 Формируемые компетенции	4
1.2 Deskрипторные характеристики компетенций	4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.	5
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.	5
3.1 Учебно-тематический план	5
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы	7
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.	8
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.	9
5.1 Учебная литература	9
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.	9
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.	10
6 Иные сведения и (или) материалы.	10
6.1. Темы письменных учебных работ	10
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации	11

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата (далее - ОПОП): ОПК-1, ПК-4

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблица 1.

1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
<i>общепрофессиональная</i>		ОПК-1 Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
<i>профессиональная</i>	проектно-конструкторская	ПК-4 Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности

1.2 Дескрипторные характеристики компетенций

Таблица 2 – Дескрипторные характеристики компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ОПК-1 Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знать: -структуру математической модели, область ее применения; -способы построения математических моделей; -основные методы оптимизации, применяемые при оптимизации технологических процессов. Уметь: - разрабатывать математические модели по имеющимся экспериментальным данным; - использовать стандартные математические пакеты для исследования математических моделей технологических процессов; -применять математические модели и результаты моделирования в реальной производственной деятельности. Владеть: -навыком разработки математических моделей различных технологических процессов; -навыком применения математических пакетов к исследованию математических моделей; -навыком оценки адекватности	Б1.Б.12 Информатика Б1.Б.13 Физика Б1.Б.19 Детали машин и основы конструирования Б1.Б.22 Электроника и электротехника Б1.Б.23 Метрология, стандартизация и сертификация Б1.Б.25 Надежность технических систем и техногенный риск Б1.В.01 Системы автоматизированного проектирования средств обеспечения безопасности Б1.В.02 Типовые промышленные технологии Б1.В.14 Управление процессами горения и взрыва на производстве Б1.В.ДВ.08.01 Техногенные системы и экологический риск Б1.В.ДВ.08.02 Математическое моделирование технологических процессов Б2.В.02(П) Производственная практика. Технологическая практика Б2.В.05(Пд) Производственная практика. Преддипломная практика Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
	математической модели технологического процесса.	
ПК-4 Способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	Знать: - возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого технологического объекта. Уметь: - применять методы расчетов и моделирования к изучению технологических процессов. Владеть: - приемами численных методов при решении задач параметрической идентификации математических моделей технологических процессов.	Б1.Б.19 Детали машин и основы конструирования Б1.Б.25 Надежность технических систем и техногенный риск Б1.В.ДВ.08.01 Техногенные системы и экологический риск Б1.В.ДВ.08.02 Математическое моделирование технологических процессов Б2.В.02(П) Производственная практика. Технологическая практика Б2.В.05(Пд) Производственная практика. Преддипломная практика Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий.

Формы промежуточной аттестации.

Таблица 3 – 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	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	180		180
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36		12
Аудиторная работа (всего):	36		12
в том числе:			
лекции	18		6
практические занятия, семинары	10		4
лабораторные работы	8		2
в интерактивной форме	6		2
в электронной форме			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	108		159
4 Промежуточная аттестация обучающегося –экзамен и объём часов, выделенный на промежуточную аттестацию:	36		9

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 4 - Учебно-тематический план
очная форма обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
1-3	Основные понятия математического	22	2	2		18	Отчет по практическим занятиям

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая грузоём- кость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
	моделирования технологических процессов						
4-6	Математические основы моделирования технических систем	30	4	2	2	22	Отчет по практическим занятиям Отчет по лабораторным работам
7-10	Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем	32	4	2	2	24	Отчет по разработке нестандартных задач
11-14	Оптимизация про математическом моделировании технических систем	32	4	2	2	24	Отчет по практическим занятиям Отчет по лабораторным работам
15-18	Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта	30	4	2	2	22	Отчет по практическим занятиям Отчет по лабораторным работам
	Промежуточная аттестация	36					Экзамен
ИТОГО		180	18	10	8	108	

заочная форма обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая грузоём- кость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
1-3	Основные понятия математического моделирования технологических процессов	33		1		32	Отчет по практическим занятиям
4-6	Математические основы моделирования технических систем	34	1	1		32	Отчет по практическим занятиям Отчет по лабораторным работам
7-10	Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем	34	1	1		32	Отчет по разработке нестандартных задач
11-14	Оптимизация про математическом моделировании технических систем	36	2	1	1	32	Отчет по практическим занятиям Отчет по лабораторным работам
15-18	Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта	33	2			31	Отчет по практическим занятиям Отчет по лабораторным работам
	Промежуточная аттестация	9					Экзамен
ИТОГО		180	6	4	2	159	

3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1	Основные понятия математического моделирования технологических процессов	Классификация моделей по типам, свойствам и назначению. Методы моделирования сложных систем. Общие принципы и средства построения математических моделей технологических процессов. Средства математического моделирования технических объектов и обеспечение.
2	Математические основы моделирования технических систем	Роль и место математических методов в моделировании технических систем и их объектов. Матрицы и операции над ними. Элементы теории множеств. Основы прикладной теории графов. Моделирование технических систем на основе алгебры логики.
3	Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем	Основные понятия корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа. Условия применимости статистического анализа. Оценка достоверности результатов анализа. Выбор факторов статистической модели. Ортогональное планирование второго порядка. Рототабельное планирование экспериментов.
4	Оптимизация при математическом моделировании технических систем	Критерии оптимизации моделей в машиностроении. Классификация методов оптимизации. Оптимизация технологических процессов методом линейного программирования. Примеры оптимизации технических систем, решаемые методом линейного программирования. Условия оптимизации нелинейных моделей.
5	Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта	Основные понятия и определения. Основные теории нечетких множеств. Применение экспертных систем и нечетких регуляторов в моделях управления объектами. Элементы нейросетевого моделирования процессов в технических объектах и системах. Генетические алгоритмы и их применение в моделировании технических систем и технологических процессов.
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	Основные понятия математического моделирования технологических процессов	Математические модели оценки эффективности производственной системы. Проверка модели на адекватность. Решение задач исследования математических моделей с помощью прикладных стандартных математических пакетов.
2	Математические основы моделирования технических систем	Алгоритм построения аналитических и эмпирических моделей для технических объектов и технологических процессов. Использование численных методов при решении задач параметрической идентификации математических моделей технологических процессов.
3	Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем	Построение эмпирических регрессионных моделей производственных процессов и технических систем. (с одной и несколькими входными переменными).
4	Оптимизация при математическом моделировании технических систем	Использование методов линейного программирования для оптимизации технологического процесса. Моделирование прогнозных характеристик технических систем.

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		систем и технологических процессов.
5	Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта	Применение генетических алгоритмов в моделировании технических систем.
<i>Содержание лабораторных занятий</i>		
2	Математические основы моделирования технических систем	Анализ состояния статической системы. Исследование колебательного движения механических систем
3	Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем	Анализ переходных процессов технических систем
4	Оптимизация при математическом моделировании технических систем	Оптимизация последовательности переналадок технологической линии.....
5	Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта	Математическое моделирование формообразования поверхностей деталей при обработке на металлорежущих станках.....
Промежуточная аттестация – экзамен		

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
Семестр 2				
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	60	Практическая работа (отчет о выполнении практической работы) (5 работ)	За одну практическую работу от 5 до 9: 5 баллов (выполнено 51 - 65% заданий) 7 балла (выполнено 66 - 85% заданий) 9 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	25- 45
		Работа на лабораторном занятии (4 работы)	За одно занятие от 5 до10: 5 баллов (выполнено 51 - 65% заданий) 7 баллов (выполнено 66 - 85% заданий) 10 баллов (выполнено 86 - 100% заданий)	20 - 40
Итого по текущей работе в семестре				45- 85
Промежуточная аттестация (экзамен)	40	Теоретический вопрос	5 балла (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5-10
		Теоретический вопрос	5 балла (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи 1.	5 балла (пороговое значение)	5-10

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
Семестр 2				
			10 баллов (максимальное значение)	
		Решение задачи 2.	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5-10
Итого по промежуточной аттестации в семестре (экзамену)				20 – 40 б.
Суммарная оценка по дисциплине в семестре: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 б.				

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

5.1 Учебная литература

Основная учебная литература

1. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2016. – 271 с. : схем., ил. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-1278-8Р. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (дата обращения: 27.01.2021).. – Текст : электронный.

Дополнительная учебная литература

1. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1063-7 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/650> (дата обращения: 27.01.2021). — Текст : электронный

2. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3 // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/406607> (дата обращения: 27.01.2021). . — Текст : электронный

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

402 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа; - семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных консультаций; - текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья. Оборудование: стационарное - компьютер, проектор, акустическая система, доска интерактивная. Используемое программное обеспечение: MSWindows (Microsoft Imagine Premium 3 year по сублицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), ПО интерактивной доски SmartNotebook (ключ лицензии по серийному номеру оборудования). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallurgov, д. 19
--	--

502 Лаборатория компьютерного моделирования. Учебная аудитория для проведения занятий: - лабораторного типа. Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, столы, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: компьютер, экран, проектор, наушники Лабораторное оборудование: Используемое программное обеспечение: MS Windows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), MathCad (Лицензия №9A1487712), MatLab (Лицензия №592765), Scilab(свободно распространяемое ПО), MicrosoftVisualStudio (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), FoxitReader (свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallургов, д. 19
106 Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Специализированная (учебная) мебель: столы, стулья, доска меловая. Оборудование: стационарное - компьютеры (4 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654041, Кемеровская область - Кузбасс, Новокузнецк ий городской округ, г. Новокузнецк, ул. Кузнецова, д. 6

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Информационная система «Общероссийский математический портал»,режим доступа :<http://www.mathnet.ru/>
2. Информационная система«Экспонента» - центр инженерных технологий и моделирования,режим доступа :<http://www.exponenta.ru>
3. База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике),режим доступа :<https://www.sciencedirect.com>
4. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» <http://window.edu.ru/catalog/>
5. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия», режим доступа: <https://uisrussia.msu.ru/>

6 Иные сведения и (или) материалы.

6.1. Темы письменных учебных работ

Решение нестандартных задач:

1. Найти аналитическое решение уравнения в частных производных второго порядка с начальными условиями, описывающего прямолинейное неравномерное движение объекта.
2. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутты).
3. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде с учетом сопротивления среды, описывающего неравномерное движение объекта.
4. Найти решение того же уравнения численными методами (Эйлера и Рунге-Кутты).
5. Что включает содержательная постановка задачи?
6. Найти аналитическое решение уравнения закона Ньютона в дифференциальном виде порядка с начальными условиями,

6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Теоретические вопросы к экзамену

1. Классификация моделей по типам, свойствам и назначению.
2. Методы моделирования сложных систем
3. Общие принципы и средства построения математических моделей технологических процессов.
4. Средства математического моделирования технических объектов и обеспечение.
5. Роль и место математических методов в моделировании технических систем и их объектов.
6. Матрицы и операции над ними.
7. Элементы теории множеств.
8. Основы прикладной теории графов.
9. Моделирование технических систем на основе алгебры логики.
10. Основные понятия корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа.
11. Условия применимости статистического анализа.
12. Оценка достоверности результатов анализа. Выбор факторов статистической модели.
13. Ортогональное планирование второго порядка.
14. Рототабельное планирование экспериментов.
15. Критерии оптимизации моделей в машиностроении.
16. Классификация методов оптимизации.
17. Оптимизация технологических процессов методом линейного программирования.
18. Примеры оптимизации технических систем, решаемые методом линейного
19. программирования.
20. Условия оптимизации нелинейных моделей.
21. Основные теории нечетких множеств.

22.Применение экспертных систем и нечетких регуляторов в моделях управления объектами.

23.Элементы нейросетевого моделирования процессов в технических объектах и системах.

24.Генетические алгоритмы и их применение в моделировании технических систем и технологических процессов.

Примерные практические задания

1. Сформулируйте гипотезы для решения задачи и продемонстрируйте результат моделирования теплового распределения в определенной области при наличии и в отсутствие источников тепла.
2. Найти оптимальный план обработки 7 деталей на двух станках при известной матрице $i k$.
3. Определить передаточную функцию для устройства, электрическая схема которого приведена

Составитель (и): Чмелева К.В., доцент