

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.07

Моделирование процессов и объектов для решения специальных задач в сфере труда

Учебный план: 2026-2027 20.03.01 ИФСТЗ КНДвСТ ОО №1-1-179.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Контрольно-надзорная деятельность в сфере труда
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
7	УП	16	32	131,75	0,25	5	Курсовая работа, Зачет
	РПД	16	32	131,75	0,25	5	
Итого	УП	16	32	131,75	0,25	5	
	РПД	16	32	131,75	0,25	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

к. т. н., Зав. кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

Макаренко С.В.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: сформировать компетенции области использования методов математического моделирования процессов и явлений для прогнозирования рисков в техносфере.

1.2 Задачи дисциплины:

- ознакомить с методами разработки физико-химических и эмпирико-статистических математических моделей природных и техногенных явлений и объектов;
- обучить применению методов статистического имитационного моделирования и элементов корреляционного анализа для оценки характеристик опасных факторов среды обитания;
- сформировать практические навыки использования методов математического моделирования развития аварий и других чрезвычайных ситуаций и специализированного программного обеспечения.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Надежность технических систем и техногенный риск
- Техника и технология очистки газовых и водных сред
- Гидрогазодинамика
- Пожарная безопасность
- Безопасность оборудования
- Информационные технологии
- Методы исследования условий и безопасности труда
- Надзор в сфере управления профессиональными рисками
- Безопасность в чрезвычайных ситуациях

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен проводить сбор, обработку и передачу информации по вопросам условий и охраны труда
--

Знать: принципы построения, состав информации и порядок функционирования информационных систем в сфере охраны труда (ЕИСОТ, ФГИС СОУТ, Госуслуги, реестры и др.); особенности функционирования баз данных как основных компонентов любой информационной системы.

Уметь: производить поиск необходимых данных в информационных системах, в том числе с использованием искусственного интеллекта.

Владеть: навыками применения специализированных информационных систем (правовых, справочно-информационных и др.) в профессиональной деятельности.
--

ПК-4: Способен оценить соблюдение нормативных требований к обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации

Знать: принципы построения вероятностных моделей для оценки профессиональных и экологических рисков; возможности доступного типового программного обеспечения для оценки вероятностей реализации опасностей.

Уметь: составлять математические описания опасных процессов в техносфере и чрезвычайных ситуаций, в том числе для оценки пожарных рисков, оценки надежности оборудования при расчете рисков, связанных с техническими средствами реализации производственных процессов.
--

Владеть: навыками постановки задачи вычислительного эксперимента с применением собственных математических моделей и специализированного программного обеспечения в целях получения данных для управления техногенным риском.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Общие понятия процесса моделирования.	7					3
Тема 1. Математическое моделирование как метод познания. Основные понятия, термины и определения. Классификация моделей. Физико-химические и эмпирико-статистические модели. Подходы к постановке задач расчета по математическим моделям.		2		2		
Тема 2. Вводные понятия. Общие принципы построения баз данных как источников данных при построении и реализации моделей. Специализированные базы данных в сфере охраны труда. Практическое занятие "Создание базы данных с помощью универсальной системы управления базами данных". Практическое занятие "Специализированные базы данных в сфере охраны труда: общие принципы построения и использования."		2	6	12		
Раздел 2. Элементы регрессионного и корреляционного анализа в математическом моделировании.						3
Тема 3. Физико-химические и эмпирико-статистические модели – методы разработки и области применения. Практическое занятие "Примеры моделей разного принципа построения: вычислительный эксперимент"		2	4	10		
Тема 4. Сбор и статистическая обработка данных о параметрах рабочей среды и уровнях травматизма и заболеваемости. Анализ данных и построение эмпирических моделей статистическими методами. Практическое занятие "Предварительный анализ объекта исследования". Практическое занятие "Методы построения эмпирических моделей и оценка их адекватности".		2	8	24		
Тема 5. Оценка взаимосвязи параметров рабочей среды и последствий методами корреляционного анализа. Практическое занятие "Оценка корреляционной связи между выборками данных различной природы".		2	4	20		
Раздел 3. Моделирование техногенных ЧС, при эксплуатации объектов экономики						3

Тема 6. Моделирование техногенных ЧС связанных с разгерметизацией оборудования под давлением. Практическое занятие "Применение специального программного обеспечения для проведения расчетов по методике оценки последствий взрыва, показателей степени поражения людей и объектов экономики (взрыв парогазового облака в закрытом помещении, взрыв парогазового облака на открытом пространстве)".		2	4	23,75		
Тема 7. Моделирование техногенных ЧС связанных с пожарами разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ). Практическое занятие "Оценка последствий пролива ЛВЖ. Расчет зон негативного воздействия поражающих факторов при проливе ЛВЖ".		2	4	20		
Тема 8. Оценка последствий пролива аварийно химически опасных веществ (АХОВ). Практическое занятие "Расчет зон негативного воздействия поражающих факторов при разгерметизации оборудования, содержащего АХОВ".		2	2	20		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	131,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		48,25		131,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Основной целью курсовой работы является привитие студентам навыков самостоятельной постановки и реализации задачи математического моделирования на основании моделей разного типа - физико-химических и эмпирико-статистических и их применение в профессиональной деятельности.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Типовая тематика курсовой работы включает решение задач нескольких типов:

- 1) математическое моделирование аварийных процессов на опасных производственных объектах в целях прогнозирования негативных последствий аварий;
- 2) выбор программного обеспечения для определения коэффициентов эмпирических уравнений и решение задачи аппроксимации таблично заданной функции - выборочных данных в сфере техносферной безопасности;
- 3) корреляционных анализ данных, например, параметров рабочей среды и уровня профессиональных заболеваний.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Выбор способа реализации заданий курсовой работы (язык программирования, автоматизированная среда моделирования и расчета, математические программы) – по желанию студента. Рекомендуемые средства реализации – Mathcad, MS Excel.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом от 20 стр., включая тексты разработанных программных продуктов. Пояснительная записка выполняется в текстовом редакторе с соблюдением правил оформления по ГОСТ 7.32-2017. При защите курсовой работы обучающимся должны быть продемонстрированы работоспособные программные продукты.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4	Приводит общее определение математической модели и описание ее параметров, элементы классификации, характеризует подходы к постановке задачи расчета по моделям, определяет роль	Вопросы для устного собеседования. Практико-ориентированные

	математического моделирования в технологических расчетах и научных исследованиях; описывает доступное программное обеспечение для построения вероятностных моделей при оценке надежности оборудования и техногенного риска. На основании нормативных методик анализирует и разрабатывает модели опасных процессов в техносфере и чрезвычайных ситуациях, определяет структуру исходных данных, описывает цель и предположительный результат расчета по моделям. Выбирает программное обеспечение для реализации математических моделей или использует типовое для постановки вычислительного эксперимента, расчетным путем оценивает последствия аварий на опасных производственных объектах, расчетным путем подбирает параметры средств защиты, анализирует результат для управления техногенным риском.	
ПК-2	Приводит определение реляционной базы данных (БД), описывает типовую структуру таблиц, свойства полей и типы данных, хранящихся в полях таблиц; поясняет особенности работы БД для обеспечения целостности данных. Перечисляет основные информационные ресурсы в сфере охраны труда и описывает их назначение. Выбирает и использует информационные системы в сфере охраны труда и выполняет операции по поиску и извлечению необходимой информации из БД. Применяет универсальную систему управления базой данных для проектирования собственной базы данных для использования ее в своей профессиональной деятельности.	Вопросы для устного собеседования. Практико-ориентированные задания.

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)		Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы, применил разнообразные методы решения; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы не допущены погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.
4 (хорошо)		Обучающийся в полном объеме выполнил задание, представил решение задач разнообразными методами, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов, допущены нарушения или небрежность в оформлении работы.
3 (удовлетворительно)		Обучающийся в целом выполнил задание, представил решение всех задач, но проявил недостаточную самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, и потребовалась существенная помощь преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.

2 (неудовлетворительно)		Обучающимся представлена частично выполненная работа (решены не все задачи), при этом содержащая грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы.
Зачтено	Обучающийся своевременно выполнил индивидуальные задания на практических занятиях, представил результаты в виде рабочих листов Mathcad, защитил работы, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.	
Не зачтено	Обучающийся выполнил частично индивидуальные задания на практических занятиях, не в полном объеме представил результаты в виде рабочих листов Mathcad, не защитил работы и/или допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Общие понятия математического моделирования. Математические модели. Классификация.
2	Основные подходы к построению математических моделей.
3	Базы данных как информационное обеспечение математического моделирования. Принципы построения. Универсальные и специализированные системы управления базами данных.
4	Общие понятия о реляционных базах данных.
5	Универсальная СУБД MS Access. Структура таблиц, свойства полей, типы данных и организация связи между таблицами.
6	Основные компоненты СУБД MS Access - таблицы, формы, отчеты, запросы.
7	Физико-химические математические модели - общее понятие, основные составляющие.
8	Математическое моделирование процессов истечения из емкостей: принципы построения уравнений и особенности решения как пример построения физико-химической модели.
9	Эмпирико-статистические математические модели в автоматизированных расчетах. Исходные данные для построения моделей. Выбор формы уравнений. Общая постановка задачи построения моделей данного типа.
10	Основные понятия, применяемые при построении эмпирико-статистических моделей: независимые переменные, факторы, функции отклика, объем выборки, выборочные оценки и др.
11	Метод наименьших квадратов и его использование при оценке коэффициентов линейных регрессионных уравнений. Вывод системы уравнений.
12	Реализация оценки коэффициентов эмпирических уравнений в MS Excel и Mathcad (линейная регрессия общего вида, метод наименьших квадратов).
13	Методы машинного моделирования и пакеты прикладных программ для решения специальных задач.
14	Составление графической модели - "дерева причин" аварий происшедших на опасных производственных объектах.
15	Оценка последствий взрывов при разгерметизации оборудования под давлением.
16	Оценка последствий пожара при разливе (проливе) легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ).
17	Оценка зоны заражения при утечке аварийно химически опасных веществ (АХОВ).
18	Моделирование токсического поражения при утечке АХОВ.
19	Основные показатели применяемые для построение модели рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе.
20	Охарактеризуйте назначение, структуру данных в специализированных информационных системах в сфере охраны труда (ЕИСОТ, ФГИС СОУТ, Госуслуги, реестры и др.).

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Используя универсальную СУБД MS Access спроектируйте и создайте базу данных заданного назначения.
2. Предложите и реализуйте алгоритм оценки коэффициентов эмпирического уравнения для заданной таблицы наблюдений и предполагаемой формы уравнения.
3. Проанализируйте предложенные статистические данные (таблица наблюдений), выберите форму аппроксимирующего уравнения, возможные методы оценки коэффициентов и оцените их, оцените качество аппроксимации.
4. Оцените корреляционную связь между двумя таблично заданными распределениями данных.
5. Сформируйте выборку данных по заданной проблеме из специализированных баз данных по заданию преподавателя (ЕИСОТ, ФГИС СОУТ, Госуслуги, реестры и др.).
6. Используя специализированное программное обеспечение оцените риски поражения людей при аварии при заданных исходных условиях (разгерметизация емкостей под давлением, проливы ЛВЖ и др.).

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все индивидуальные задания, выданные на практических занятиях.

Предоставление и защита курсовой работы является обязательным условием допуска к зачету.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐

Письменная

☐

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- защита курсовой работы и прием зачета проводится в компьютерном классе;
- время на подготовку к устному собеседованию составляет 20 минут, на выполнение практического задания на компьютере – до 45 минут;
- при защите курсовой работы демонстрация студентами работоспособных программных продуктов, представленных в пояснительной записке, обязательна.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Потоцкий, Е. П.	Моделирование в охране труда	Москва: Издательский Дом МИСиС	2023	https://www.iprbooks.hop.ru/137541.html
Окунева, Г. Л., Рябцева, С. В.	Математическое моделирование систем и процессов	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/133720.html
Клинов, А. В., Малыгин, А. В., Анашкин, И. П., Минибаева, Л. Р.	Моделирование химико-технологических процессов в пакете Mathcad Prime	Казань: Издательство КНИТУ	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/136167.html
Цветова, Е. В.	Численное моделирование	Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/129295.html
Шапкарина, Г. Г.	Корреляционный анализ в системах управления	Москва: Издательский Дом МИСиС	2020	http://www.iprbookshop.ru/106882.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				

Воронина, П. В., Лалин, В. Н.	Математическое моделирование в задачах	Новосибирск: Новосибирский государственный университет	2023	https://www.iprbooks hop.ru/134573.html
Потоцкий, Е. П.	Моделирование в охране труда	Москва: Издательский Дом МИСиС	2022	https://www.iprbooks hop.ru/129508.html
Бугаев, Ю. В., Коробова, Л. А., Черняева, С. Н.	Исследование и моделирование информационных процессов и систем	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2022	https://www.iprbooks hop.ru/128225.html
Шифф В. К.	Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/ tp_ext_inf_publish.ph p?id=201950

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

Официальный интернет-портал правовой информации (федеральная государственная информационная система) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru>

СПС "Консультант Плюс"

Система электронных сервисов в сфере труда - <https://онлайнинспекция.рф>

Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда - <https://eisot.rosmintrud.ru/>

Справочная система Актон "Охрана труда" - <https://ot.action360.ru/>

Электронные ресурсы ВНИИ труда - <https://safe.vcot.info/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

Access RUS OLP NL Acdmc

Mathcad Education – University Edition Term

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска