

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 11.01.2024 11:49:48
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
« 14 » 12 _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленности программ бакалавриата
Инженерная защита окружающей среды

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет инженерно-технологический

Кафедра инженерной защиты окружающей среды

Санкт-Петербург

2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Профессор Ивахнюк Г.К.

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды»
обсуждена на заседании кафедры инженерной защиты окружающей среды
протокол от «_21_» __11____2016г.

№ _3_

Заведующий кафедрой

Г.К. Ивахнюк

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «_12_» __12____2016г.

№ _4_

Председатель

В.В. Прояев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Техносферная безопасность»		Доцент Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	04
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	06
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	19
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	19
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	20
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	20
10.1. Информационные технологии	20
10.2. Программное обеспечение	20
10.3. Информационные справочные системы	20
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	21
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	21

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-14	способность определять нормативные уровни воздействий на человека и окружающую среду	Знать: понятия –окружающая среда, техносфера, биосфера, отходы промышленного производства, «безотходная технология», основные пути переработки отходов, снижения выбросов и сбросов. Уметь: творчески использовать основные понятия основ защиты окружающей среды
ПК-15	способность проводить измерение уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Знать: определение ПДК, МДК, ПДВ, ПДС, ХПК, БПК Уметь: творчески использовать данные понятия техногенного воздействия на человека, биосферу. Владеть: информацией об основных загрязнителях атмосферы, гидросферы, почвенного покрова биосферы.
ПК-16	способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ энергетического воздействия и комбинированного действия вредных веществ	Знать: определение ПДК, МДК, ПДВ, ПДС, ХПК, БПК Уметь: творчески использовать данные понятия техногенного воздействия на человека, биосферу. Владеть: информацией об основных загрязнителях атмосферы, гидросферы, почвенного покрова биосферы.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹.

Дисциплина «Теоретические основы защиты окружающей среды» (Б1.В.ДВ.10.01) относится к дисциплинам по выбору вариативной части и изучается на 3 и 4 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Процессы

¹ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

и аппараты химической технологии», «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности».

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалиста для производственно-технологической, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области инженерной защиты окружающей среды.

Задачи дисциплины - научить бакалавра теоретическим основам обоснования и разработки оборудования и технологий защиты окружающей среды, направленных на выделение и переработку вредных веществ, возвращения в производство ценных компонентов технологических выбросов, рассчитывать эффективность разрабатываемых процессов, использовать в работе современные методы подхода к экологической научно-технической информации, ее поиска и использования.

Курс входит в цикл специальных дисциплин и опирается на общенаучные дисциплины. Компетенции, освоенные на промежуточном этапе при изучении данной дисциплины будут развиваться далее в дисциплинах: «Методы и приборы контроля окружающей среды», «Защита в ЧС», производственной практике, выполнении ГИА, а знания умения и навыки будут использованы при изучении дисциплин; «Надзор и контроль в сфере безопасности», «Оценка воздействия предприятий на окружающую среду».

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	9/324
Контактная работа с преподавателем:	32
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	24
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	16
курсовое проектирование (КР или КП)	0
КСР	0
другие виды контактной работы	0
Самостоятельная работа	274
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	3 Кр+3 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	2 Экзамена (18)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основные определения и понятия	1	1	2	36	ПК-14
2.	Воздух, вода и энергия - главные компоненты промышленного производства и бытового потребления	1	1	2	34	ПК-14
3.	Физико-химические основы обезвреживания газовых выбросов	1	1	2	34	ПК-15
4.	Физико-химические методы осветления сточных вод	1	1	2	34	ПК-15
5.	Химические методы обезвреживания сточных вод	1	1	2	34	ПК-16
6.	Физико-химические методы очистки сточных вод	1	1	2	34	ПК-16
7.	Биохимические методы очистки сточных вод	1	1	2	34	ПК-16
8.	Переработка и утилизация твердых отходов	1	1	2	34	ПК-16

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные определения и понятия .</u> <u>Основные понятия. Технологические процессы.</u> <u>Сырье, вспомогательные материалы. Отходы.</u> <u>Вторичные материальные ресурсы.</u> <u>Комплексное использование сырья. Мало- и безотходные процессы. Критерии эффективности.</u> <u>Неэнтروпийный коэффициент использования ресурсов. Энергоэнтропийный анализ. Неизбежность загрязнения окружающей среды и невозможность создания идеальных, “безотходных” технологий. Воздействие промышленного производства на биогеоценозы.</u>	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Воздух, вода и энергия - главные компоненты промышленного производства и бытового потребления.</u></p> <p><u>Атмосферный воздух в процессах жизнеобеспечения биоценозов. Воздух на предприятиях различного профиля: среда для хранения и транспорта газов и аэрозолей; среда и сырье для химического синтеза; среда для транспорта тепловой и механической энергии; средство механического воздействия и среда аэро- и пневмосистем. Требования к чистоте воздуха в различных сферах его применения. Потребности в воздухе на предприятиях разного профиля.</u></p> <p><u>Состав примесей газовой среды в зонах воздухозабора предприятий. Пылевидные твердые примеси. Неорганическая пыль. Органические твердые примеси. Биогенные примеси. Жидкофазные и газообразные примеси. Особенности процессов и состав атмосферных выбросов различных предприятий. Транспортные средства и особенности их газообмена.</u></p> <p><u>Водопотребление и водоотведение. Водоподготовка и очистка сточных вод. Применение воды в различных схемах производственных и бытовых процессов. Требования к количеству и качеству воды. Вода как растворитель. Вода как транспортная среда. Вода в процессах механической обработки твердых материалов. Вода в процессах химического синтеза. Вода как теплоноситель /передача энергии/ и как рабочее тело тепловых машин. Вода в гравитационной гидроэнергетике /ГЭС/. Вода как среда обитания в биоценозах. Вода как внутренняя среда живых организмов. Санитарные требования и нормы. Источники водоснабжения и характеристики возможных загрязнений; их влияние на санитарные показатели. Запах и вкус. Мутность. Прозрачность. Цветность. Сухой остаток. Ионная сила раствора и электропроводность. Жесткость. Водородный показатель. Окисляемость /редокс-потенциал/. Растворенные газы. Неорганические сульфаты и хлориды. Другие показатели.</u></p> <p><u>Защита окружающей среды от энергетических воздействий. Принципы экранирования поглощения и подавления источников.</u></p>	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p>Физико-химические основы обезвреживания газовых выбросов</p> <p>Сущность и механизм абсорбции. Кинетика абсорбции газов. Физическая и химическая абсорбция. Абсорбционно-окислительные методы очистки газов. Типы абсорберов: поверхностные, барботажные, аэрозольные. Подбор абсорбентов. Циклические процессы. Циклические аппараты. Основы массопередачи и расчета абсорберов. Улавливание туманов. Физико-химические основы адсорбционной очистки газовых сред. Требования к адсорбционной способности адсорбентов. Механизм и кинетика процессов. Топохимические реакции, происходящие в системе, поглощающей газ-твердое тело. Рекуперация органических растворителей. Волокнистые адсорбенты. Регенерация сорбентов. Проблемы утилизации реагентов. Типы адсорберов. Основы расчета.</p> <p>Адсорбционно-каталитические методы очистки газовых сред. Требования к адсорбционной способности адсорбентов-катализаторов. Каталитическая активность адсорбент-каталитических систем. Кинетика процессов глубокого окисления на фильтрах катализаторах. Основные принципы конструирования аппаратов. Особенности адсорбционно-каталитического окисления примесей вентиляционных выбросов предприятий химической промышленности.</p> <p>Огневое обезвреживание газовых выбросов. Основные закономерности горения сильнозабалластированных газов. Сжигание подогретых газоздушных смесей. Огневое обезвреживание сероводородных газов, газов, содержащих органические растворители. Современные методы огневого обезвреживания вентиляционных выбросов.</p> <p>Очистка газов и воздуха от пыли. Санитарные требования к очистке выбрасываемых в атмосферу газов и воздуха от пыли. Дисперсный состав пыли, распределение и плотность частиц пыли, удельная поверхность, смачиваемость, слипаемость, абразивность пыли. Седиментационный анализ.</p> <p>Гравитационные и инерционные методы сухой очистки газов от пыли. Принципы расчета степени очистки в циклонах. Типы циклонов. Мокрое пылеулавливание. Общие закономерности. Гидроциклоны. Скрубберы. Пенные аппараты. Принцип расчета.</p>	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p><u>Физико-химические основы фильтрации газов.</u></p> <p><u>Аэрозоли. Механизм фильтрации газов через волокнистые перегородки, насыпной слой.</u></p> <p><u>Взаимодействие воздушного потока с пылевой частицей различной формы. Характеристики фильтровальных материалов. Насыпные, керамические, металлокерамические фильтры.</u></p> <p><u>Физические основы процесса регенерации фильтровальных перегородок. Технологические расчеты фильтровальных аппаратов.</u></p> <p><u>Разветвленные и коллекторные системы очистки. Особенности фильтрации пыли предприятий химической промышленности.</u></p> <p><u>Электрическая очистка газов.</u></p> <p><u>Физические основы электрической очистки газов. Движение частиц в электрофильтре.</u></p> <p><u>Осаждение загрязненных частиц. Типы и конструкции электрофильтров. Основы расчета процессов электрической очистки газов.</u></p>		Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p>Физико-химические методы осветления сточных вод.</p> <p>Гравитационные методы. Теоретические основы осаждения взвешенных примесей в потоке воды в неподвижной жидкости. Гравитационное осветление. Выделение из воды тонущих и всплывающих примесей. Влияние скорости потока, плотностей фаз, концентрации и формы взвесей. Особенности выделения волокнистых взвесей.</p> <p>Центрифугирование. Сепарация в гидроциклонах. Процессы, лежащие в основе очистки сточных вод в гидроциклонах и центрифугах. Напорные гидроциклоны, принцип действия, особенности гидродинамического режима.</p> <p>Гидродинамический режим открытых гидроциклонов. Области применения.</p> <p>Флотационные методы. Основы флотационной очистки с использованием различных способов получения газодисперсных систем. Импелерная, пенная, напорная, вакуумная виды флотации.</p> <p>Влияние различных факторов на закономерности выделения взвешенных частиц.</p> <p>Образование пены. Флокулирование ПАВ в пену. Действие флокулянтов. Основы расчета процессов флотации.</p> <p>Фильтрование. Сущность процесса, классификация фильтров по принципу действия: решетки, сетчатые фильтры, сита, стко, ткани, вибрационные и акстические фильтры, фильтры с намывным слоем, скоростные фильтры. Теоретические основы очистки фильтрованием через зернистые материалы.</p> <p>Кинетика осветления воды фильтрованием через зернистую загрузку. Влияние геометрической структуры пористой среды на процесс. Основы расчета загрузки фильтров.</p> <p>Фильтрующие материалы: кварцевый песок, антрацит, искусственные пористые материалы, естественные пористые материалы, отходы производства, плавающие зернистые материалы.</p> <p>Основы выбора фильтров. Факторы, определяющие эффективность работы фильтра на сточных водах с волокнистыми примесями и пути ее повышения.</p>	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<u>Химические методы обезвреживания сточных вод</u> <u>Нейтрализация сточных вод. Характеристика рН сточных вод различных предприятий.</u> <u>Реагентная и взаимная нейтрализация.</u> <u>Используемые реагенты. Нейтрализация путем фильтрации воды через загрузку нейтрализующих материалов. Нейтрализация отходящими газами производств. Методы химического восстановления.</u> <u>Обеззараживание сточных вод. Источники загрязнения воды микроорганизмами.</u> <u>Требования к хлорированию воды.</u> <u>Обеззараживание воды бактерицидными лучами. Фто-рирование и обесфторирование воды. Классификация методов дегазации воды, теоретиче-ские основы процесса. Физические методы дегазации.</u>	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<p><u>Физико-химические методы очистки сточных вод.</u></p> <p><u>Адсорбционная очистка промышленных сточных вод.</u></p> <p><u>Области применения и выбор адсорбента.</u></p> <p><u>Физико-химические основы адсорбции, кинетика и динамика процесса, влияние pH среды при очистке сточных вод сложного состава. Применение активных углей, пористых природных сорбентов, волокнистых материалов.</u></p> <p><u>Селективная адсорбция. Основные способы использования адсорбентов. Периодические и непрерывные процессы. Методы регенерации адсорбентов. Адсорбция красителей, вспомогательных гидросодержащих и органических растворителей.</u></p> <p><u>Ионнообменная очистка сточных вод.</u></p> <p><u>Перспективы использования ионнообменных методов для очистки сточных вод.</u></p> <p><u>Ионнообменное равновесие. Емкость ионитов.</u></p> <p><u>Кинетика и динамика ионного обмена.</u></p> <p><u>Умягчение воды с использованием ионитов.</u></p> <p><u>Катиониты, аниониты, амфолиты. Избирательность ионнообменников. Волокнистые иониты. Природные иониты. Использование ионитов для очистки сточных вод от органических и неорганических примесей.</u></p> <p><u>Методы регенерации ионитов и проблемы вторичных сточных вод.</u></p> <p><u>Экстракционные методы очистки.</u></p> <p><u>Области эффективного применения экстракции для очистки промышленных сточных вод.</u></p> <p><u>Выбор растворителя для экстракции органических соединений из сточных вод.</u></p> <p><u>Коэффициенты распределения веществ между экстрагентом и водой. Проблемы загрязнения воды экстрагентами. Кинетика экстракции.</u></p> <p><u>Методы экстрагирования: перекресточные, ступенчато-противоточные, непрерывно-противоточные. Электрохимические методы очистки.</u></p> <p><u>Электрохимическая коагуляция сточных вод.</u></p> <p><u>Растворимые электроды. Состав и свойства образующихся осадков. Электрофлотация.</u></p> <p><u>Аппаратура.</u></p> <p><u>Метод электрохимической деструкции.</u></p> <p><u>Сущность и теоретические основы процесса.</u></p> <p><u>Влияние основных факторов на процесс.</u></p> <p><u>Кинетика и механизм электрохимической деструкции.</u></p>	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p><u>Электрохимическая деструкция красителей. Продукты электрохимической деструкции органических красителей и их токсикологическая оценка. Принципы аппаратного оформления.</u></p> <p><u>Метод электрохимической деструкции. Сущность и теоретические основы. Основы окисления органических загрязнений в процессе гетерогенно-каталитического разложения активного ила. Технологическое оформление и аппаратура для осуществления процессов.</u></p> <p><u>Основы мембранных методов очистки. Мембраны и их функции. Кинетика и термодинамика процессов массопереноса. Диффузия растворенных веществ и мембранная проницаемость. Диффузия электролитов. Виды и области применения мембранных методов. Осмос и обратный осмос. Ультрафильтрация и электродиализ.</u></p> <p><u>Фотохимическая очистка сточных вод. Теоретические основы фотохимического разложения органических веществ. Источники излучения. Кинетика процессов. Фотохимическое окисление с использованием азота, пероксида водорода и др. химических реагентов. Разложение ПАВ. Принцип аппаратного оформления.</u></p> <p><u>Радиационно-полимеризационная очистка производственных стоков.</u></p> <p><u>Радиационное воздействие как альтернатива традиционным методам обработки. Природа радиационной полимеризации. Влияние пылающей дозы и мощности дозы, температуры, различных добавок. Гель-эффект и эффект последствия. Перспективы применения радиационно-полимеризационного метода очистки сточных вод от органических соединений различного класса.</u></p>		Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	<u>Биохимические методы очистки сточных вод</u> <u>Биохимические основы очистки сточных вод</u> <u>активным илом. Биохимические пре-вращения</u> <u>загрязнений неприродного происхождения.</u> <u>Кинетика биохимического окисления.</u> <u>Загрязнители. Состав и свойства активного ила.</u> <u>Обобщенная схема биологической очистки</u> <u>сточных вод и обработки образующихся</u> <u>осадков.</u> <u>Аэробная и анаэробная очистки. Аэротенки,</u> <u>окситенки. Устойчивость работы активного ила.</u> <u>Регенерация активного ила. Биологические</u> <u>пруды. Аэрируемые пруды. Области</u> <u>применения и основные параметры.</u> <u>Биофильтры. Конструкции, принцип действия,</u> <u>области применения. Биореакторы,</u> <u>биоадсорберы, биотенки, технологические</u> <u>параметры и области применения. Создание</u> <u>специфической микрофлоры активного ила.</u> <u>Технологические схемы биологической очистки.</u> <u>Обработка осадков сточных вод</u>	1	Слайд- презентация
8	<u>Переработка и утилизация твердых отходов</u> <u>Термическое обезвреживание отходов.</u> <u>Физико-химические основы процессов горения</u> <u>и карбонизации. Устройство типов</u> <u>инсинераторов для обезвреживания</u> <u>газообразных, жидких и твердых отходов.</u> <u>Эмиссия полихлорированных</u> <u>дибензодиоксинов.</u> <u>Вымораживание. Криотехнологии.</u> <u>Захоронение отходов.</u> <u>Классификация способов. Механическая</u> <u>переработка отходов. Классификация.</u> <u>Дробление. Измельчение. Смешение.</u> <u>Гранулирование.</u> <u>Капсулирование отходов.</u> <u>Свалки. Физико-химические основы</u> <u>функционирования и проектирование.</u> <u>Эффективность систем покрытия. Оценка</u> <u>вымывания загрязнителей на качество</u> <u>грунтовых вод. Захоронение в океане и</u> <u>скважинах.</u> <u>Биохимическая переработка твердых отходов.</u> <u>Классификация методов. Компостирование.</u> <u>Анаэробная ферментация. Гидрогенизация.</u> <u>Ферментативный гидролиз. Принципиальные</u> <u>технологические схемы.</u>	1	Слайд- презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные определения и понятия</u> Семинар: Основные определения и понятия в ТОЗОС	1	Групповая дискуссия
2	<u>Источники водоснабжения и характеристики возможных загрязнений; их влияние на санитарные показатели.</u> Семинар: Запах и вкус. Мутность. Прозрачность. Цветность. Сухой остаток. Ионная сила раствора и электропроводность. Жесткость. Водородный показатель. Окисляемость /редокс-потенциал/.	1	Групповая дискуссия
3	<u>Физико-химические основы обезвреживания газовых выбросов</u> Семинар: Физическая и химическая абсорбция. Абсорбционно-окислительные методы очистки газов. Типы абсорберов: поверхностные, барботажные, аэрозольные. Подбор абсорбентов. Циклические процессы. Циклические аппараты.	1	Групповая дискуссия
4	<u>Физико-химические методы осветления сточных вод.</u> Семинар: Флокулирование ПАВ в пену. Действие флокулянтов. Основы расчета процессов флотации. Фильтрация. Сущность процесса, классификация фильтров по принципу действия: решетки, сетчатые фильтры, сита, сток, ткани, вибрационные и акстические фильтры, фильтры с намывным слоем, скоростные фильтры.	1	Групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<u>Химические методы обезвреживания сточных вод</u> Семинары: Реагентная и взаимная нейтрализация. Используемые реагенты. Нейтрализация путем фильтрации воды через загрузку нейтрализующих материалов.	1	Групповая дискуссия
6	<u>Физико-химические методы очистки сточных вод.</u> Семинары: Выбор растворителя для экстракции органических соединений из сточных вод. Коэффициенты распределения веществ между экстрагентом и водой. Методы экстрагирования: перекресточные, ступенчато-противоточные, непрерывно-противоточные. Электрохимические методы очистки.	1	Групповая дискуссия
7	<u>Биохимические методы очистки сточных вод</u> Семинары: Биофильтры. Конструкции, принцип действия, области применения. Биореакторы, биоадсорберы, биотенки, технологические параметры и области применения.	1	Групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8	<u>Переработка и утилизация твердых отходов</u> Семинары: Биохимическая переработка твердых отходов. Классификация методов. Компостирование. Анаэробная ферментация. Гидрогенизация. Ферментативный гидролиз. Принципиальные технологические схемы.	1	

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ п/п	№ раздела дисциплин.	Тематика лабораторных занятий	Трудоемк. (час.)
1	7	Каталитическое окисление паров толуола	2
2	8	Определение растворимости газов в воде	2
3	9	Построение изопикны Шилова и выходной кривой	2
4	10	Снятие изотермы адсорбции стандартного пара бензола	2
5	12	Определение скорости седиментации взвешенных частиц	2
6	17	Изучение процесса флотации	2
7	18	Оценка эффективности фильтр-материалов	2
8	26	Изучение процесса ультрафильтрации	2

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные определения и понятия	34	-

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Источники водоснабжения и характеристики возможных загрязнений; их влияние на санитарные показатели.	34	-
3	Физико-химические основы обезвреживания газовых выбросов	34	КР-1
4	Физико-химические методы осветления сточных вод.	34	КР-2
5	Химические методы обезвреживания сточных вод	34	КР-3
6	Физико-химические методы очистки сточных вод.	34	КР-4
7	Биохимические методы очистки сточных вод	34	КР-5
8	Переработка и утилизация твердых отходов	36	КР-6

4.5 Контрольные работы.

В процессе обучения студенты проходят оперативный контроль по разделам дисциплины, который проводится в письменной форме: предусмотрены шесть контрольных работ. Примеры контрольных работ представлены ниже.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (для проверки знаний).

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

- 1) Ветошкин, А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учебное пособие для вузов по спец. «Инженерная защита окружающей среды» направления подготовки «Защита окружающей среды» / А.Г. Ветошкин. – М.: Высш. шк., 2008. – 397 с.: ил.
- 2) Гребенников, С.Ф. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие для заочного отделения / СПбГТИ(ТУ). Каф. инж. защиты окружающей среды. - СПб., 2009. Ч. 1 / С. Ф. Гребенников, Г. К. Ивахнюк, З. В. Капитоненко. - 159 с. (Электронная библиотека)
- 3) Ивахнюк, Г.К. Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие для заочного отделения / СПбГТИ(ТУ). Каф. инж. защиты окружающей среды. - СПб., 2009. Ч. 2 / Г. К. Ивахнюк, З. В. Капитоненко. - 128 с. (Электронная библиотека)

б) дополнительная литература

1. Расчет надежности технологических систем для обеспечения их экологической безопасности : Методические указания к лабораторным работам / СПбГТИ(ТУ).

Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов, Каф. инж. защиты окружающей среды ; сост. А. Е. Пунин и др. - СПб. : [б. и.], 2007. – 37с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Обучающиеся имеют доступ:

1. к локальной сети СПбГТИ(ТУ) (к сайту библиотеки - <http://bibl.lti-gti.ru/>);
2. к сети Интернет с информационно-справочными поисковыми системами и базами данных;
3. к научной электронной библиотеке «eLIBRARY» (www.elibrary.ru).
4. «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

сайт «НПО Техноконт» <http://www.technocont.ru>;

сайты фирм разработчиков АСУТП: www.adastra.ru; www.foit.ru;
www.metso.ru; www.siemens.ru;

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- видеоматериалы компании «НПО Техноконт»;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office Open (Microsoft Excel);

P.I.D. – expert станция инженерного сопровождения систем автоматического регулирования, версия 2.05 (демо-версия).

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 25 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

Лабораторное оборудование.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ПК-14	способность определять нормативные уровни воздействий на человека и окружающую среду	Промежуточный
ПК-15	способность проводить измерение уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Промежуточный
ПК-16	способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ энергетического воздействия и комбинированного действия вредных веществ	Промежуточный

**ПЕРЕЧЕНЬ
вопросов, выносимых на экзамен по учебной дисциплине
«Теоретические основы защиты окружающей среды»**

- 1) Основные источники и факторы техногенной безопасности.
- 2) Экологическая стратегия и политика развития производства. Создание принципиально новых и реконструкция существующих производств.
- 3) Основы обеспечения экологической безопасности.
- 4) Экологическая стратегия и политика развития производства. Создание замкнутых производственных циклов, замкнутых систем промышленного водоснабжения.
- 5) Экологическая стратегия и политика развития производства. Комбинирование и кооперация производств.
- 6) Экосистемы, природные территориальные комплексы и их свойства.
- 7) Управление экосистемами.
- 8) Возможности управления окружающей средой и биотой.
- 9) Воздействие промышленного производства на биогеоценозы.
- 10) Техногенные и экологические риски, концептуальные основы выбора их приемлемых уровней.
- 11) Методология обоснования уровней приемлемого риска.
- 12) Методы идентификации источников техногенной опасности при нормальном (регламентном) функционировании объектов.

² **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

³ этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

- 13) Методические основы оценки риска техногенных аварий.
- 14) Основные понятия по управлению безопасностью и риском.
- 15) Степень термодинамического совершенства технологических процессов.
- 16) Изменение энтропии в разных процессах.
- 17) Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.
- 18) Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики.
- 19) Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
- 20) Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность.
- 21) Вычисление фугитивности и коэффициента фугитивности реальных газов.
- 22) Активность и коэффициент активности.
- 23) Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия.
- 24) Уравнение изотермы и направление химической реакции.
- 25) Влияние давления на равновесие химической реакции. Принцип смещения равновесия.
- 26) Основные положения статистической термодинамики.
- 27) Энтропия и вероятность.
- 28) Термодинамические функции газов, обусловленные поступательным и электронным движениями.
- 29) Термодинамические функции газов, обусловленные вращательным движением молекул.
- 30) Термодинамические функции газов, обусловленные колебательным и другими видами движения молекул.
- 31) Константа равновесия химических реакций.
- 32) Теоретические основы промышленных методов очистки отходящих газов и сточных вод.
- 33) Теоретические основы промышленных методов переработки и использования отходов производства и потребления;
- 34) Методы ликвидации и захоронения опасных промышленных отходов.
- 35) Воздействие энергетики на окружающую среду. Изменение биоценоза водоема под воздействием теплового загрязнения.
- 36) Воздействие энергетики на окружающую среду. Влияние выбросов оксидов серы и азота на живые организмы.
- 37) Воздействие энергетики на окружающую среду. Кислотные дожди и их воздействие на растительность, почву, флору и фауну водоемов.
- 38) Воздействие энергетики на окружающую среду. Изменение биоценоза реки после строительства ГЭС.
- 39) Условие равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы.
- 40) Однокомпонентные гетерогенные системы. Диаграмма состояния воды.
- 41) Моно- и энантиотропные фазовые переходы.
- 42) Системы с эвтектикой.
- 43) Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе. Сложные диаграммы состояний.
- 44) Сложности нормирования антропогенного воздействия на экологические системы. Экологические и санитарно-гигиенические нормативы.
- 45) Нормирование концентрации загрязняющих веществ в воздухе (ПДК_{р.з.}, ПДК_{м.р.}, ПДК_{с.с.}).
- 46) Санитарно-защитные зона.
- 47) Виды водопользования.
- 48) Требования к качеству природных вод. ХПК и БПК.
- 49) Методологические принципы разработки санитарно-гигиенических ПДК для водных объектов. Лимитирующий признак вредности.
- 50) Парциальные молярные величины и их значение в термодинамике растворов.

- 51) Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.
- 52) Давление насыщенного пара компонента над раствором. Уравнения Рауля и Генри. Растворимость газов.
- 53) Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов.
- 54) Растворимость твердых веществ.
- 55) Осмотическое давление растворов.
- 56) Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Экстракция.
- 57) Определение активности и коэффициента активности компонентов раствора.
- 58) Перегонка летучих жидких смесей.
- 59) Ограниченно растворимые и практически взаимно нерастворимые летучие смеси.
- 60) Основные понятия и соотношения термодинамики растворов электролитов.
- 61) Потенциометрическое определение рН растворов.
- 62) Основные понятия химической кинетики. Скорость образования компонента и скорость реакции.
- 63) Моделирование химических процессов.
- 64) Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Закон действующих масс.
- 65) Зависимость скорости реакции от температуры. Определение энергии активации.
- 66) Неизотермическая кинетика. Определение кинетических параметров.
- 67) Двусторонние (обратимые), параллельные и последовательные реакции.
- 68) Сложные реакции в открытых системах.
- 69) Сопряженные и автокаталитические реакции.
- 70) Кинетика реакций в растворе. Диффузионный механизм кинетики.
- 71) Теория активированного комплекса или переходного состояния.
- 72) Теория абсолютных скоростей реакций.
- 73) Основные понятия кинетики цепных реакций.
- 74) Горение и взрыв.
- 75) Фотохимические реакции.
- 76) Радиационно-химические реакции.
- 77) Кинетика гетерогенных реакций.
- 78) Кинетика электрохимических реакций.
- 79) Основные понятия гомогенного катализа.
- 80) Гомогенный катализ в газовой фазе.
- 81) Основные положения теории гетерогенного катализа.
- 82) Макрокинетика гетерогенного катализа.
- 83) Нормирование концентрации загрязняющих веществ в почве.
- 84) Предельно допустимый выброс. ВСВ.
- 85) Предельно допустимый сброс (вывод уравнения).
- 86) Коагуляция и флокуляция.
- 87) Флотация.
- 88) Адсорбция.
- 89) Ионный обмен.
- 90) Экстракция.
- 91) Обратный осмос и ультрафильтрация.
- 92) Десорбция, дезодорация и дегазация.
- 93) Теоретические основы электрохимических методов очистки сточных вод.
- 94) Биохимические методы очистки сточных вод.
- 95) Термоокислительные методы обезвреживания сточных вод.

96) Источники и классификация твердых отходов.

97) Термодинамическая эффективность интенсификации процессов химической технологии при защите окружающей среды.

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает - понятия – окружающая среда, техносфера, биосфера, отходы промышленного производства, «безотходная технология», основные пути переработки отходов, снижения выбросов и сбросов. Умеет - творчески использовать основные понятия основ защиты окружающей среды	Правильные ответы на вопросы №1-20	ПК-14
Освоение раздела № 3	Знает - определение ПДК, МДК, ПДВ, ПДС, ХПК, БПК Умеет - творчески использовать данные понятия техногенного воздействия на человека, биосферу. Владеет - информацией об основных загрязнителях атмосферы, гидросферы, почвенного покрова биосферы.	Правильные ответы на вопросы №21-40 к зачету	ПК-15
Освоение раздела №4	Знает - определение ПДК, МДК, ПДВ, ПДС, ХПК, БПК Умеет - творчески использовать данные понятия техногенного	Правильные ответы на вопросы №41-60 к зачету	ПК-15

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	воздействия на человека, биосферу. Владеет информацией об основных загрязнителях атмосферы, гидросферы, почвенного покрова биосферы.		
Освоение раздела № 6	Знает - определение ПДК, МДК, ПДВ, ПДС, ХПК, БПК Умеет - творчески использовать данные понятия техногенного воздействия на человека, биосферу. Владеет информацией об основных загрязнителях атмосферы, гидросферы, почвенного покрова биосферы.	Правильные ответы на вопросы №61-80 к зачету	ПК-16
Освоение раздела № 7	Знает - определение ПДК, МДК, ПДВ, ПДС, ХПК, БПК Умеет - творчески использовать данные понятия техногенного воздействия на человека, биосферу. Владеет информацией об основных загрязнителях атмосферы, гидросферы, почвенного покрова биосферы.	Правильные ответы на вопросы №81-97 к зачету	ПК-16

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-14:

- 1) Основные источники и факторы техногенной безопасности.
- 2) Экологическая стратегия и политика развития производства. Создание принципиально новых и реконструкция существующих производств.
- 3) Основы обеспечения экологической безопасности.
- 4) Экологическая стратегия и политика развития производства. Создание замкнутых производственных циклов, замкнутых систем промышленного водоснабжения.
- 5) Экологическая стратегия и политика развития производства. Комбинирование и кооперация производств.
- 6) Экосистемы, природные территориальные комплексы и их свойства.
- 7) Управление экосистемами.
- 8) Возможности управления окружающей средой и биотой.
- 9) Воздействие промышленного производства на биогеоценозы.
- 10) Техногенные и экологические риски, концептуальные основы выбора их приемлемых уровней.
- 11) Методология обоснования уровней приемлемого риска.
- 12) Методы идентификации источников техногенной опасности при нормальном (регламентном) функционировании объектов.
- 13) Методические основы оценки риска техногенных аварий.
- 14) Основные понятия по управлению безопасностью и риском.
- 15) Степень термодинамического совершенства технологических процессов.
- 16) Изменение энтропии в разных процессах.
- 17) Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.
- 18) Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики.
- 19) Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
- 20) Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-15:

- 21) Вычисление фугитивности и коэффициента фугитивности реальных газов.
- 22) Активность и коэффициент активности.
- 23) Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия.
- 24) Уравнение изотермы и направление химической реакции.
- 25) Влияние давления на равновесие химической реакции. Принцип смещения равновесия.
- 26) Основные положения статистической термодинамики.
- 27) Энтропия и вероятность.
- 28) Термодинамические функции газов, обусловленные поступательным и электронным движениями.
- 29) Термодинамические функции газов, обусловленные вращательным движением молекул.
- 30) Термодинамические функции газов, обусловленные колебательным и другими видами движения молекул.
- 31) Константа равновесия химических реакций.
- 32) Теоретические основы промышленных методов очистки отходящих газов и сточных вод.
- 33) Теоретические основы промышленных методов переработки и использования отходов производства и потребления;

- 34) Методы ликвидации и захоронения опасных промышленных отходов.
- 35) Воздействие энергетики на окружающую среду. Изменение биоценоза водоема под воздействием теплового загрязнения.
- 36) Воздействие энергетики на окружающую среду. Влияние выбросов оксидов серы и азота на живые организмы.
- 37) Воздействие энергетики на окружающую среду. Кислотные дожди и их воздействие на растительность, почву, флору и фауну водоемов.
- 38) Воздействие энергетики на окружающую среду. Изменение биоценоза реки после строительства ГЭС.
- 39) Условие равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы.
- 40) Однокомпонентные гетерогенные системы. Диаграмма состояния воды.
- 41) Моно- и энантиотропные фазовые переходы.
- 42) Системы с эвтектикой.
- 43) Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе. Сложные диаграммы состояний.
- 44) Сложности нормирования антропогенного воздействия на экологические системы. Экологические и санитарно-гигиенические нормативы.
- 45) Нормирование концентрации загрязняющих веществ в воздухе (ПДКр.з., ПДКм.р., ПДКс.с.).
- 46) Санитарно-защитные зона.
- 47) Виды водопользования.
- 48) Требования к качеству природных вод. ХПК и БПК.
- 49) Методологические принципы разработки санитарно-гигиенических ПДК для водных объектов. Лимитирующий признак вредности.
- 50) Парциальные молярные величины и их значение в термодинамике растворов.
- 51) Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.
- 52) Давление насыщенного пара компонента над раствором. Уравнения Рауля и Генри. Растворимость газов.
- 53) Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов.
- 54) Растворимость твердых веществ.
- 55) Осмотическое давление растворов.
- 56) Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Экстракция.
- 57) Определение активности и коэффициента активности компонентов раствора.
- 58) Перегонка летучих жидких смесей.
- 59) Ограниченно растворимые и практически взаимно нерастворимые летучие смеси.
- 60) Основные понятия и соотношения термодинамики растворов электролитов.

Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-16

- 61) Потенциометрическое определение рН растворов.
- 62) Основные понятия химической кинетики. Скорость образования компонента и скорость реакции.
- 63) Моделирование химических процессов.
- 64) Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Закон действующих масс.
- 65) Зависимость скорости реакции от температуры. Определение энергии активации.
- 66) Неизотермическая кинетика. Определение кинетических параметров.
- 67) Двусторонние (обратимые), параллельные и последовательные реакции.

- 68) Сложные реакции в открытых системах.
- 69) Сопряженные и автокаталитические реакции.
- 70) Кинетика реакций в растворе. Диффузионный механизм кинетики.
- 71) Теория активированного комплекса или переходного состояния.
- 72) Теория абсолютных скоростей реакций.
- 73) Основные понятия кинетики цепных реакций.
- 74) Горение и взрыв.
- 75) Фотохимические реакции.
- 76) Радиационно-химические реакции.
- 77) Кинетика гетерогенных реакций.
- 78) Кинетика электрохимических реакций.
- 79) Основные понятия гомогенного катализа.
- 80) Гомогенный катализ в газовой фазе.
- 81) Основные положения теории гетерогенного катализа.
- 82) Макрокинетика гетерогенного катализа.
- 83) Нормирование концентрации загрязняющих веществ в почве.
- 84) Предельно допустимый выброс. ВСВ.
- 85) Предельно допустимый сброс (вывод уравнения).
- 86) Коагуляция и флокуляция.
- 87) Флотация.
- 88) Адсорбция.
- 89) Ионный обмен.
- 90) Экстракция.
- 91) Обратный осмос и ультрафильтрация.
- 92) Десорбция, дезодорация и дегазация.
- 93) Теоретические основы электрохимических методов очистки сточных вод.
- 94) Биохимические методы очистки сточных вод.
- 95) Термоокислительные методы обезвреживания сточных вод.
- 96) Источники и классификация твердых отходов.
- 97) Термодинамическая эффективность интенсификации процессов химической технологии при защите окружающей среды.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

5. Примеры контрольных работ

Контрольная работа № 1

А. Расчет кратности разбавления сточных вод в расчетном створе

Пример:

Планируется сбрасывать в водоток сточные воды промышленного предприятия с максимальным расходом $q=1,7 \text{ м}^3/\text{с}$. Ниже по течению от планируемого берегового выпуска сточных вод, на расстоянии 3 км, находится поселок Н., использующий воду

водотока для купания и отдыха. Водоток, по данным Госкомгидромета, характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95%-й обеспеченности $Q=37\text{м}^3/\text{с}$;
- средняя глубина $H = 1,3 \text{ м}$;
- средняя скорость течения $V_{\text{cp}}=1,2 \text{ м/с}$;
- коэффициент Шези на этом участке $K_{\text{ш}}=29\text{м}^{1/2}/\text{с}$;
- извилистость русла слабо выражена;
- выпуск сточных вод – береговой.

Определить: n – кратность разбавления сточных вод в расчетном створе.

Задание

Определить кратность (n) разбавления сточных вод в расчетном створе по условиям, изложенным выше. При этом считать водоток водным объектом рыбохозяйственного водопользования первой категории. Исходные данные к заданию для разных вариантов указаны в таблице 1. Показать ситуационную схему для расчета.

Таблица 1 – Варианты заданий для расчета кратности разбавления сточных вод в расчетном створе.

Номер варианта	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$H_{\text{cp}}, \text{ м}$	$V_{\text{cp}}, \text{ м/с}$	C	Условия выпуска
1	1,3	37	1,2	1,4	30	береговой
2	1,3	37	1,2	1,4	30	береговой
3	1,3	37	1,2	1,4	30	береговой
4	1,5	37	1,2	1,4	30	береговой
5	1,5	37	1,2	1,4	32	береговой
6	1,7	37	1,2	1,4	32	береговой
7	1,9	37	1,3	1,4	32	береговой
8	2,1	37	1,3	1,4	32	береговой
9	2,1	37	1,3	1,4	38	береговой
10	2,0	37	1,3	1,4	38	береговой
11	2,0	37	1,3	1,4	38	береговой
12	2,3	37	1,3	1,4	38	русловой
13	2,3	37	1,4	1,4	38	русловой
14	1,7	37	1,4	1,4	40	русловой
15	1,8	37	1,2	1,4	40	русловой
16	1,6	37	1,2	1,4	48	русловой
17	1,6	37	1,2	1,4	48	русловой
18	1,5	37	1,2	1,4	49	русловой
19	1,4	37	1,2	1,4	52	русловой
20	1,4	37	1,2	1,4	52	русловой

Б. Расчет максимальной концентрации загрязняющего вещества в водотоке.

Пример: Определить максимальную концентрацию загрязняющего вещества в водотоке на расстоянии 700 м от места выпуска сточных вод по схеме плоской задачи. Выпуск сточных вод – береговой. Расход сточных вод $q_{\text{сТ}} = 50,6 \text{ м}^3/\text{с}$. Водоток характеризуется следующими показателями:

- средняя скорость течения $V_{\text{cp}} = 2,42 \text{ м/с}$;

- средняя глубина водотока $H_{cp} = 2,37$ м;
- ширина водотока $B = 26,5$ м;
- коэффициент турбулентной диффузии $D = 0,073$ м²/с.

Для упрощения расчетов примем, что фоновое загрязнение водотока отсутствует, т.е. $C_b = 0$, а концентрация загрязняющего вещества в сточной воде $C_{ст} = 100$ г/м³.

Задание.

Определить максимальную концентрацию загрязняющего вещества в водотоке на расстоянии 500 м от места выпуска сточных вод по схеме плоской задачи для разных вариантов, согласно таблице 2.

Выпуск сточных вод – береговой.

Таблица 2 – Варианты заданий для определения максимальной концентрации загрязняющего вещества

Номер варианта	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$V_{cp}, \text{ м/с}$	$H_{cp}, \text{ м}$	$B, \text{ м}$	$D, \text{ м}^2/\text{с}$	$C_b, \text{ г/м}^3$	$C_{ст}, \text{ г/м}^3$
1	25,3	2,44	2,1	16	0,073	0	100
2	24,4	2,44	2,1	16	0,073	0	100
3	31,0	2,44	2,1	16	0,073	0	100
4	29,0	2,15	2,1	16	0,073	0	100
5	21,6	2,15	1,75	16	0,073	0	100
6	25,4	2,15	1,75	20	0,073	10	100
7	27,2	2,15	1,75	20	0,073	10	100
8	27,6	2,30	1,75	20	0,073	10	100
9	32,0	2,30	1,75	20	0,073	10	100
10	31,3	2,30	1,75	20	0,073	10	100
11	24,7	2,40	1,59	18	0,073	20	100
12	24,9	2,40	1,59	18	0,073	20	100
13	23,6	2,40	1,59	18	0,073	20	100
14	25,1	2,46	1,62	19	0,073	20	100
15	24,8	2,46	1,62	19	0,073	20	100
16	25,3	2,46	1,62	19	0,073	0	100
17	28,2	2,15	1,62	19	0,073	0	100
18	31,1	2,15	1,48	17	0,073	0	100
19	30,4	2,25	1,48	17	0,073	0	100
20	26,5	2,25	1,48	17	0,073	0	100

Контрольная работа № 2

А. Расчет разбавления сточных вод для глубинного сосредоточенного выпуска в проточный водоем.

Пример:

Найти разбавление сточных вод для глубинного сосредоточенного выпуска в проточный водоем, если скорость течения в водоеме $V_n = 0,021$ м/с, средняя глубина в месте установленного выпуска сточных вод $H=30$ м, расчетный расход сточных вод $Q= 0,33$ м³/с. Водоем относится к водным объектам рыбохозяйственного водопользования второй категории, то есть расчетный створ расположен не далее 500 м от места выпуска.

Задание.

Определить разбавление сточных вод для глубинного сосредоточенного выпуска в проточный водоем.

Расчетный створ водопользования расположен на расстоянии 500 м. параметры сброса сточных вод и водоема указаны по вариантам в таблице 3.

Таблица 3 – Варианты заданий для расчета необходимой эффективности очистки сточных вод по взвешенным веществам.

Номер варианта	V_0 , м/с	H , м	Q_0 , м ³ /с
1	0,01	30	0,4
2	0,01	30	0,4
3	0,01	30	0,4
4	0,01	30	0,4
5	0,01	30	0,4
6	0,015	35	0,5
7	0,015	35	0,5
8	0,015	35	0,5
9	0,015	35	0,5
10	0,015	35	0,5

Номер варианта	V_0 , м/с	H , м	Q_0 , м ³ /с
11	0,02	37	0,8
12	0,02	37	0,8
13	0,02	37	0,8
14	0,02	37	0,8
15	0,02	37	0,8
16	0,025	30	0,45
17	0,025	30	0,45
18	0,025	30	0,45
19	0,025	30	0,45
20	0,025	30	0,45

Б. Расчет необходимой эффективности очистки сточных вод по взвешенным веществам

Пример.

Водоток с расходом $Q = 35$ м³/с после очистных сооружений сбрасываются очищенные сточные воды с расходом $q = 0,6$ м³/с. Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистные сооружения $C_{ст} = 250$ мг/л.

Участок водного объекта, куда сбрасываются сточные воды, относится ко второй категории рыбохозяйственного водопользования.

Фоновая концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до места сброса $C_{ф} = 3$ мг/л.

Коэффициент смешения для данного случая: $\gamma = 0,71$.

Найти требуемую эффективность очистки.

Задание.

Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к сбросу в

водоток после очистных сооружений и необходимую эффективность очистки сточной воды по вариантам для условий, аналогичных предыдущему примеру (см. таблицу 4)

Таблица 4 – Варианты заданий для расчета эффективности очистки сточной воды.

№ Варианта	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$C_{\text{ст}}, \text{ мг/л}$	$C_{\text{ф}}, \text{ мг/л}$	γ	Категория водопользования водного объекта.
1	15	0,5	200	3	0,67	Рыбохозяйственная первой категории
2	15	0,5	200	3	0,67	
3	15	0,5	200	4	0,67	
4	15	0,5	200	4	0,67	
5	15	0,5	200	2	0,67	
6	30	0,8	250	6	0,67	Рыбохозяйственная второй категории
7	30	0,8	250	6	0,67	
8	30	0,8	250	5	0,67	
9	30	0,8	250	5	0,67	
10	30	0,8	250	7	0,67	
11	40	1,2	190	5	0,67	Хозяйственно-
12	40	1,2	190	5	0,67	
13	40	1,2	190	5	0,67	питьевые нужды населения
14	40	1,2	170	4	0,67	
15	40	1,2	175	4	0,67	
16	45	1,5	160	3	0,67	Культурно-бытовые нужды населения
17	45	1,7	165	3	0,67	
18	45	1,75	180	4	0,67	
19	45	1,8	115	2	0,67	
20	45	2,0	130	2	0,67	

Контрольная работа № 3

А. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода.

Пример.

Определить по содержанию растворенного кислорода необходимую степень очистки сточных вод, которые сбрасываются в водоток, при следующих условиях:

- расход сточных вод $q=1,4 \text{ м}^3/\text{с}$;
- расход водотока $Q = 38 \text{ м}^3/\text{с}$;
- коэффициент смешения сточных вод $\gamma = 0,51$;
- содержание растворенного кислорода в воде водотока до места сброса сточных вод $O^e = 6,5 \text{ мг/л}$;
- БПК_{полн.} в водотоке до места сброса $L_{\text{полн}}^B = 2,0 \text{ мг/л}$.

ЗАДАНИЕ

Определить необходимую степень очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода по вариантам, согласно таблице 5.

Таблица 5 - Варианты заданий для расчета степени очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода

№ варианта	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	g	Q^6 $\text{мг}/\text{с}$	$L^B_{\text{полн}}$	$\text{БПК}_{\text{полн}}$	Категория водопользования водного объекта
1	20	1,1	0,63	5,5	2,0	250	Хозяйственно-питьевое и культурно - бытовое назначение
2	25	1,4	0,63	5,5	2,0	250	
3	30	1,8	0,63	5,5	2,0	250	
4	35	2,1	0,63	5,5	2,0	250	
5	40	2,4	0,63	5,5	2,0	250	
6	45	2,2	0,63	6,0	2,0	250	
7	43	2,1	0,63	6,0	2,0	250	
8	41	1,8	0,63	6,0	2,0	250	
9	39	1,6	0,63	6,0	2,0	250	
10	36	1,6	0,63	6,0	2,0	250	
11	32	1,5	0,63	6,5	2,0	300	Рыбохозяйственное назначение (летний период)
12	30	1,3	0,63	6,5	2,0	300	
13	29	1,4	0,63	6,5	1,0	300	
14	26	1,2	0,63	6,5	2,0	300	
15	25	1,3	0,63	6,5	2,0	300	
16	23	1,4	0,63	7,0	2,0	350	
17	20	1,2	0,63	7,0	2,0	350	
18	33	1,6	0,63	7,0	2,0	350	
19	29	1,6	0,63	7,0	2,0	350	
20	31	1,7	0,63	7,0	2,0	350	

Б. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по $\text{БПК}_{\text{полн}}$

ПРИМЕР

Определить необходимую степень очистки сточных вод по $\text{БПК}_{\text{полн}}$ для водного объекта, который используется для культурно-бытовых нужд населения, при следующих условиях:

- расход сточных вод $q = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$;
- расход водотока $Q = 20 \text{ м}^3/\text{с}$;
- средняя скорость течения водотока $V_{\text{ср}} = 0,64 \text{ м}/\text{с}$;
- средняя глубина водотока $H = 1,2 \text{ м}$;
- расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до расчетного створа $L = 3,5 \text{ км}$;
- константа скорости потребления кислорода водой водотока $k_6 = 0,1$;
- константа скорости потребления кислорода сточной водой $k_{\text{ст}} = 0,16$;
- $\text{БПК}_{\text{полн}}$ воды водотока до места сброса сточных вод $L_B = 1,8 \text{ мг}/\text{л}$;
- $\text{БПК}_{\text{полн}}$ неочищенных сточных вод $L_a = 400 \text{ мг}/\text{л}$.

Извилистость водотока слабо выражена. Выпуск сточных вод после очистных сооружений производится через береговой выпуск.

ЗАДАНИЕ

Определить допустимое значение $\text{БПК}_{\text{полн}}$ сточной воды, разрешенной к сбросу, по вариантам при следующих условиях, указанных в таблице 6.

Таблица 6 - Варианты заданий для расчета необходимой степени очистки сточных вод по БПКполн.

№ варианта	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$V_{\text{ср.}}, \text{ м/с}$	$H_{\text{ср.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$L, \text{ км}$	$K_{\text{в.}}$	$K_{\text{ст.}}$	$L_{\text{в.}}, \text{ мг/л}$	Категория водопользования водного объекта
1	0,4	20	0,85	1,4	5,3	0,1	0,18	1,6	Хозяйственно-питьевые нужды населения
2	0,5	22							
3	0,6	24							
4	0,7	26							
5	0,8	27							Коммунально-бытовые нужды населения
6	0,9	28							
7	1,0	29							
8	1,2	30							
9	1Д	31							Рыбохозяйственные нужды
10	1,3	32							
11	1,2	32						1,4	
12	1,1	33							
13	1,0	30							
14	0,9	29							
15	0,8	28							
16	0,7	27							
17	0,6	27							
18	0,5	27							
19	0,4	26							
20	0,3	25							

Контрольная работа № 4

Тепло горячей воды, движущейся внутри круглой горизонтальной трубы, передается воздуху, омывающему трубу по наружной поверхности свободным потоком.

Требуется определить коэффициенты теплоотдачи водой внутренней поверхности трубы и наружной ее поверхности воздуху, а также коэффициент теплопередачи от воды к воздуху, отнесенный к 1 м длины трубы и ее диаметрам.

Исходные данные:

Внутренний диаметр трубы $d_1 = 160$ мм,

Толщина стенки трубы $\delta = 5$ мм,

Длина трубы $l = 5$ м,

Материал трубы – сталь $\lambda = 17,4$ Вт/(м·град),

Средняя температура воды $t_1=82\text{ }^{\circ}\text{C}$,

Средняя скорость воды $v=1,2\text{ м/с}$,

Температура воздуха, окружающего трубу $t_2=36\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Решение:

Коэффициент теплоотдачи водой внутренней поверхности трубы определяем из формулы для вычисления критерия Нуссельта, характеризующего интенсивность перехода теплоты на границе поток – стенка:

$$Nu=\alpha_1 \cdot L\lambda$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К);

L – длина трубы, м;

λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

Для определения критерия Нуссельта необходимо вычислить некоторые критерии подобия.

Критерий Прандтля вычисляют по формуле:

$$Pr= c \cdot \mu\lambda,$$

где c – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К);

μ – динамический коэффициент вязкости, Па·с.

Критерий Рейнольдса вычисляют по формуле:

$$Re= \omega \cdot l \cdot \rho\mu= \omega \cdot l v,$$

где ω – скорость, м/с;

l – определяющий геометрический размер. Для труб круглого сечения этим размером является внутренний диаметр трубы, м;

ρ – плотность, кг/м³;

v – кинематический коэффициент вязкости, м²/с.

Критерий Галилея определяется по формуле:

$$Ga=g \cdot l^3 \cdot \rho^2 \mu^2=g \cdot l^3 v^2$$

Критерий Грасгофа вычисляется по формуле:

$$Gr=Ga \cdot \beta \cdot \Delta t,$$

где β – коэффициент объемного расширения, К⁻¹;

Δt – разность температур стенки и жидкости, К.

Критерий Пекле вычисляется по формуле:

$$Pe = Re \cdot Pr$$

По справочным таблицам определяем следующие данные для воды температурой 82 °С:

$$\rho = 970,6 \text{ кг/м}^3;$$

$$\mu = 346,8 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$\nu = 0,357 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\beta = 6,45 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1};$$

$$\lambda = 67,68 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

$$Pr = 2,18$$

Вариант	d1, l, Средняя температура воды t1, Средняя скорость воды v
1	100мм, 3м, 75°С, 2 м/с
2	200; 4; 80; 5
3	120; 2; 63; 7
4	90; 4; 50; 5
5	140; 7; 80; 4
6	130; 2; 77; 2
7	150; 5; 65; 3

Контрольная № 5

Рассчитать диаметр и высоту насадки абсорбера для улавливания из воздуха компонента А поглотителем В. Рассчитать также расход поглотителя в м³/ч, если расход газовой смеси в рабочих условиях V (м³/ч) с концентрацией компонента А ун (%), степень улавливания составляет а (%). Концентрация компонента А в поглотителе В на входе в абсорбер $X_n = 0$, а на выходе составляет n % от максимально возможной в данных условиях, т.е. от равновесной с входящим газом. Уравнение линии равновесия имеет вид $Y^* = f(X)$, где Y [кмоль А/кмоль воздуха], X [кмоль А/кмоль В]. Скорость газа в абсорбере w (м/с), коэффициент массопередачи KX [кмоль А/(м²×ч×кмоль А/кмоль В)], коэффициент смачиваемости насадки $\gamma = 0,88$. В качестве насадки используются керамические кольца Рашига размером 25x25x3, давление в колонне P (МПа) и температура 20 оС. Дать принципиальную схему абсорбера и фазовую диаграмму Y-X. (Исходные расчетные данные приведены в таблице 3)

Вариант	A	B	V	u_n	α	n	$Y^*=f(X)$	w	K_X	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Аммиак	Вода	1000	11	80	60	$Y^*=1,8X$	0,2	0,5	0,1
2			2000	5	85	65		0,3	0,6	0,12
3			3000	6	90	68		0,4	0,7	0,15
4			4000	7	95	70	$Y^*=1,2X$	0,5	0,55	0,3
5			5000	8	87	72		0,6	0,65	0,25
6			6000	10	97	74		0,7	0,35	0,22
7	Ацетон	Вода	4000	5,6	98	78	$Y^*=1,68X$	0,9	0,7	0,1
8			4500	7,8	95	75		0,8	0,8	0,12
9			5000	9,9	92	68		0,7	0,9	0,14
10			5500	8,4	88	65		0,6	0,2	0,17
11			6000	8,0	90	71		1,1	0,3	0,2
12			7000	6,7	85	67		1,3	0,5	0,18
13	Двуокись углерода	Вода	10000	20	95	65	$Y^*=150X$	0,1	0,2	2,1
14			12000	25	94	67		0,2	0,4	1,8
15			14000	27	90	74		0,15	0,3	1,6
16			16000	28	87	78	$Y^*=170X$	0,13	0,25	2,0
17			18000	30	85	70		0,11	0,45	1,7
18			20000	19	82	75		0,18	0,35	1,5
19	Метиловый спирт	Вода	1500	9	90	60	$Y^*=1,15X$	1,0	0,8	0,23
20			2500	8	92	65		1,2	0,7	0,15
21			2200	7	96	70		1,4	0,6	0,11
22			1200	6	98	75	$Y^*=1,1X$	1,3	0,5	0,18
23			2000	5	82	62		1,1	0,78	0,2
24			1800	7,5	87	73		0,8	0,56	0,17
25	Этиловый спирт	Вода	2700	4,0	88	70	$Y^*=8X$	0,85	1,0	0,1
26			3000	4,5	98	67		0,5	0,6	0,13
27			4000	4,7	96	65		0,9	0,9	0,15
28			5000	5,0	94	72	$Y^*=10X$	0,6	0,7	0,19
29			6000	5,2	92	77		0,8	0,8	0,12
30			7000	4,8	90	63		0,7	0,65	0,17

Контрольная работа № 6

Найти общее количество фильтрата в кг, полученного в конце процесса фильтрования суспензии при $D_p = \text{const}$ на рамном фильтрпрессе, состоящем из n рам размером 800'800 мм. Скорость промывки в z раз меньше скорости фильтрования в конечный момент времени. Константы фильтрования K [м²/с] и C [м³/м²]. Время промывки осадка $t_{пр}$ [ч], количество промывной жидкости $V_{пр}$ [л]. Учесть, что промывка идет по линии основного фильтрата. Принять, что фильтрат по своим свойствам близок к воде. Как изменится скорость фильтрования при увеличении температуры поступающей суспензии? Дать схему рамного фильтрпресса. (Исходные расчетные данные приведены в таблице 4).

Вариант	n	z	$K \cdot 10^5$	$C \cdot 10^2$	\square_{np}	V_{np}
1	2	3	4	5	6	7
1	10	1,1	6,4	1,4	10,5	1800
2	20	1,2	5,1	1,1	9,5	2700
3	30	1,3	3,2	1,3	11,5	3900
4	40	1,4	4,3	1,2	8,5	1400
5	15	1,5	5,2	1,5	7,5	2600
6	25	1,6	9,1	1,6	6,5	3500
7	35	1,7	8,5	1,7	2,5	2100
8	45	1,8	7,4	1,8	3,5	1200
9	12	1,9	4,4	1,9	4,5	2300
10	22	2,0	3,3	2,5	2,6	1150
11	32	2,1	4,0	6,4	5,9	3550
12	42	2,2	6,7	5,1	4,2	1250
13	14	2,3	3,4	3,2	3,1	2320
14	24	2,4	2,9	4,3	6,1	3450
15	34	2,5	7,8	5,2	7,1	2650
16	44	2,6	1,4	9,1	9,1	3750
17	11	2,7	1,1	8,5	10,1	4850
18	21	2,8	1,3	7,4	12,0	5950
19	31	2,9	1,2	4,4	5,2	2510
20	41	3,0	1,5	3,3	3,9	1620
21	13	2,9	1,6	4,0	4,7	2730
22	23	2,8	1,7	6,7	9,4	3840
23	33	2,7	1,8	3,4	10,6	4910
24	43	2,6	1,9	2,9	2,8	1170
25	26	2,5	2,5	7,8	6,1	2280
26	16	2,4	6,4	6,7	4,8	3390
27	36	2,3	5,1	5,6	7,6	4410
28	46	2,2	3,2	4,1	8,1	3770
29	37	2,1	4,3	3,4	10,8	4660
30	27	2,0	5,2	2,3	2,9	1440