

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.07**

Техника и технологии ресурсосберегающих процессов

Учебный план: 2025-2026 18.03.02 ИПХиЭ ТиТРПиЗОС ОО 1-1-172.plx

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

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки:  
(специализация) Техника и технология ресурсосберегающих процессов и защита  
окружающей среды

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	Лаб. занятия				
6	УП	34	34	49	27	4	Экзамен
	РПД	34	34	49	27	4	
7	УП	16	32	71	29	5	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	16	32	71	29	5	
Итого	УП	50	66	120	56	9	
	РПД	50	66	120	56	9	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Петров Сергей Викторович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и  
промышленной экологии

\_\_\_\_\_

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области техники и технологии защиты гидросферы и атмосферы

### 1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть источники и технологии защиты гидросферы и атмосферы.

Ознакомить обучающихся с принципами выбора методов защиты гидросферы и атмосферы.

Ознакомить обучающихся с основными методами очистки промышленных сбросов и выбросов;

Раскрыть принципы устройства аппаратов и установок, используемых в процессах очистки промышленных сбросов и выбросов при решении задач техносферной безопасности;

Научить обучающихся рациональному выбору конструкций и технологий.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Обучающийся должен знать основы математики, физики, химии, физической химии, экологии, вредное воздействие химических веществ, технику водоочистки и водоподготовки

Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПК-1: Способен определять технологические решения, способствующие минимизации и (или) предотвращению негативного воздействия на окружающую среду

**Знать:** - основные технологические средства и технологии, направленные на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; основные принципы выбора и обоснования технологических схем.

**Уметь:** - производить выбор и технико-экономическую оценку технологических решений по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработки отходов.

**Владеть:** - методиками анализа и расчета аппаратов и сооружений; методами постановки и решения задач по определению технологических и экономических показателей работы установок и сооружений.

### ПК-2: Способен разрабатывать меры по очистке микроорганизмами- деструкторами почв, поверхностных и грунтовых вод и газовых потоков от промышленных загрязнений

**Знать:** - конструкции типовых аппаратов для реализации биотехнологических процессов с использованием микроорганизмов- деструкторов, в том числе для биологической очистки сточных вод, газовых выбросов в биофильтрах и биосорберах, компостирования твердых отходов.

**Уметь:** - производить обоснованный выбор оборудования для биологической очистки сточных вод, газовых выбросов от промышленных загрязнений.

**Владеть:** - навыками расчета оборудования для реализации биологических процессов очистки сточных вод и газовых выбросов от промышленных загрязнений

### ПК-4: Способен выполнять работы по модернизации и совершенствованию технологических процессов очистки газовых выбросов, сточных вод и обработки осадков

**Знать:** - основные технологические средства и технологии, направленные на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; основные принципы выбора и обоснования технологических схем.

**Уметь:** - производить выбор и технико-экономическую оценку технологических решений по очистке и обезвреживанию выбросов в атмосферу, сточных вод, переработки отходов.

**Владеть:** - методиками анализа и расчета аппаратов и сооружений; методами постановки и решения задач по определению технологических и экономических показателей работы установок и сооружений.

### 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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины. Проблемы со сточными водами и газовыми выбросами.	6						,ДЗ
Тема 1. Источники жидких и газовых выбросов, количество, основные загрязнители, трудности, возникающие от выбросов и сбросов. Основная терминология. Понятие о системах очистки. Краткое описание основных методов очистки. Свойства и применение воды человеком. Источники и основные загрязнения сточных вод по видам промышленности, энергетики, транспорта, городского и сельского хозяйства.		2			4		
Тема 2. Водоподготовка и водоочистка. Стадии водоочистки, локальные для цеха, предприятия и общегородская. Примерные схемы водоподготовки, локальной и общегородской систем очистки сточных вод. Практические работы. Изучение схем очистки сточной воды определённого типа		2	2		3	НИ	
Раздел 2. Механические методы очистки сточных вод							3
Тема 3. Колебания расхода и концентрации примесей в сточных водах, почему происходят и создаваемые этим проблемы. Усреднители, конструкции и принцип их работы. Расчёт усреднителей. Практические работы. Расчёт усреднителя.		1	2		2		
Тема 4. Грубая механическая очистка, процеживание, решётки, конструкции, принципы расчёта. Практические работы. Расчёт решёток.		1	2		2		
Тема 5. Отстойники, принцип действия, классификация, конструкции, основные параметры, принцип расчёта отстойников. Практические работы. Расчёт первичных и вторичных отстойников.		2	3		2		
Тема 6. Песколовки, назначение, конструкции, особенности. Практические работы. Расчёт песколовок.		1	2		2		
Тема 7. Нефтеловушки, проблемы с нефтепродуктами, свойства и вредность, способы грубой очистки воды отстаиванием и конструкции нефтеловушек. Практические работы. Расчёт нефтеловушек.	1	2		2			

Тема 8. Способы повышения эффективности отстаивания, тонкослойные отстойники, коагуляция и флокуляция, принципы работы, особенности, основные реагенты, кинетика отстаивания, способы подбора дозы.	1			2		
Тема 9. Фильтрование, основные принципы, фильтрующие материалы, конструкции фильтров, параметры работы и расчёт фильтров. Практические работы: Расчёт фильтров грубой очистки воды. Расчёт засыпных фильтров.	1	4		2		
Тема 10. Гидроциклоны и центрифуги, принцип действия, основные параметры, конструкции, расчёт и подбор. Практические работы. Расчёт гидроциклонов и/или центрифуг.	1	2		2		
Тема 11. Флотация, принцип действия, основные параметры, типы флотации, конструкции аппаратов, способы расчёта флотаторов. Практические работы. Расчёт флотаторов.	1	4		2	НИ	
Раздел 3. Физико-химические методы очистки сточных вод						
Тема 12. Мембранные методы, ультра и гиперфильтрация. Основные принципы, предназначение, возможности и ограничения, осмотическое давление, типы мембран, конструкции аппаратов, основные параметры и расчёт мембранных установок.	1			2		
Тема 13. Реагентные методы, назначение, особенности, конструкции, виды реагентных методов и типовые реагенты.	1			2		
Тема 14. Адсорбционные методы очистки воды, принцип действия, особенности, ограничения, основные адсорбенты, параметры адсорбции, применяемые установки, способы приготовления и регенерации адсорбентов, примеры применения.	1			2		
Тема 15. Ионообменная очистка, аниониты и катиониты, параметры ионообменной очистки, применяемые установки, особенности, достоинства и недостатки, приготовление ионитов и их регенерация.	1			2		3,
Тема 16. Каталитические и фото-каталитические методы очистки воды. Принципы методов, применяемые катализаторы, виды катализа, способы создания и состав катализаторов, применяемое оборудование, способы расчёта каталитических установок.	1			2		
Тема 17. Термические методы очистки сточных вод, упаривание, вымораживание, сжигание, огневая обработка, жидкофазное окисление, принципы, особенности, конструкции аппаратов.	1			2	НИ	
Раздел 4. Технологии очистки сточных вод от токсичных соединений						,0

Тема 18. Методы очистки сточных вод от сульфидов и меркаптанов, нефтепродуктов, фенолов, альдегидов.	1			2		
Тема 19. Удаление тяжёлых металлов из сточных вод	2			1		
Тема 20. Методы очистки сточных вод от соединений азота и фосфора	1			1	НИ	
Тема 21. Очистка сточных вод от токсичных соединений хлора, фтора, брома, иода	1			1		
Тема 22. Очистка сточных вод от органических соединений, поверхностно активных веществ, красителей.	1			1		
Раздел 5. Биологические методы очистки сточных вод						
Тема 23. Введение в биологическую очистку, основные принципы, предназначение, достоинства и недостатки, виды биологической очистки.	1			1		
Тема 24. Аэробная очистка, основные принципы, химизм процессов, биологические пруды, аэротенки, биофильтры, конструкции, особенности, достоинства и недостатки. Практические работы. 1. Расчёт аэротенка. 2. Расчёт биофильтра.	1	3		1		
Тема 25. Методы снижения содержания азота и фосфора в сточных водах при биологической очистке. Вред соединений азота и фосфора в водоёмах. Нитрификация и денитрификация, управление этими процессами в аэротенках, схемы разделения на зоны, возвратные потоки.	1			1		
Тема 26. Анаэробная очистка. Основные принципы, особенности, предназначение, ограничения, химизм процессов, стадии анаэробного разложения, метантенки, их конструкция и особенности работы, биогаз, способы его улавливания и очистки от аммиака, углекислого газа и сероводорода. Практические работы. Расчёт метантенка.	1	3		1		3,0
Тема 27. Бактериальные загрязнения, их типы, вред, способы борьбы, методы обеззараживания хлором, его соединениями, озоном, пероксидом, ультрафиолетом, конструкции аппаратов, особенности, достоинства и недостатки, расчёт установок.	1			1		
Тема 28. Анализ системы очистки, как целого, возвратные потоки, материальный баланс аппаратов механической, физико-химической и реагентной очистки. Расчёт материального баланса системы в целом, его роль, основные методы расчёта. Практические работы. Расчёт материального баланса системы очистки сточной воды.	3	5		1	НИ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	34		49		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			24,5		
Раздел 6. Механическая очистка воздуха						

<p>Тема 29. Проблемы с загрязнением атмосферы, источники загрязнений, типы загрязнений и загрязняющие вещества, характеристика загрязнения воздуха в различных областях человеческой деятельности. Основные методы очистки воздуха. Вытяжная вентиляция, общее устройство, типы пылеприёмников, трубопроводы, основные характеристики, методы расчёта. Практические работы. Расчёт аспирационной установки. Лабораторная работа. Очистка сточных вод методом ультрафильтрации.</p>	1	3	5	4		
<p>Тема 30. Запылённый воздух, характеристики, типы пыли, свойства, концентрация, плотность, химический состав, распределение частиц по размерам, способы его измерения. Закономерности оседания частиц пыли в воздухе под действием постоянных сил, скорости оседания, силы тяжести, вязкости, Архимеда, критерии Рейнольдса и Архимеда и их связь. Пылевые камеры и пылевые мешки, конструкции, особенности, параметры, способы увеличения эффективности, способы расчёта. Практические работы. Расчёт пылеосадительной камеры.</p>	1	3		4		
<p>Тема 31. Циклоны и вихревые камеры, принципы действия, особенности, конструкции, параметры, принципы расчёта. Практические работы. Расчёт циклона.</p>	1	2		4		
<p>Тема 32. Фильтрация газов, основные принципы, физические основы, фильтровальные материалы, конструкции фильтров, особенности, параметры, способы расчёта фильтров. Очистка воздуха электрическим полем, электрофильтры, принцип действия, особенности, конструкции, параметры, способы расчёта. Практические работы. 1. Расчёт рукавного фильтра. 2. Расчёт электрофильтра. Лабораторная работа. Очистка сточных вод реагентными методами.</p>	1	5	5	4	НИ	
Раздел 7. Мокрое пылеулавливание						
<p>Тема 33. Основные принципы, достоинства и недостатки по сравнению с сухими методами, типы газопромывателей и их сравнение друг с другом. Принципы расчёта газопромывателей. Полые газопромыватели, конструкции, особенности, параметры, способы расчёта. Практические работы. Расчёт полого капельного скруббера.</p>	1	3		4		3

<p>Тема 34. Орошаемые циклоны с водяной плёнкой, принцип действия, особенности, конструкции, способы расчёта. Пенные пылеуловители, принцип действия, особенности, конструкции, параметры, способы расчёта. Практические работы. Расчёт пенного скруббера.</p>	1	3		4		
<p>Тема 35. Ударно-инерционные пылеуловители, принцип действия, особенности, конструкции, параметры, принципы расчёта. Скрубберы Вентури, принцип действия, особенности, конструкции, параметры, способ расчёта. Практические работы. Расчёт пылеуловителя ПВМ. Расчёт скруббера Вентури. Лабораторная работа. Очистка стоков от масел и нефтепродуктов.</p>	1	2	5	4	НИ	
<p>Раздел 8. Очистка воздуха от растворённых примесей</p>						
<p>Тема 36. Абсорбционная очистка. Основные принципы, физическая и хемосорбция, загрязнители и применяемые для них типы сорбентов. Описание равновесия и скоростей массообмена, уравнения конвективной диффузии, уравнения массоотдачи и массопередачи, диффузионные критерии Прандтля, Нуссельта и методы подобия и критериальные уравнения. Материальный баланс непрерывно действующих абсорбционных аппаратов, графическое изображение их работы, уравнения рабочих и равновесных линий, движущие силы абсорбции, расчёт расхода поглотителя в колонне. Практические работы: Расчёт материального баланса системы очистки воздуха от вредных примесей. Лабораторная работа. Определение анионов в водопроводной воде и катионов в сточной воде.</p>	1	2	5	4		3,0
<p>Тема 37. Конструкции массообменных аппаратов, колонные, насадочные, капельные, ситчатые, тарельчатые, с механическим перемешиванием, конструкции, особенности работы, применяемые гидродинамические режимы, параметры, расчёт абсорберов.</p>	1			4		

<p>Тема 38. Адсорбционная очистка. Основные принципы, применяемые сорбенты, способ их приготовления, характеристики сорбентов, плотность, насыпная плотность, пористость, удельная поверхность, изотермы сорбции и методы их расчёта и измерения, типы изотерм и применяемые для них уравнения, способы пересчёта изотерм сорбции на другое вещество и температуру по уже имеющимся стандартным данным. Динамика сорбции, сорбционная волна, критериальные уравнения для расчёта коэффициентов массоотдачи, расчёт времени защитного действия. Лабораторная работа. Изучение процесса фотодеструкции красителей.</p>	1		6	5		
<p>Тема 39. Адсорберы периодического действия с неподвижным слоем поглотителя, конструкции аппаратов, схема их включения, стадии работы, параметры и расчёт адсорберов. Адсорберы непрерывного действия с движущимся слоем, конструкции, особенности, материальный баланс и расчёт адсорберов.</p>	1			5		
<p>Тема 40. Термические окислительные методы, способы проведения, конструкции аппаратов особенности, достоинства и недостатки. Каталитические методы, принцип действия, гетерогенные катализаторы, состав активного, подложка, способы и область приготовления, способы проведения процессов очистки, конструкции аппаратов, методы экономии тепла. Кинетика и расчёт реакторов. Лабораторная работа. Изучение работы циклона.</p>	1		6	5	НИ	
<p>Раздел 9. Технологии очистки газовых выбросов</p>						
<p>Тема 41. Системы удаления оксидов азота из газовых выбросов. Практические работы. Расчёт тарельчатой абсорбционной колонны</p>	1	3		5		
<p>Тема 42. Методы очистки газовых выбросов от серосодержащих соединений. Окислительные, восстановительные, каталитические, сорбционные. Практические работы. Расчёт насадочной абсорбционной колонны</p>	1	3		5		3,0
<p>Тема 43. Очистка газовых выбросов от хлора, фтора и их летучих соединений</p>	1			5	НИ	
<p>Тема 44. Очистка отходящих газов от летучих органических соединений, нефтепродуктов, фенолов, крезолов, альдегидов, кислот, спиртов, кетонов. Практические работы. Расчёт адсорбера неподвижного слоя. Расчёт реактора каталитической очистки воздуха.</p>	1	3		5	НИ	

Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	32	71		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		4,5			24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		155			169		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** заключаются в развитии навыка выбора метода очистки сточных вод и выбросов и технологического оборудования для осуществления процесса. Эти навыки необходимы в предстоящей практической деятельности по специальности.

Основной задачей курсового проектирования является углубление и закрепление знаний по теоретической и практической частям курса «Техника и технологии ресурсосберегающих процессов» и более глубокому осмыслению сведений, полученных на учебных практиках.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Проектирование системы очистки сточной воды различных предприятий

Проектирование аспирационной установки

Проектирование системы очистки воздуха от пыли на различных предприятиях

Проектирование системы очистки воздуха от растворённых примесей на различных предприятиях

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

Работа выполняется самостоятельно, с использованием материалов по курсовому проектированию, данных, полученных в ходе производственной практики.

Результаты представляются в виде расчётно-пояснительной записки объемом 20-25 страниц, содержащей следующие обязательные элементы: введение, описание установки, технологический расчёт установки, список использованных источников. Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32–2017 «Отчет о научно-исследовательской работе».

#### 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-1	Перечисляет основные технологии и способы снижения содержания вредных веществ в промышленных, городских и сельскохозяйственных выбросах и сбросах, описывает их особенности, достоинства, недостатки и принципы выбора. Для заданного набора выбросов, сбросов или твёрдых отходов предприятия выбирает принцип и схемы очистки, обосновывает выбор с учётом технологических, экологических и экономических требований и ограничений. Для заданной схемы очистки анализирует и рассчитывает размеры основных аппаратов и режимы их работы, ставит и решает задачи определения технологических режимов, затрат сырья, материалов и энергии для работы отдельных установок и очистных сооружений в целом.	
ПК-2	Описывает конструкции основных аппаратов биологической очистки сточных вод - биологических прудов, полей орошения, аэротенков, метантенков, биофильтров, биоадсорберах для сточных вод, газовых выбросов и твёрдых отходов, принципы их работы, особенности, достоинства и недостатки. Для заданной системы выбросов, сбросов или твёрдых отходов на предприятии выбирает оборудование и систему биологической очистки, обосновывает сделанный выбор с учётом требуемой степени очистки, экономии затрат веществ, материалов и энергии. Для заданной системы биологической очистки выбросов, сбросов или твёрдых отходов рассчитывает размеры аппаратов, затраты энергии и вспомогательных материалов и реактивов, технологические режимы работы аппаратов.	
ПК-4	Описывает методы и технологию снижения вредного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду, перечисляет их принципы, устройство и схему работы, особенности, достоинства и недостатки, объясняет способы выбора оборудования с учётом специфики поставленной задачи, технологических, экологических, экономических условий и ограничений.	

	<p>Для сточных вод, газовых выбросов, твёрдых отходов заданного объёма и состава на предприятии предлагает систему очистки, обосновывает сделанный выбор с учётом степени очистки, затрат сырья, реактивов, энергии, времени, рабочих площадей.</p> <p>Для данной системы очистки рассчитывает размеры основных аппаратов, технологические режимы, затраты вспомогательных материалов, реагентов и энергии.</p> <p>Ставит и решает задачи определения технологических и экономических показателей работы аппаратов и системы в целом.</p>	
--	---	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.</p>	<p>Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы, применил разнообразные методы решения, в том числе сверх оговоренных в задании; 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</p>
4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</p> <p>Индивидуальное задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами. Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме выполнил задание на курсовую работу, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсового проекта допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.</p> <p>Обучающийся в полном объеме выполнил задание на курсовую работу, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсового проекта допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов, допущены нарушения или небрежность в оформлении пояснительной записки</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам, незнание (путаница) важных терминов..</p> <p>Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое.</p>	<p>Обучающийся в целом выполнил задание курсовой работы, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребовалась существенная помощь преподавателя; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения).</p> <p>Обучающийся в целом выполнил задание курсовой работы, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребовалась существенная помощь преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплин.</p> <p>Непонимание заданного вопроса.</p> <p>Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.</p>	<p>Обучающимся представлена частично выполненная курсовую работу.</p> <p>Обучающимся представлена частично выполненная курсовую работу, при этом имеются грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы.</p>

	Содержание работы полностью не соответствует заданию.	Задание курсовой работы не выполнено, пояснительная записка не представлена
--	---	---

## 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 6	
1	Вода и ее физические характеристики. Группы сточных вод.
2	Решетки, их виды и назначение.
3	Песколовки, их устройство и назначение
4	Смесители, их назначение и использование в схемах очистки сточных вод.
5	Горизонтальные и вертикальные отстойники, их назначение и применение
6	Макро- и микросита в системах водоочистки
7	Гидроциклоны. Применение в системах очистки промышленных сбросов.
8	Баромембранные методы очистки природных и сточных вод.
9	Усреднители, их устройство и назначение
10	Центрифуги, их устройство и назначение
11	Флотационные методы очистки сточных вод.
12	Реагентная и безреагентная флотации
13	Флокулянты в технологии очистки стоков.
14	Безнапорная напорная флотация, ее назначение и аппаратное оформление.
15	Напорная флотация, ее назначение и аппаратное оформление.
16	Электрофлотация, механизм действия, область применения.
17	Флотация через пористые пластины и ее аппаратное оформление.
18	Ультрафильтрация и электродиализ.
19	Аэробный метод биохимического окисления органических загрязнений сточных вод.
20	Биоценоз активно ила. Механизм биохимической очистки сточных вод. Иловый индекс, биохимический показатель.
21	Биологическая пленка, ее микробиологический состав
22	Механизм биохимического окисления. Ферменты, их назначение.
23	Процессы нитрификации и денитрификации при биохимическом окислении органических загрязнений.
24	Удаление азота и фосфора в аэротенках.
25	Аэротенки – смесители, аэротенки – вытеснители, их устройство и назначение
26	Поля фильтрации, поля орошения, их устройство и назначение.
27	Биологические пруды в технологических схемах доочистки сточных вод
28	Биологические фильтры, их устройство и назначение.
29	Анаэробный метод биохимического окисления органических загрязнений сточных вод.
30	Аппараты, работающие в анаэробных условиях, их место в технологической схеме очистки сточных вод.
31	Схемы очистки бытовых и промышленных стоков от серосодержащих соединений.
32	Способы удаления из сточных вод азота и фосфора.
33	Выбор аппаратов и компоновки технологических схем для удаления тяжелых металлов из сточных вод
34	Методы обеззараживания сточных вод и их технологическая оценка
Семестр 7	
35	Дисперсный состав пыли. Остаток и проход.
36	Функции распределения и плотности распределения частиц по размерам
37	Аспирационные установки. Инерционные пылеуловители
38	Устройство и принцип действия центробежных пылеуловителей
39	Тканевые фильтры в системах газоочистки.
40	Устройство и принцип действия скрубберов.
41	Очистка газов в электрическом поле. Устройство принцип действия электрофильтра
42	Схемы промышленных установок очистки газов от твердых и жидких частиц.
43	Адсорбция. Механизм процесса. Промышленные адсорбенты.
44	Стадии процесса адсорбции. Десорбция. Расход теплоты. Конструкции адсорберов.
45	Применение адсорбции для очистки промышленных выбросов.

46	Абсорбция. Физическая абсорбция. Требования к абсорбентам. Десорбция
47	Абсорбция, сопровождающаяся химической реакцией. Учёт ускорения абсорбции. Конструкции и расчёт абсорберов.
48	Каталитические методы очистки промышленных выбросов примесей.
49	Катализаторы. Требования к катализаторам. Контактные аппараты
50	Схемы промышленных установок очистки газов от оксидов серы, азота и других соединений.
51	Методы обезвреживания стоков и выбросов от оксидов азота.
52	Технологические схемы очистки вентиляционных выбросов и сточных вод от органических веществ.
53	Технологические схемы установок очистки выбросов и водных потоков от хлора и фтора и их соединений различными методами

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

1. Через адсорбер периодического действия проходит 5000 м<sup>3</sup> воздуха, содержащего 10 г/м<sup>3</sup> ацетона. Концентрация ацетона на выходе из адсорбера 0,3 г/м<sup>3</sup>. Активность активного угля 5 %, диаметр адсорбера 2 м. Определить высоту слоя активного угля.
2. Рассчитать коэффициент массопередачи для газовой  $K_u$  и жидкой  $K_x$  фаз, если коэффициент массоотдачи для газовой фазы  $\beta_u = 2,2$  кмоль/м<sup>3</sup>ч, а для жидкой фазы  $\beta_x = 0,0197$  кмоль/м<sup>2</sup>ч мм рт.ст. константа фазового равновесия  $m = 29$ .
3. Определить средний суточный расход бытовых стоков для города с населением 220 000 человек, расположенного в средней полосе России. Коэффициенты неравномерности притока сточных вод: суточный 1,1; общий 1,25.
4. Расход воды в реке - 15 м<sup>3</sup>/с, концентрация взвешенных частиц в речной воде - 5 г/м<sup>3</sup>. Сточные воды с расходом 0,3 м<sup>3</sup>/с с концентрацией взвешенных частиц 200 мг/л поступают на очистную станцию. Определить предельно допустимое содержание взвешенных частиц в спускаемых сточных водах, если степень смешения 0,75, а допустимое увеличение содержания взвешенных частиц для этого водоема 0,25 г/м<sup>3</sup>.
5. Определить прирост ила в аэротенке при величине БПКполн поступающей сточной воды  $La = 170$  мг/л и концентрации взвешенных частиц  $b = 150$  мг/л

## 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»  
Успешная сдача лабораторного практикума  
Сдача и защита курсовой работы.

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

## 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>				
Гудков, А. Г.	Механическая очистка сточных вод	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86601.html">http://www.iprbookshop.ru/86601.html</a>
Витковская, Р. Ф., Петров, А. Н.	Техника и технология защиты окружающей среды. Биологическая очистка сточных вод	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102567.html">http://www.iprbookshop.ru/102567.html</a>

Панов В. П., Бусыгин Н. Ю.	Инженерная защита окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049</a>
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86588.html">http://www.iprbookshop.ru/86588.html</a>
Ветошкин, А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86614.html">http://www.iprbookshop.ru/86614.html</a>
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86589.html">http://www.iprbookshop.ru/86589.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Стрелков, А. К., Гриднева, М. А., Набок, Т. Ю., Дремина, Э. В.	Расчет и проектирование канализационных очистных сооружений	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/62893.html">http://www.iprbookshop.ru/62893.html</a>
Стрелков, А. К., Теплых, С. Ю.	Охрана окружающей среды и экология гидросферы	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20495.html">http://www.iprbookshop.ru/20495.html</a>
Панов В. П., Витковская Р. Ф.	Адсорбционно-каталитические процессы в защите окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2013	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1762">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1762</a>
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86590.html">http://www.iprbookshop.ru/86590.html</a>
Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78238.html">http://www.iprbookshop.ru/78238.html</a>
Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 1. Системное обращение с отходами	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78237.html">http://www.iprbookshop.ru/78237.html</a>
Рамзаева Л. П., Багров И. В., Власов П. П.	Проектирование производственных систем защиты окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2491">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2491</a>
Бусыгин, Н. Ю., Багров, И. В.	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102528.html">http://www.iprbookshop.ru/102528.html</a>

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

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
Microsoft Windows

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

Лабораторные стенды

Очистка сточных вод методом ультрафильтрации

Очистка сточных вод реагентными методами

Очистка стоков от масел и нефтепродуктов

Определение анионов в водопроводной воде и катионов в сточной воде

Изучение процесса фотодеструкции красителей

Изучение работы циклона

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