

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.11

Моделирование процессов и объектов для решения специальных задач

Учебный план: 2025-2026 20.03.01 ИФСТЗ Охрана труда ЗАО №1-3-180.plx

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

Направление подготовки:
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Охрана труда
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
4	УП	4	32		1	
	РПД	4	32		1	
5	УП	8	96	4	3	Зачет
	РПД	8	96	4	3	
Итого	УП	4	128	4	4	
	РПД	4	128	4	4	

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:

С. В. Макаренко

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающихся в области математического моделирования процессов и объектов производственной и окружающей среды для принятия решений при управлении рисками в техносфере.

1.2 Задачи дисциплины:

- ознакомить с основными приемами разработки математических моделей природных и техногенных аспектов производственной среды и среды обитания человека;
- обучить применению информации о надежности технических систем в моделировании и оценке производственного риска;
- сформировать практические навыки использования методов математического моделирования развития аварий и других чрезвычайных ситуаций и соответствующего 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:

Техника и технология очистки газовых и водных сред

Информационные технологии

Теория горения и взрыва

Физика

Экология

Химия

Безопасность оборудования

Надежность технических систем и техногенный риск

Метрология и стандартизация

Управление профессиональными рисками

Методы и способы защиты от производственных опасностей

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4: Способен обеспечить организацию и проведение мероприятий, направленных на снижение уровней профессиональных рисков в организациях различного профиля

Знать: принципы построения физико-химических математических моделей, базирующихся на установленных научных закономерностях базовых дисциплин в области техники, технологии и охраны труда; принципы разработки и применения вероятностных моделей в оценке надежности технических систем и их роль в оценке профессиональных рисков.

Уметь: ставить задачу моделирования опасных процессов в техносфере и чрезвычайных ситуаций, оценки вероятности отказов оборудования при оценке рисков, связанных техническими средствами реализации производственных процессов.

Владеть: навыками использования численных методов решения уравнений и систем уравнений, применения специализированного программного обеспечения при решении профессиональных задач; использования математических моделей разного типа для прогнозирования развития негативных процессов в техносфере и количественной оценки техногенных рисков.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Общие понятия процесса моделирования	4				
Тема 1. Математическое моделирование как инструмент научных исследований и прогнозирования поведения объекта. Основные понятия, термины и определения. Классификация моделей. Физико-химические и эмпирико-статистические модели. Подходы к постановке задач расчета по математическим моделям. Обзор численных методов решения уравнений моделей.		2		16	
Тема 2. Моделирование опасных производственных объектов (ОПО) в целях проектирования, безопасной эксплуатации и оценки рисков при чрезвычайных ситуациях. Построение и использование математических моделей разного типа. Математический аппарат и программное обеспечение для получения эмпирических математических моделей.		2		16	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4		32	
Консультации и промежуточная аттестация - нет		0			
Раздел 2. Моделирование техногенных ЧС, при эксплуатации объектов экономики	5				
Тема 3. Моделирование техногенных ЧС связанных с разгерметизацией оборудования под давлением. Физико-химические и эмпирические модели в расчетах. 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	20	
Тема 4. 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	24	
Тема 5. Оценка последствий пролива аварийно-опасных химических веществ (АХОВ). Практическое занятие "Расчет зон негативного воздействия поражающих факторов при разгерметизации оборудования, содержащего АХОВ".			2	20	

Раздел 3. Моделирование ЧС связанных с отказом оборудования.				
Тема 6. Оценка последствий техногенной ЧС на гидрологическом сооружении.			16	
Тема 7. Оценка последствий ЧС связанной с отказом оборудования. Практическое занятие "Оценка техногенного риска с на основании показателей надежности производственного оборудования".		2	16	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		8	96	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		12,25	128	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

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	<p>Приводит общее определение математической модели и описание ее параметров, элементы классификации, характеризует подходы к постановке задачи расчета по моделям, определяет роль физико-химических и вероятностных моделей в оценке надежности технических систем и оценке рисков при возникновении ЧС.</p> <p>Формулирует постановку задачи моделирования развития ЧС на опасных производственных объектах при отказах оборудования, выделяет входные и выходные параметры моделей, предлагает форму моделей или выбирает уравнения из утвержденных методик расчетов, по возможности выбирает специализированное ПО для решения задачи оценки рисков.</p> <p>Применяет типовые численные методы и соответствующее программное обеспечение для расчетов по моделям, для оценки коэффициентов эмпирических математических моделей, подготавливает исходные данные для расчетов в среде специализированного программного обеспечения и выполняет расчеты.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся своевременно выполнил индивидуальные задания на практических занятиях, представил результаты в виде рабочих листов Mathcad и/или специализированного программного обеспечения, 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 и/или специализированного программного обеспечения, не защитил работы 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
Курс 5	
1	Общие понятия математического моделирования. Математические модели. Классификация.
2	Основные подходы к построению математических моделей. Физико-химические и эмпирические модели.
3	Физико-химические математические модели - общее понятие, основные составляющие.
4	Математический аппарат для решения уравнений и систем разного типа. Аналитическое и численное решение уравнений модели.
5	Типовые численные методы решения систем алгебраических уравнений. Программные средства общедоступные и специализированные.
6	Типовые численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и систем. Решение в MS Excel и Mathcad.
7	Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений - методы с фиксированным шагом и адаптивные.
8	Моделирование и расчет процесса перекачивания жидкостей по трубопроводу как пример физико-химической модели.
9	Моделирование процессов истечения жидкости из емкости. Решение системы дифференциальных уравнений математического описания.
10	Эмпирико-статистические математические модели в автоматизированных расчетах. Исходные данные для построения моделей. Выбор формы уравнений. Общая постановка задачи построения моделей данного типа.
11	Основные понятия, применяемые при построении эмпирико-статистических моделей: независимые переменные, факторы, функции отклика, объем выборки, выборочные оценки и др.
12	Метод наименьших квадратов и его использование при оценке коэффициентов линейных регрессионных уравнений. Вывод системы уравнений.
13	Реализация оценки коэффициентов эмпирических уравнений в MS Excel и Mathcad (линейная регрессия общего вида, метод наименьших квадратов).
14	Методы машинного моделирования и пакеты прикладных программ для решения специальных задач.
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) по математической модели.
18	Моделирование токсического поражения при утечке АХОВ.
19	Приведите примеры моделирования аварийных ситуаций на гидросооружениях.
20	Основные показатели применяемые для построения модели рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе. Сущность расчета рассеивания загрязняющих веществ от одиночного, линейного и площадного источника.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Предложите и реализуйте алгоритм оценки коэффициентов эмпирического уравнения для заданной таблицы наблюдений и предполагаемой формы уравнения.

2. Проанализируйте предложенные статистические данные (таблица наблюдений), выберите форму аппроксимирующего уравнения, возможные методы оценки коэффициентов и оцените их, оцените качество аппроксимации.

3. Оцените корреляционную связь между двумя таблично заданными распределениями данных, составьте рабочие листы с решением задачи в выбранном программном обеспечении.

4. Используя специализированное программное обеспечение оцените риски поражения людей при аварии при заданных исходных условиях (разгерметизация емкостей под давлением, проливы ЛВЖ и др.).

5. Для заданной схемы аспирации, интенсивностей отказов компонентов оборудования постройте "дерево неисправностей" и оцените риск отказа оборудования.

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.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

время на подготовку к устному собеседованию составляет 20 минут, на выполнение практического задания на компьютере – до 45 минут.

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				
Шифф В. К.	Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201950
Воронина, П. В., Лапин, 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

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 Акцион "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 Acdmс

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