

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.1.2 Математическое моделирование в техносферной безопасности»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Промышленная безопасность и охрана труда
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.1.2 Математическое моделирование в техносферной безопасности» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра безопасности жизнедеятельности

наименование кафедры

протокол № 9 от 24 февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра безопасности жизнедеятельности

должность

подпись

А.И. Байтелова

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры БЖД

должность

подпись

А.И. Байтелова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

код наименование

личная подпись

А.И. Байтелова

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

Т.И. Бурцева

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

М.Ю. Гарицкая

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Байтелова А.И., 2025

© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: «Математическое моделирование в техносферной безопасности» является подготовка специалистов к моделированию опасных процессов в техносфере и обеспечению безопасности создаваемых систем технологического оборудования на производстве, а также приобретение навыков системного исследования и совершенствования безопасности функционирования объектов экономики, освоение методологии системного мышления и комплексного изучения сложных проблем.

Задачи:

- формирование представлений об общих методах и средствах математического моделирования технических устройств;
- приобретение практических навыков и приемов моделирования различных процессов, явлений и сложных систем в техносфере (на основе методов математического и имитационного моделирования).

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.1 Методология научных исследований*

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
ПК*-3 Способен анализировать и моделировать потенциальные опасности, оценивать риски и разрабатывать меры по их управлению	ПК*-3-В-2 Умеет пользоваться методами моделирования, системного анализа безопасности процессов и объектов технологического оборудования ПК*-3-В-3 Владеет навыками создания и анализа моделей исследуемых процессов и объектов	<u>Знать:</u> потенциальные опасности, оценивать риски и разрабатывать меры по их управлению. <u>Уметь:</u> пользоваться методами моделирования, системного анализа безопасности процессов и объектов технологического оборудования. <u>Владеть:</u> навыками создания и анализа моделей исследуемых процессов и объектов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Контактная работа:	52,25	52,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.).	91,75	91,75
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.	20	4	4		12
3	Модели простых систем.	22	2	4		16
4	Сетевые модели, модели динамического и линейного программирования, модели теории игр и марковские модели случайных процессов.	24	4	6		14
5	Модели массового обслуживания.	20	2	6		12
6	Имитационное моделирование систем.	22	2	6		14
7	Обработка и анализ результатов моделирования систем.	20	2	6		12
	Итого:	144	18	34		92
	Всего:	144	18	34		92

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
2-3	2	Сложные системы. Основные понятия, разновидности сложных систем и их свойств. Построение сложных систем.	4
4-5	3	Решение проблем с использованием теории систем. Сложная система и моделирование. Общие принципы построения моделей.	4
6-8	4	Непрерывно – детерминированные модели. Сетевой график комплекса работ. Модели линейного программирования.	6
9-11	5	Марковские модели случайных процессов.	6
12-14	6	Статистическое моделирование систем массового обслуживания. Планирование имитационного моделирования систем.	6
15-17	7	Обработка и анализ результатов моделирования систем.	6
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Волкова, А. А. Системный анализ и моделирование процессов в техносфере : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Волкова, В. Г. Шишкунов ; науч. ред. А. О. Хоменко ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 247 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697590> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2600-6. – Текст : электронный.

2 Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие : [Электронный ресурс] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 4-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 271 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-1278-8. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1 Дуев, С. И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD : учебное пособие : [Электронный ресурс] / С. И. Дуев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 128 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500681> (дата обращения: 27.02.2023). – ISBN 978-5-7882-2251-6. – Текст : электронный.

2 Иванов, В. В. Математическое моделирование : учебное пособие : [16+] / В. В. Иванов, О. В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2022. – 116 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696353> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-2246-7. – Текст : электронный.

5.3 Периодические издания

- 1 Математическое моделирование : журнал. – Москва : Российская академия наук, 2023.
- 2 Теория вероятностей и ее применение : журнал. – Москва : Пресса России, 2019.

5.4 Интернет-ресурсы

- «Основные направления развития охраны труда в современном мире» [Электронный ресурс]: онлайн – курс на платформе <https://openedu.ru> «Открытое образование»/ Разработчик курса: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», режим доступа: <https://openedu.ru/course/hse/PROTECT/>.

- электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»» (<http://e.lanbook.com/>);
- электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>);
- электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<http://biblioclub.ru>);
- Министерство обороны Российской Федерации (<http://www.mil.ru>);
- научная библиотека Оренбургского государственного университета (<http://lib.osu.ru>).

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Операционная система РЕД ОС ;
- Пакет офисных приложений LibreOffice ;
- веб-браузер Яндекс <https://yandex.ru/>;

- ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2025]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe> ;

- КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2025]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe> ;

- Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>;

- Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (<http://moodle.osu.ru>).

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебно-лабораторное оборудование

Для проведения практических работ и научно-исследовательских работ предназначены специализированные аудитории и лаборатории:

- лабораторно-компьютерная аудитория;
- учебная аудитория с комплексным лабораторным оборудованием для проведения лабораторных занятий;

- мультимедийное оборудование.

2. Технические и электронные средства обучения и контроля знаний:

При проведении лекций применяется мультимедийное оборудование, включающее: 1) компьютер IBM PC 686 (PentiumII,K6-2) с установленным лицензионным программным обеспечением MS Windows 9.x/NT5.x (95, 98, ME, 2000, XP) и инструментальным ПО MicrosoftPowerPoint; 2) мультимедийный проектор BenQ MP512 (тип: DLP, яркость: 2200 ANSI lm, разрешение: 800x600, контрастность: 2500:1); 3) экран 1,5*1,0 м.