

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03**

Массоперенос в воздушной и водной средах

Учебный план: ФГОС3++m200401-12\_23-12.plx

Кафедра: 31 Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Направление подготовки:  
(специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки:  
(специализация) Защита окружающей среды территориально-производственных комплексов

Уровень образования: магистратура

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				
2	УП	17	34	56,75	0,25	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	
Итого	УП	17	34	56,75	0,25	
	РПД	17	34	56,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 678

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Кандидат технических наук, доцент

Антонов И.В.

Епифанов А.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области знаний и представлений о процессах массопереноса в водной и воздушной средах и их взаимодействии применительно к сфере техносферной безопасности.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- знакомство студентов с механизмами формирования качества водной и воздушных сред и построения соответствующих моделей;
- обучение студентов методам и средствам расчёта переноса и трансформации загрязняющих веществ в водной и воздушных средах;
- знакомство с принципами обработки статистически эмпирического материала с точки зрения выявления закономерностей в виде теоретических линий связи, оценки погрешности этих связей.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Экологическое управление территориально-производственными комплексами

Учебная практика, ознакомительная практика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-4: Способен к проведению экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов, средств технологического оснащения, организационно-технических мероприятий**

**Знать:** методы оптимизации технологических и природоохранных сооружений.

**Уметь:** использовать методологию расчета и применения наилучших доступных технологий на основе экологически обоснованного и экономически оправданного выбора.

**Владеть:** составлением прогнозных расчетов экономической и технологической эффективности внедрения альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда.

### 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. Процессы переноса и превращения в водной среде	2					О
Тема 1. Виды источников загрязнения. Дифференциальные уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей. Типизация (формализация) источников загрязнения окружающей среды (форма, режим работы). Их алгоритмизация в расчетах диффузии примесей. Дифференциальные уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей в жидких средах. Расчет НДС для отдельных выпусков во внутренние морские воды и территориальное море Российской Федерации		4	8	14	ГД	
Тема 2. Расчет процессов переноса загрязняющих веществ в водотоках. Расчет процессов переноса загрязняющих веществ в водоемах. Возможности реализации моделей с помощью численных методов. Различие этих моделей от условий замыкания. Постановка начальных и граничных условий. Возможности, достоинства и недостатки этих моделей. Решение уравнений КДП и ПВ методом конечных разностей. Расчет поля концентраций. Коэффициенты диффузии.		5	10	14,75		
Раздел 2. Процессы переноса и превращения в воздушной среде						
Тема 3. Виды источников загрязнения. Дифференциальные уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей. Типизация (формализация) источников загрязнения окружающей среды (форма, режим работы, подвижные и неподвижные источники). Их алгоритмизация в расчетах диффузии примесей. Дифференциальные уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей в газовых средах. Различные виды дифференциальных уравнений переноса и турбулентной диффузии примеси (сохраняющаяся примесь, учет распада примеси, учет гравитационного осаждения).		4	8	14	ГД	О

Тема 4. Численные модели для атмосферного воздуха Возможности реализации моделей с помощью численных методов. Различие этих моделей от условий замыкания. Постановка начальных и граничных условий. Возможности, достоинства и недостатки этих моделей. Градиентный перенос (К-теория). Статистическая (Гауссова) теория. Численные методы решения. Вопросы устойчивости и сходимости решений. Сопряженные уравнения для простейшего уравнения диффузии. Проблемы оптимизации выбросов с помощью основных и сопряженных уравнений в простейшей модели. Практическое применение моделей, описывающих процессы переноса загрязняющих веществ в воздушной среде.	4	8	14		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	51,25		56,75		

#### 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	Обладает навыками идентификации процессов и разработки их рабочих моделей при составлении прогнозных расчетов экономической и технологической эффективности внедрения наилучших доступных технологий. Применяет модели качества водной и воздушной сред при оптимизации технологических и природоохранных сооружений. Способен оценивать и анализировать техногенные воздействия на экологические системы.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных закономерностей, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой.	Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой задачи, провел необходимые вычисления, корректно интерпретировал результаты.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные закономерности дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях и	Не смог решить предложенную задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя.

	определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством 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 2	
1	Градиентный перенос (К-теория)
2	Статистическая (Гауссова) теория
3	Факторы, влияющие на рассеивание выбросов
4	Расчет рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Основные положения. УПРЗА «Эколог». Расчет нагретых и холодных выбросов
5	Расчет нормативов НДВ. Содержание, этапы разработки
6	Расчет выбросов от котельной на программе «Котельные». Основы расчета. Исходные данные. Результаты расчета
7	Типизация источников загрязнения окружающей среды (форма, режим работы, подвижные и неподвижные источники). Их алгоритмизация в расчетах диффузии примесей
8	Расчет выбросов от автостоянок. Основы расчета. Исходные данные. Результаты расчета
9	Расчет рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Учет влияния застройки
10	Расчет выбросов от мест хранения и перегрузки на программе «Сыпучие материалы». Основы расчета. Исходные данные. Результаты расчета
11	Факторы, влияющие на движение воздушных масс в атмосфере
12	Расчет выбросов по программе УПРЗ «Эколог». Исходные данные, таблицы, результаты, основы расчета
13	Расчет нормативов допустимого сброса в реки. Основные положения. Особенности расчета. Учет неконсервативности веществ
14	Основные дифференциальные уравнения массопереноса загрязняющих веществ в водоемах
15	Уравнение турбулентной диффузии переноса загрязняющих веществ Типизация водных объектов, назначение, область применения
16	Расчет коэффициентов поперечной турбулентной диффузии
17	Расчет ветровых течений в водоемах. Основные зависимости
18	Расчет нормативов допустимого сброса в моря. Исходные данные, особенности расчета через рассеивающие водовыпуски
19	Расчет кратности основного и начального разбавления в морях, реках и озерах
20	Расчет нормативов допустимого сброса в озера. Исходные данные, источники информации о гидрологическом режиме
21	Начальные и граничные условия при решении задач переноса загрязняющих веществ в водных объектах
22	Основные математические методы решения задач переноса загрязняющих веществ в водных объектах. Расчет НДС от группы водовыпусков
23	Прямая и обратная задачи прогноза качества воды при расчете нормативов допустимых сбросов
24	Решение двумерного уравнения конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ методом конечных разностей

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Для отдельного водовыпуска действующего предприятия установить нормативы НДС (г/с, т/год) по следующим веществам:

1. Нефтепродукты:  $S_f=0,03$  мг/л, ПДК=0,05 мг/л,
2. Железо общее:  $S_f=0,03$  мг/л, ПДК=0,1 мг/л.  
Кратность начального разбавления = 1,98,  
Кратность основного разбавления = 2,63,  
Расход сточных вод 2,8 м<sup>3</sup>/с

2. Для действующего предприятия определить значение норматива на выбросы (НДВ г/с, т/год) для вещества - пыль.

Эффективность очистки выбросов,  $\varepsilon=25\%$ , Объем выброса,  $V=10$  м<sup>3</sup>/с, Высота трубы,  $H=25$  м, Температура воздуха,  $T_{возд}=-10$  С, Температура газовой смеси,  $T_{газ}=150$  С, Коэффициент, зависящий от температурной стратификации,  $A=160$ , ПДК=0,5 мг/м<sup>3</sup>

## 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»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку дается не более 45 минут. Во время зачета дается два вопроса и практико-ориентированное задание.

Преподаватель, для уточнения глубины овладения материалом, вправе задать дополнительный вопрос по пройденному за семестр курсу.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Келлер, А. В., Сидоренко, А. А., Ряжских, А. В., Костина, Т. И.	Основы математического моделирования	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2022	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/125968.html">https://www.iprbooks.hop.ru/125968.html</a>
Амосова, А. А., Амосов, Е. А.	Примеры моделирования экосистем	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/111770.html">https://www.iprbooks.hop.ru/111770.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Разинов, А. И., Суханов, П. П.	Процессы массопереноса с участием твердой фазы	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2012	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/62144.html">http://www.iprbooks.hop.ru/62144.html</a>
Алексеев, Е. В., Викулина, В. Б., Викулин, П. Д.	Моделирование систем водоснабжения и водоотведения	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2015	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/40194.html">http://www.iprbooks.hop.ru/40194.html</a>

Калинин, О. Н., Ганнова, Ю. Н., Кочина, Е. В.	Моделирование и прогнозирование состояния окружающей природной среды	Донецк: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbooks-hop.ru/92362.html">http://www.iprbooks-hop.ru/92362.html</a>
Мухутдинов, А. Р., Вахидова, З. Р., Файзуллина, М. Р.	Основы моделирования и оптимизации материалов и процессов в Microsoft Excel	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	<a href="http://www.iprbooks-hop.ru/96541.html">http://www.iprbooks-hop.ru/96541.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>  
 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

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