

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 ОО №1-1-180.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: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Практ. занятия | | | | |
| 8 | УП | 18 | 36 | 89,75 | 0,25 | Зачет |
| | РПД | 18 | 36 | 89,75 | 0,25 | |
| Итого | УП | 18 | 36 | 89,75 | 0,25 | |
| | РПД | 18 | 36 | 89,75 | 0,25 | |

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 | Форма текущего контроля |
|--|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | | | |
| Раздел 1. Общие понятия процесса моделирования | 8 | | | | | 3 |
| 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. Практическое занятие "Типовые численные методы решения алгебраические уравнений и систем в электронных таблицах и математической среде Mathcad". Практическое занятие "Типовые численные методы решения систем дифференциальных уравнений в электронных таблицах и математической среде Mathcad". | | 2 | 8 | 8 | | |
| 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. | | 6 | 8 | 16 | | |
| Раздел 2. Моделирование техногенных ЧС, при эксплуатации объектов экономики | | | | | | |
| 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)". | | | | | 3 | |
| 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 | 4 | 18 | | | |

| | | | | | |
|---|-------|----|-------|--|---|
| Тема 5. Оценка последствий пролива аварийно-опасных химических веществ (АХОВ). Практическое занятие "Расчет зон негативного воздействия поражающих факторов при разгерметизации оборудования, содержащего АХОВ". | 2 | 4 | 12 | | |
| Раздел 3. Моделирование ЧС связанных с отказом оборудования. | | | | | |
| Тема 6. Оценка последствий техногенной ЧС на гидрологическом сооружении. Практическое занятие "Расчет последствий гидрологической ЧС. Методика расчета последствий ЧС на гидросооружениях". | 2 | 4 | 8 | | 3 |
| Тема 7. Оценка последствий ЧС связанной с отказом оборудования. Практическое занятие "Оценка техногенного риска с на основании показателей надежности производственного оборудования". | 2 | 4 | 11,75 | | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 18 | 36 | 89,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | 54,25 | | 89,75 | | |

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 |
|-----------|---|
| Семестр 8 | |
| 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 построение 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 Актион "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 |