Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Информационно-технологический университет»
(АНО ВО ИТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор АНО ВО ИТУ Лиджиев Б.С.

Сведения об электронной подписи
Подписано: Лиджиев Борис Саранович
Должность: ректор
Пользователь: blidzhiev

Утверждено протоколом
заседания кафедры
математики, информатики и естественно-научных дисциплин
№ 11 от 04.06.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Физико-химические процессы в техносфере

Для направления подготовки:
20.04.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
(уровень магистратуры)

Типы задач профессиональной деятельности:
проектно-конструкторский
организационно-управленческий

Направленность (профиль):
Экологическая безопасность и охрана труда

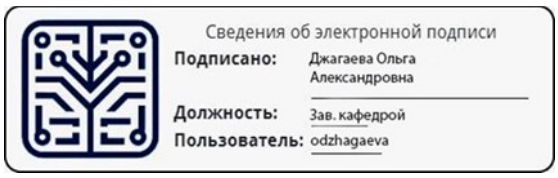
Форма обучения:
очная

г. Элиста, 2026

Разработчик: Даваева Цаган Дорджиевна, ,к.б.н.,

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры), утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 25 мая 2020 года № 678.

СОГЛАСОВАНО:
и.о. Зав.кафедрой математики, информатики
и естественно-научных дисциплин
АНО ВО ИТУ
к.пед.н, Горяев В. М.



Протокол заседания кафедры № 11 от 04 июня 2026 г.

Содержание

1 Цели и задачи дисциплины 4
2 Место дисциплины в структуре оп 4
3 Планируемые результаты обучения по дисциплине 4
4 Объем дисциплины и виды учебной работы 6
5. Содержание дисциплины 6
5.1 Структура дисциплины 6
5.2. Содержание разделов и тем 6
6. Методические указания по освоению дисциплины 8
6.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины 8
6.2 Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся) 9
6.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе обучающихся 11
7. Фонд оценочных средств (материалов) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине 12
7.1. Система оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, а также критерии выставления оценок, описание шкал оценивания 12
7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы 13
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 41
8.1. Рекомендуемая литература 41
8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «интернет» 42
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины 42
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 42

1 Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - обучение студентов использовать законы физики и математики при решении профессиональных задач для анализа протекающих в техносфере процессов.

Задачи дисциплины:

- сформировать системное понимание физико-хтмических моделей, описывающих опасные и потенциально опасные процессы в техносфере
- развить навыки математической формализации задач безопасности: от постановки физической задачи до выбора адекватного аппарата
- освоить численные и аналитические методы решения типовых задач, возникающих при анализе техногенных опасностей, и научиться критически оценивать достоверность расчётов, включая погрешности, граничные условия и упрощения моделей.
- научить использовать современные программные инструменты для моделирования физико-химических процессов в задачах обеспечения техносферной безопасности и уметь обосновывать выбор инструмента под конкретную задачу.
- подготовить к научно-исследовательской и проектной деятельности в профессиональной деятельности

2 Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Физико-химические процессы в техносфере» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить:

*профессиональные компетенции**:***

ПК-2. Способен обеспечить соответствие работ в области обращения с отходами требованиям экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности, охраны труда

Результаты освоения дисциплины, установленные индикаторы достижения компетенций

Наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Показатели (планируемые) результаты обучения
ПК-2. Способен обеспечить соответствие работ в области обращения с отходами требованиям экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности, охраны труда	ПК-2.1. Применяет требования нормативных правовых актов в области экологической, санитарно-эпидемиологической безопасности и охраны труда при обращении с отходами (выбросами, сбросами)	Знать: - закономерности распространения загрязняющих веществ в техносфере. Уметь: - разрабатывать методику обращения с загрязняющими веществами в техносфере. Владеть: - методиками оценки воздействия загрязняющих веществ на состояние техносферы.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Учебным планом предусматриваются следующие виды работы по дисциплине:

Вид учебной работы	Всего число часов и (или) зачетных единиц
	Очная
Аудиторные занятия	32
в том числе:	
Лекции	16
Практические занятия	12
Лабораторные работы	4
Самостоятельная работа	112
в том числе:	
часы на выполнение КР / КП	
Промежуточная аттестация:	
Вид	Зачет с оценкой– 1 сем.
Трудоемкость (час.)	
Общая трудоемкость з.е. / час.	**4 з.е. / 144 час.**

5. Содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины

Номер темы дисциплины	**Количество часов**			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа *(в т.ч. КР / КП)*
Раздел 1	2		4	16
Раздел 2	2	2		16
Раздел 3	2	2		16
Раздел 4	4	2		16
Раздел 5	2	2		16
Раздел 6	2	2		16
Раздел 7	2	2		16
Итого за семестр (часов)	16	12	4	112
Форма контроля	Зачет с оценкой			
Всего по дисциплине	**144 час. / 4 з.е.**			

5.2. Содержание разделов и тем

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Математическое моделирование распространения загрязняющих веществ в атмосфере	Основные понятия, термины и определения построение и анализ моделей переноса примесей, учёт метеорологических факторов и рельефа, а также применение результатов для оценки зон воздействия и обоснования санитарно-защитных зон на промышленных объектах.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
2	Тепломассообменные процессы при аварийных выбросах и пожарах	Закономерности теплопереноса и испарения опасных жидкостей, формирование тепловых потоков и конвективных облаков, расчёт опасных зон по температуре и тепловому излучению, а также методы снижения рисков для персонала и окружающей среды.
3	Гидродинамика и перенос примесей в водных объектах	Режимы течения дисперсия и сорбция загрязнителей, моделирование разбавления сточных вод и распространения нефтяных плёнок; результаты применяются для нормирования сбросов и проектирования очистных сооружений.
4	Диффузионно-сорбционные процессы в почвах и грунтах	Механизмы миграции в пористых средах, балансовые модели накопления и выноса, оценка глубины проникновения и времени достижения грунтовых вод; использование при проектировании рекультивации и барьеров на загрязнённых территориях.
5	Акустические и вибрационные поля в городской и производственной среде	Источники шума и вибрации, распространение волн в неоднородных средах, методы расчёта уровней звукового давления и виброускорения; на практике — для нормирования условий труда и акустического зонирования территорий.
6	Кинетика и термодинамика химических превращений в техносфере.	Скорость реакций, равновесные состояния, влияние температуры и давления, а также образование вторичных токсичных продуктов; используется для прогнозирования трансформации выбросов в атмосфере и оптимизации технологических процессов с точки зрения экологической безопасности.
7	Радиационные поля и ослабление ионизирующего излучения в материалах.	Законы ослабления, геометрия защиты, расчёт дозовых нагрузок и выбор материалов; применение при проектировании радиационной защиты и оценке безопасности объектов

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Изучение дисциплины проводится в форме лекций, практических и/или лабораторных занятий, организации самостоятельной работы обучающихся, консультаций.

Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над учебной дисциплиной.

Основной целью практических и/или лабораторных занятий является обсуждение наиболее сложных теоретических вопросов, их методологическая и методическая проработка, выполнение практических заданий.

Самостоятельная работа с учебной, учебно-методической и научной литературой, дополняется работой с тестирующими системами, тренинговыми программами, с информационными базами, электронными образовательными ресурсами в электронной

информационно-образовательной среде организации и сети Интернет.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- качественное освоение теоретического материала по изучаемой дисциплине, углубление и расширение теоретических знаний с целью их применения на уровне межпредметных связей;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков;
- формирование умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самообразованию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие научно-исследовательских навыков;
- формирование умения решать практические задачи (в профессиональной деятельности), используя приобретенные знания, способности и навыки.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса.

Самостоятельная работа предполагает инициативу самого обучающегося в процессе сбора и усвоения информации, приобретения новых знаний, умений и навыков и

ответственность его за планирование, реализацию и оценку результатов учебной деятельности. Процесс освоения знаниями при самостоятельной работе не обособлен от других форм обучения.

Самостоятельная работа по подготовке письменных работ должна:

- быть выполнена индивидуально (или являться частью коллективной работы);
- представлять собой законченную разработку (этап разработки), в которой анализируются актуальные проблемы по определенной теме и ее отдельных аспектов;
- отражать необходимую и достаточную компетентность автора;
- иметь учебную, научную и/или практическую направленность;
- быть оформлена структурно и логически последовательно;
- содержать краткие и четкие формулировки, убедительную аргументацию, доказательность и обоснованность выводов;

соответствовать этическим нормам (правила цитирования и парафраз; ссылки на использованные библиографические источники; исключение плагиата, дублирования собственного текста и использования чужих работ).

6.2 Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся)

Образовательный процесс включает в себя теоретическое обучение, все виды практик, воспитательную работу, мероприятия по комплексному сопровождению для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) с учетом их возрастных и индивидуальных особенностей.

Образовательная программа может быть адаптирована для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (адаптивная образовательная программа). Адаптивная образовательная программа разрабатывается на основании личного заявления обучающегося (законного представителя) и рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии и/или справке медико-социальной экспертизы, индивидуальная программа реабилитации или абилитации.

При разработке адаптивной образовательной программы учитываются особые образовательные потребности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов), исходя из особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) по их заявлению предоставляются специальные технические средства, программные средства и услуги ассистента (помощника), оказывающего необходимую техническую помощь.

При реализации адаптивной образовательной программы обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) предоставляются следующие возможности:

- использование специальных технических средств;
- обеспечение электронными образовательными ресурсами, использующими аудио сопровождение учебного материала;
- обеспечение электронными образовательными ресурсами с возможностью увеличения размера шрифта;
- обеспечение печатными образовательными ресурсами;
- особенности процедур аттестации.

При реализации адаптивной образовательной программы применяются следующие формы контроля и оценки результатов обучения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в зависимости от характера ограничений здоровья.

Для обучающихся с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.;
- при возможности, письменная проверка с использованием шрифта Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств: контрольные работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Для обучающихся с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.;
- при возможности, устная проверка с использованием специальных технических и программных средств, дискуссии, тренинги, круглые столы и др.

Для обучающихся с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств: контрольные работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.;
- устная проверка с использованием специальных технических средств: дискуссии, тренинги, круглые столы и др.;
- с использованием компьютера и специального программного обеспечения: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты и др.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими инвалидности и ОВЗ, если это не создает трудностей для обучающихся с

ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) и иных обучающихся при прохождении аттестации;

- присутствие в аудитории ассистента (помощника), оказывающего обучающимся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидам (детям-инвалидам) необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с экзаменатором);
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) в аудиторию, спортивный зал, санитарные и другие вспомогательные помещения.

По письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) продолжительность сдачи экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов), обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

6.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе обучающихся

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- качественное освоение теоретического материала по изучаемой дисциплине, углубление
и расширение теоретических знаний с целью их применения на уровне межпредметных связей;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков;
- формирование умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной
и специальной литературы, а также других источников информации;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самообразованию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие научно-исследовательских навыков;
- формирование умения решать практические задачи (в профессиональной деятельности), используя приобретенные знания, способности и навыки.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса.

Самостоятельная работа предполагает инициативу самого обучающегося в процессе сбора и усвоения информации, приобретения новых знаний, умений и навыков и ответственность его за планирование, реализацию и оценку результатов учебной деятельности. Процесс освоения знаний при самостоятельной работе не обособлен от других форм обучения.

Самостоятельная работа должна:

- быть выполнена индивидуально (или являться частью коллективной работы). В случае, когда СР подготовлена в порядке выполнения группового задания, в работе делается соответствующая оговорка;

- представлять собой законченную разработку (этап разработки), в которой анализируются актуальные проблемы по определенной теме и ее отдельных аспектов;

- отражать необходимую и достаточную компетентность автора;

- иметь учебную, научную и/или практическую направленность;

- быть оформлена структурно и в логической последовательности: титульный лист, оглавление, основная часть, заключение, выводы, список литературы, приложения,

- содержать краткие и четкие формулировки, убедительную аргументацию, доказательность и обоснованность выводов;

- соответствовать этическим нормам (правила цитирования и парафраз; ссылки на использованные библиографические источники; исключение плагиата, дублирования собственного текста и использования чужих работ).

7. Фонд оценочных средств (материалов) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1. Система оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, а также критерии выставления оценок, описание шкал оценивания

Критерии оценивания

4-балльная шкала и 2-балльная шкалы	**Критерии**
«Отлично» или «зачтено»	1. Полные и качественные ответы на вопросы, охватывающие все необходимые аспекты темы. Обучающийся обосновывает свои выводы с использованием соответствующих фактов, данных или источников, демонстрируя глубокую аргументацию. 2. Обучающийся успешно переносит свои теоретические знания в практическую реализацию. Выполненные задания соответствуют высокому уровню качества, включая использование правильных форматов, методологий и инструментов. 3. Обучающийся анализирует и оценивает различные аспекты темы, демонстрируя способность к критическому мышлению и самостоятельному исследованию.
«Хорошо» или «зачтено»	1. Обучающийся предоставляет достаточно полные ответы на вопросы с учетом основных аспектов темы. Ответы обучающегося имеют ясную структуру и последовательность, делая их понятными и логически связанными. 2. Обучающийся способен применить теоретические знания в практических заданиях. Выполнение задания в целом соответствует требованиям, хотя могут быть некоторые недочеты или неточные выводы по полученным результатам. 3. Обучающийся представляет хорошее понимание темы вопроса, охватывая основные аспекты и направления ее изучения. Ответы обучающегося содержат достаточно информации, но могут быть некоторые пропуски или недостаточно глубокие суждения.
«Удовлетворительно» или «зачтено»	1. Ответы на вопросы неполные, не охватывают всех аспектов темы и не всегда структурированы или логически связаны. Обучающийся предоставляет верные выводы, но они

	недостаточно аргументированы или основаны на поверхностном понимании предмета вопроса. 2. Обучающийся способен перенести теоретические знания в практические задания, но недостаточно уверен в верности примененных методов и точности в их выполнении. Выполненное задание может содержать некоторые ошибки, недочеты или расхождения. 3. Обучающийся охватывает большинство основных аспектов темы вопроса, но демонстрирует неполное или поверхностное их понимание, дает недостаточно развернутые объяснения.
«Неудовлетворительно» или «не зачтено»	1. Обучающийся отвечает на вопросы неполно, не раскрывая основных аспектов темы. Ответы обучающегося не структурированы, не связаны с заданным вопросом, отсутствует их логическая обоснованность. Выводы, предоставляемые обучающимся, представляют собой простые утверждения без анализа или четкой аргументации. 2. Обучающийся не умеет переносить теоретические знания в практический контекст и не способен применять их для выполнения задания. Выполненное задание содержит много ошибок, а его результаты не соответствуют поставленным требованиям и (или) неправильно интерпретируются. 3. Обучающийся ограничивается поверхностным рассмотрением темы и не показывает понимания ее существенных аспектов. Ответ обучающегося частичный или незавершенный, не включает анализ рассматриваемого вопроса, пропущены важные детали или связи.

7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Темы для доклада

Темы для доклада

1. Математическое моделирование распространения загрязняющих веществ в атмосфере: уравнения турбулентной диффузии и их применение для оценки зон риска.
2. Тепловые процессы при пожарах в замкнутых помещениях: расчёт динамики температуры и теплового потока.
3. Моделирование распространения ударной волны при взрыве: газодинамические уравнения и оценка зон поражения.
4. Физико-химические основы фильтрации вредных примесей в пористых средах: уравнение Дарси и его модификации.
5. Расчёт рассеивания выбросов промышленных предприятий с учётом рельефа местности и метеорологических условий.
6. Моделирование переноса взвешенных частиц в водных объектах: конвективно-диффузионные уравнения и оценка загрязнения водоёмов.

7. Физические основы и математическое описание процессов горения и детонации: критерии перехода от горения к детонации.
8. Расчёт полей напряжений и деформаций в конструкциях при аварийных нагрузках: применение метода конечных элементов.
9. Моделирование тепломассопереноса в системах вентиляции при аварийных выбросах токсичных газов.
10. Уравнения теплопроводности и расчёт прогрева строительных конструкций при пожаре.
11. Физико-химическое описание процессов коррозии металлов в агрессивных средах и прогнозирование ресурса оборудования.
12. Моделирование акустического загрязнения городской среды: волновые уравнения и расчёт уровней шума.
13. Расчёт радиационного теплообмена в условиях пожара: законы излучения и их применение в инженерных расчётах.
14. Математические модели распространения электромагнитных полей вблизи высоковольтных линий и оценка воздействия на человека.
15. Моделирование фильтрации и миграции радионуклидов в грунтах: уравнения адсорбции-десорбции и дисперсии.
16. Физико-химические основы расчёта устойчивости склонов и прогнозирования оползневых процессов.
17. Моделирование гидродинамических процессов при прорыве плотин: уравнения Сен-Венана и оценка зоны затопления.
18. Расчёт тепловыделения и газообразования при термическом разложении полимерных материалов.
19. Математическое описание процессов седиментации и коагуляции аэрозолей в атмосфере.
20. Моделирование процессов теплопередачи через ограждающие конструкции зданий при экстремальных температурах.
21. Физико-химические модели испарения и распространения легковоспламеняющихся жидкостей на открытой площадке.
22. Расчёт параметров ударно-волнового воздействия при падении метеорита или техногенном взрыве.
23. Моделирование диффузии газов через строительные материалы: закон Фика и оценка проникновения токсичных веществ.
24. Математическое описание процессов теплообмена при кипении и конденсации в технологических установках.
25. Физико-химические основы расчёта рассеивания аэрозольных частиц при выбросах с промышленных площадок.
26. Моделирование динамики развития пожара в лесных массивах: уравнения переноса тепла и массы в растительном покрове.
27. Расчёт напряжённо-деформированного состояния трубопроводов при температурных и механических воздействиях.
28. Математические модели фильтрации воздуха в системах очистки: эффективность улавливания частиц разного размера.

29. Физико-химическое описание процессов электростатической зарядки и воспламенения пылевоздушных смесей.
30. Моделирование распространения вибраций в грунтах от транспортных потоков и промышленных объектов.
31. Расчёт теплового баланса и микроклимата в производственных помещениях при аварийных режимах работы оборудования.
32. Физико-химические основы оценки устойчивости инженерных сооружений при сейсмических воздействиях.
33. Моделирование массопереноса при утечке хладагентов из холодильных установок и оценка токсикологического риска.
34. Расчёт параметров испарения и рассеивания сжиженных газов при разгерметизации ёмкостей.
35. Математические модели прогнозирования накопления вредных веществ в почве и оценки долговременного экологического риска.

Примеры тестовых заданий

1. Какой параметр характеризует способность вещества проводить тепло?

   а) теплоёмкость

   б) **теплопроводность**

   в) температуропроводность

   г) энтальпия

2. Что описывает уравнение Фурье в контексте физико-химических процессов в техносфере?

   а) перенос импульса в вязкой среде

   б) диффузию примесей в атмосфере

   в) **перенос теплоты за счёт теплопроводности**

   г) движение жидкости под действием силы тяжести

3. Какой критерий используют для оценки соотношения конвективного и молекулярного переноса тепла?

   а) критерий Рейнольдса

   б) **критерий Пекле**

   в) критерий Фруда

   г) критерий Архимеда

4. Какой процесс лежит в основе рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на больших расстояниях?

   а) теплопроводность

   б) конвекция

в) **турбулентная диффузия**

г) адсорбция

5. Что определяет критерий Нуссельта?

   а) режим течения жидкости (ламинарный/турбулентный)

   б) соотношение сил инерции и вязкости

   в) **интенсивность конвективного теплообмена на границе раздела сред**

   г) соотношение гравитационных и вязких сил

6. Какой закон описывает диффузионный поток вещества через градиент концентрации?

   а) закон Ньютона для вязкого трения

   б) закон Стефана–Больцмана

   в) **закон Фика**

   г) закон Фурье

7. Что характеризует критерий Био в задачах теплопереноса?

   а) соотношение теплопроводности и теплоёмкости материала

   б) интенсивность излучения поверхности

   в) **соотношение внутреннего термического сопротивления тела и внешнего сопротивления теплоотдачи**

   г) скорость распространения температурного возмущения в среде

8. Какой тип математической модели чаще всего применяют для описания распространения примеси в реке с учётом течения и турбулентного перемешивания?

   а) алгебраическая модель без учёта времени

   б) обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка

   в) **уравнение в частных производных параболического типа (конвекция-диффузия)**

   г) система линейных уравнений для стационарного режима

9. Что отражает критерий Грасгофа в задачах свободной конвекции?

   а) отношение сил давления к силам вязкости

   б) отношение кинетической энергии потока к потенциальной

   в) **отношение подъёмной силы из-за разности плотностей к силам вязкости**

   г) отношение теплового потока к работе сил трения

10. Какой подход используют для численного решения нестационарных задач теплопереноса в сложных геометриях при оценке опасных факторов в техносфере?

    а) аналитическое интегрирование без упрощений

    б) метод размерностей без расчётов

в) **метод конечных разностей или метод конечных элементов**

г) прямое измерение без моделирования

Примеры лабораторных работ
Лабораторная работа №1.

«Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе»

Раздел программы: Раздел 1 (Математическое моделирование распространения загрязняющих веществ в атмосфере).

Цель: Освоить методику расчёта рассеивания промышленных выбросов в атмосфере с использованием нормативных онлайн-калькуляторов и оценить зоны воздействия для обоснования санитарно-защитных зон.

Задание: С помощью онлайн-сервиса задать параметры источника выброса (высота трубы, диаметр устья, скорость выхода газовоздушной смеси, температура, масса вещества). Рассчитать приземные концентрации загрязняющего вещества на различных расстояниях от источника. Определить расстояние, на котором достигается максимальная концентрация, и сравнить полученные значения с ПДК. Сформулировать вывод о необходимости санитарно-защитной зоны.

Обоснование: Работа направлена на формирование практических навыков применения математических моделей переноса примесей (индикатор ПК-2.1 — знание закономерностей распространения загрязняющих веществ). Использование готового онлайн-калькулятора позволяет сосредоточиться на анализе физического смысла результатов, а не на рутинных вычислениях.

Ресурсы и ссылки:

ЭкоОфицер — Расчёт рассеивания выбросов по МРР-2017 онлайн: https://ecoofficer.ru/calculators/dispersion (бесплатная регистрация, расчёт по действующей российской методике).

Calcal.ru — Бесплатные онлайн-калькуляторы (рассеивание по ОНД-86, ПДВ): https://calcal.ru/ (альтернативный инструмент без регистрации).

Лабораторная работа №2.

«Оценка миграции и сорбции загрязняющих веществ в почвах и грунтах»

Раздел программы: Раздел 4 (Диффузионно-сорбционные процессы в почвах и грунтах).

Цель: изучить механизмы миграции загрязнителей в пористых средах и освоить методы оценки накопления вредных веществ в почве с использованием специализированных веб-платформ.

Задание: в бесплатном веб-приложении задать тип почвы (например, песчаная, суглинистая), свойства загрязняющего вещества (коэффициент распределения, период

полураспада) и сценарий поступления (однократный или постоянный). Смоделировать динамику концентрации вещества в почвенном профиле с течением времени. Оценить глубину проникновения загрязнителя и время достижения грунтовых вод. Предложить барьерные или рекультивационные мероприятия.

Обоснование: работа развивает навыки формализации диффузионно-сорбционных процессов и оценки долговременного экологического риска (индикатор ПК-2.1 — владение методиками оценки воздействия загрязняющих веществ). Использование онлайн-платформы позволяет визуализировать результаты моделирования и критически оценить влияние параметров среды.

Ресурсы и ссылки:

SimpleBox4Planet (Enalos Cloud Platform) — веб-приложение для оценки распределения и накопления веществ в окружающей среде, включая почву: https://www.enaloscloud.novamechanics.com/proplanet/simplebox4planet/

INOWAS — веб-платформа для моделирования потока и транспорта загрязнителей в подземных водах и пористых средах (доступна после бесплатной регистрации): https://inowas.webspace.tu-dresden.de/

Примерные вопросы для зачета с оценкой

1. Раскройте понятие «физико-химическое моделирование процессов в техносфере».
2. Опишите основные этапы построения математической модели опасного процесса. Какие типы уравнений чаще всего используют на каждом этапе и почему?
3. Объясните, как законы сохранения массы, импульса и энергии применяются при описании техногенных процессов.
4. Дайте характеристику основным типам дифференциальных уравнений в частных производных, используемых для описания переноса в техносфере. Укажите, для каких опасных факторов каждый тип уравнения наиболее релевантен.
5. Поясните физический смысл граничных и начальных условий при моделировании опасных процессов.
6. Опишите методы численного решения уравнений, описывающих физико-химические процессы в техносфере
7. Раскройте понятие «критерии подобия» и их роль в моделировании техногенных процессов.
8. Объясните, каким образом физические процессы массопереноса и теплопереноса влияют на формирование опасных факторов на производстве (загазованность, перегрев, взрывоопасные концентрации).
9. Опишите физико-химические основы оценки распространения вредных веществ в атмосфере и водной среде. Какие параметры (скорость ветра, стратификация, турбулентность, плотность потока и т. д.) являются основными, и как они учитываются в моделях?
10. Раскройте подходы к оценке неопределённости и чувствительности результатов моделирования в задачах техносферной безопасности.

11. Объясните, как физические свойства материалов (теплопроводность, теплоёмкость, плотность, коэффициент диффузии) влияют на развитие опасных процессов (пожар, взрыв, утечка токсичного вещества).
12. Опишите физико-химические модели, используемые для оценки теплового воздействия на человека
13. Раскройте принципы моделирования акустических и вибрационных полей на рабочих местах. Какие уравнения и граничные условия применяются, и как с помощью моделей определяют соответствие условий труда гигиеническим нормативам?
14. Объясните, как моделируются процессы фильтрации и осаждения аэрозолей и пыли в системах вентиляции и очистки воздуха.
15. Опишите комплексный подход к моделированию аварийных ситуаций

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

1. Тарасова, Т. Ф. Физико-химические процессы в техносфере : учебное пособие / Т. Ф. Тарасова. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2024. — 139 с. — ISBN 978-5-7410-3271-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/153104/details
2. Крылова, О. К. Физико-химические процессы в техносфере : учебное пособие / О. К. Крылова, Н. Г. Черкасова. — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2022. — 110 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/146522/details
3. Шиян, Л. Н. Химия воды. Водоподготовка: учебное пособие / Л. Н. Шиян ; под редакцией Г. Г. Савельева. — 3-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 82 с. — ISBN 978-5-4497-1271-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/147315/details
4. Барняков, А. Ю. Радиация: виды радиации, источники и дозы: учебно-методическое пособие / А. Ю. Барняков, А. А. Катцин. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2024. — 40 с. — ISBN 978-5-7782-5147-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа IPR CMAPT: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/books/155429/details

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Информационно-справочные системы:

- http://www.garant.ru/ - справочная правовая система «Гарант»
- http://www.consultant.ru/ - справочная правовая система КонсультантПлюс

Библиотечные ресурсы:

- Стэндфордская философская энциклопедия https://philosophy.ru/
- Научная электронная библиотека. http://elibrary.ru
- Электронно-библиотечная система IPR SMART http://www.iprbookshop.ru
- Научная педагогическая библиотека им. К.Д. Ушинского - http://www.gnpbu.ru/

Современные профессиональные базы данных:

- Медиапортал «Российское образование» - https://ro-edu.ru/

- справочная база энциклопедий и словарей - https://gufo.me/

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АНО ВО ИТУ.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

АНО ВО ИТУ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определен в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов) (в случае наличия таких категорий, обучающихся) обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

1. Аудитория для проведения учебных занятий.
2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся.
3. Учебно-научная лаборатория техносферной безопасности.
4. Многофункциональная аудитория для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов (детей-инвалидов).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Программное обеспечение АНО ВО ИТУ, являющееся частью электронной информационно-образовательной среды и базирующееся на телекоммуникационных технологиях:

Программное обеспечение, необходимое для реализации дисциплины:

Лицензионное программное обеспечение (в том числе, отечественного производства):

Операционная система Windows Professional 10

ПО браузер – приложение операционной системы, предназначенное для просмотра Web-страниц

Свободно распространяемое программное обеспечение (в том числе отечественного производства):

Пакет офисных программ https://ru.libreoffice.org/ (отечественное ПО)

Мой Офис Веб-редакторы https://edit.myoffice.ru (отечественное ПО)

ПО OpenOffice.Org Calc.

http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

ПО OpenOffice.Org.Base

http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html

ПО OpenOffice.org.Impress
http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html
ПО OpenOffice.Org Writer
http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html
ПО Open Office.org Draw
http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html
ПО «Блокнот» - стандартное приложение операционной системы (MS Windows, Android и т.д.), предназначенное для работы с текстами;