

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 Теория и технология очистки сточных вод

Учебный план: _____ ФГОС3++m180402-12_23-12.plx

Кафедра: Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Направление подготовки:
(специальность) 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки:
(специализация) Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
1	УП	34	34	76	36	5	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	34	34	76	36	5	
Итого	УП	34	34	76	36	5	
	РПД	34	34	76	36	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 909

Составитель (и):

Доктор химических наук, профессор

Дягилева Алла Борисовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области теории и технологии очистки водных потоков различного происхождения, ориентированные на применение современных технологических решений в области защиты водных объектов и реализации систем современного водообеспечения в энерго-эффективных технологиях химической промышленности.

Привить навыки к проведению расчета основных процессов, подготовки технической документации к презентации, тендеру и анализу материалов подбора технологического оборудования для систем водообеспечения с заданными параметрами, что позволит магистрам наиболее профессионально ориентироваться в обосновании технологических решений при реализации комплексных подходов при разработке мероприятий по охране водных объектов и систем рационального водопользования промышленных объектов.

1.2 Задачи дисциплины:

- Подготовить к работе со значительным потоком информации в области теории и технологии очистки воды, привить навыки к анализу и систематизации полученной информации, оформлению технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования;
- Раскрыть принципы взаимосвязи изменения состояния загрязняющих веществ при реализации технологических приемов по оптимизации процессов их выделения из водных потоков с разработкой технологических решений с последующей утилизацией этих примесей;
- Подготовить мультимедийные материалы для модернизации учебного процесса и проведения презентации инновационного технологического оборудования и технологий для современного рационального водообеспечения промышленных объектов.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Современные проблемы в области охраны окружающей среды

Методы подготовки и анализа проб выбросов, сбросов и отходов

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен к проведению экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов, средств технологического оснащения, организационно-технических мероприятий
Знать: теоретические основы процессов, обеспечивающих эффективное выделение примесей в современном водоочистном оборудовании; принципы формирования технического задания на проведение инженерных изысканий
Уметь: анализировать технологические особенности оборудования и обосновывать ряд альтернативных технических решений в области очистки и рационального использования воды
Владеть: навыками принятия технических решений с учетом существующих и перспективных технологий, включенных в реестр и справочники ИТС
ПК-6: Способен к организации работы с персоналом, осуществляющим деятельность по эксплуатации очистных сооружений водоотведения, управлению процессом эксплуатации сооружений очистки сточных вод
Знать: экологическое, техническое, санитарное законодательство Российской Федерации, основные нормативные правовые акты в области водопользования
Уметь: составлять методические материалы для обучения и повышения квалификации
Владеть: обеспечением условий достижения показателей качества воды по технологическим циклам

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Классификация и особенности механической и физико-химической очистки от примесей различной природы, методы интенсификации этих процессов	1					О,Д,Т
Тема 1. Классификационные признаки примесей в промышленных сточных водах, контроль и организация потоков на промышленных площадках. Классификация примесей воды на основе их физико-химической характеристики. Теория агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем и ее значение для выбора и оптимизации методов механической очистки.		6	6	12	ИЛ	
Тема 2. Теоретические основы механической очистки сточных вод от дисперсных примесей. Классификация методов и их оценка. Теоретические основы механической очистки сточных вод от дисперсных примесей. Теоретические основы отстаивания. Особенности выбора оборудования. Разделение примесей в поле центробежных сил. Модификация технологического оборудования. НДТ в этой области очистки дисперсных систем. Технология механической очистки сточных вод: типовые решения, схемы, области применения, классификация современного оборудования. Интенсификация процессов механической очистки, управляющие факторы и их учет при разработке природоохранных мероприятий. Основы эксплуатации, особенности составления инструкций по эксплуатации. Классификация направлений интенсификации процессов удаления дисперсных примесей из стоков. Мероприятия по снижению концентраций взвешенных веществ.		4	4	12	ИЛ	

<p>Тема 3. Теоретические основы очистки воды от растворимых примесей различной химической природы.</p> <p>Теоретические основы очистки вода от растворимых примесей различной химической природы. Технологические схемы физико-химической очистки и доочистки воды до заданных параметров и нормативных требований. Классификация растворимых примесей. Типовые схемы выделения этих примесей, области применения адсорбционных методов в очистке воды. Критерии выбора адсорбционных, ионообменных материалов для очистки воды. Принципы расчета технологического оборудования с использованием нормативной документации. Теоретическое обоснование очистки нефтесодержащих сточных вод и акваторий. Формирование сточных вод на предприятиях переработки и транспортировки углеводородов. Существующие технологические решения, НДТ. Недостатки эксплуатации систем очистки этих объектов. Теоретические основы разработки мероприятий по удалению нефтепродуктов из стоков.</p>	6	6	12	НИ	
<p>Тема 4. Окислительно-восстановительные процессы в технологии обезвреживания водных потоков. Электрохимические способы очистки.</p> <p>Теоретические основы озонлиза трудноокисляемых примесей в водных потоках. Технологические решения для оборотных систем и систем водообеспечения. Электрохимические способы очистки. Современное теоретическое обоснование и технологические решения. Основные направления реализации этих методов, рынок оборудования и НДТ, особенности эксплуатации энергоемкого оборудования в технологии очистки воды их преимущества и возможные недостатки.</p>	4	4	12	ИЛ	
<p>Раздел 2. Биохимические процессы очистки в технологии защиты окружающей среды. Системы обработки и утилизации осадков сточных вод</p>					О,РГР

<p>Тема 5. Системы очистки воды с активным илом.</p> <p>Принципиальные технологические схемы очистки. Совместимость биохимической очистки с другими методами. Биоценоз систем биологической очистки, особенности его формирования и условия адаптации к изменениям качества сточных вод. Особенности выпуска биологически очищенных сточных вод в водные объекты. Особенности очистки от биогенных примесей. Способы реализации этих принципов в модульных системах. Компонентные решения и методы контроля системы очистки.</p>	6	6	12	ИЛ	
<p>Тема 6. Биофильтрация в искусственных и естественных условиях.</p> <p>Теоретические основы проектирования биофильтров в различных режимах. Расчетные модели, Технические условия работы биофильтров, Биопруды и особенности их организации для пополнения запаса подземных вод. Технологические и компонентные решения по использованию блочно-модульных систем.</p>	4	4	8	ГД	
<p>Тема 7. Системы обработки и утилизации осадков сточных вод.</p> <p>Теоретические основы обработки осадков. Системы обезвоживания, термическая обработка и перспективные способы утилизации в виде целевого продукта</p>	4	4	8	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	34	76		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	70,5		109,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Закрепить знания студентов по научному обоснованию технических решений в области очистки воды на основе теоретических представлений о трансформации загрязняющих веществ в технологическом оборудовании.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Тематика курсовой работы определяется возможными видами деятельности магистра: научно-исследовательская, педагогическая, производственно-технологическая.

Ориентировочные темы проектов:

1. Эжекторы в системах очистки сточных вод. Особенности расчета водовоздушного эжектора для систем очистки воды;
2. Озонирование в технологии очистки специфических потоков сточных вод (по индивидуальному заданию);
3. Проектирование фильтров по результатам технологического моделирования;
4. Проектирование адсорбционной установки по результатам технологического моделирования;
5. Проектирование адсорбционной установки на основе изотермы адсорбции молекулярно-растворенных органических веществ на активированных углях без экспериментальных измерений;

6. Использование метода приближенной оценки равновесного расхода адсорбента для определения загрузки фильтра;

7. Оптимизация работы системы очистки стоков по технологическим параметрам (по индивидуальному заданию реальной системы);

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

Работа выполняется индивидуально, с использованием научно-технической литературы и нормативно-правовой документации в сфере проектирования очистного оборудования и соблюдения авторских прав при использовании инновационных решений для обоснования технических решений. Результаты представляются в виде пояснительной записки, презентации и графического материала с учетом Постановления Правительства от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требований к их содержанию» и ГОСТ Р 21.1101-2013.

Объем материала курсовой работы 30-50 листов, (шрифт 14, интервал 1.5), содержащего следующие обязательные элементы:

- теоретические основы процесса очистки;
 - сравнительных расчет основных параметров при различных нагрузках на очистное оборудование;
 - графическая часть в виде технологической схемы процесса;
- вариант презентации проекта для публичной защиты (10-12 слайдов).

Для расчета можно воспользоваться системами интернет – ресурсов и on-line расчетов при освоении дисциплины.

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-6	1. Излагает базовые теоретические представления и имеет понимание происходящих процессов в очистном оборудовании 2. Демонстрирует применение базовых представлений к решению технических задач 3. Использует теоретические знания по технологии очистки воды для решения практических задач	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовая работа
ПК-3	1. Излагает базовые представления по организации работы технологического очистного оборудования. 2. Демонстрирует навыки по формированию регламента работ. 3. Способен работать в команде при работе технических решений.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки	Полный и развернутый ответ на поставленную задачу. Качество материалов соответствует требованиям задания в полном объеме.
4 (хорошо)	Ответ подготовлен в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или в ответах на поставленные при дискуссии вопросы имеются неточности, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки	В целом работа выполнена верна, но могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки представления ответов.

	предоставления работы к защите	
3 (удовлетворительно)	Ответ отражает основные положения, но в ответе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, качество представления материала низкое, либо работа представлена с опозданием	Работа имеет неточности и качество представления материала низкое, либо работа представлена с опозданием
2 (неудовлетворительно)	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки при ответе, грубое нарушение правил подготовки или сроков представления ответа.	Грубые ошибки в представленном материале. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.

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 1	
1	Теоритические основы седиментационной устойчивости дисперсных систем
2	Энергия взаимодействия частиц в водной среде
3	Классификация методов очистки по фазово-дисперсному состоянию примесей в воде
4	Сравнительная характеристика фильтров с различным типом загрузки для решения технологических задач в области очистки воды
5	Гидроциклоны и их технологические особенности эксплуатации
6	Фильтрация через зернистые фильтрующие загрузки
7	Понятие контактной фильтрации. Особенности ее применения
8	НДТ в этой области очистки дисперсных систем. Технология механической очистки сточных вод: типовые решения, схемы, области применения, классификация современного оборудования
9	Методы интенсификации процессов механической очистки
10	Основы эксплуатации, особенности составления инструкций по эксплуатации технологического оборудования (на примере одного из механических способ очистки)
11	Комплексные мероприятия по снижению концентраций взвешенных веществ
12	Технологические схемы физико-химической очистки и доочистки воды до заданных параметров и нормативных требований
13	Адсорбционная очистка стоков: комплексные решения по утилизации уловленных продуктов и отработанных материалов
14	Типовые схемы адсорбционных методов в очистке воды
15	Критерии выбора адсорбционных, ионообменных материалов для очистки воды
16	Принципы расчета адсорбционного технологического оборудования с использованием нормативной документации
17	Теоретические основы разработки мероприятий по удалению нефтепродуктов из стоков
18	Теоретические основы озонлиза трудноокисляемых примесей в водных потоках
19	НДТ с использованием электрокоагуляции. Принцип работы электрокоагуляторов
20	Технологические мероприятия, направленные на устранение пассивации электродов при электрокоагуляции
21	Оценка эффективности работы водоочистного оборудования: сравнительные характеристики электрофлотатора и электрокоагулятора
22	Биоценоз систем биологической очистки, особенности его формирования и условия адаптации к изменениям качества сточных вод
23	Особенности очистки от биогенных примесей
24	Особенности использования биологически очищенных сточных вод и их выпуск в водные объекты
25	Совместимость биохимической очистки с другими методами
26	НДТ в технологии биологической очистки
27	Особенности распределения систем аэрации для создания специфически зон и режимов окисления
28	Способы реализации основных процессов удаления примесей в модульных системах
29	Сравнительные характеристики биомассы в зависимости от состава сточных вод (европейский подход к особенностям составления рабочего ценоза)
30	Технические условия работы биофильтров

31	Биопруды и особенности из организации для пополнения запаса подземных вод
32	Мембранные технологии в водоочистке. Диапазоны применимости
33	НДТ по обработке осадка
34	Системы обезвоживания осадков. Обезвоживание в поле центробежных сил
35	Перспективные способы утилизации осадков в виде целевого продукта

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Вариант 1. Какие материалы могут быть эффективно использованы в качестве адсорбентов для фенола и нефтепродуктов в технологии очистки воды;

- А) полиэтиленовые гранулы и дробленый пластик;
- Б) опилки и материалы, полученные при переработке древесины;
- В) торф и его производные;
- Г) осадки после биологической очистки

Какие параметры материала для обеспечения очистки этой воды должны быть выбраны как приоритетные для решения технической задачи с использованием доступности регионального материала по удалению обозначенных веществ компонентов. Перечень параметров «Элемент фильтрующий»:

- 1) Габариты мм и масса
- 2) Пористость, влажность %
- 3) Скорость фильтрации, м/ч
- 4) Общая грязеемкость, кг/кг
- 5) Емкость обмена мг-экв/100 г с.в.
- 6) Цвет образца

Дайте мотивированное обоснование

Вариант 2. Гранулы биосорбента на минеральной основе имеют микропористую, мезопористую и слоистую чешуйчатую макропористую структуру. Поверхность покрыта гидрофобной углеродной пленкой. Сорбент обладает высокой динамической емкостью по нефтепродуктам.

- для снижения концентрации нефтепродуктов с 2 мг/л до менее 0,05 мг/л требуется скорость не более 6 м/час при высоте слоя загрузки не менее 1 м. Время контакта не менее 20 минут.

Определите оптимальный расход воды, который следует пропустить через очистное сооружение, если площадь фильтрующей загрузки 2м²

Какие могут быть предложены компоновочные решения по увеличению надежности системы:

Возможные варианты ответа:

- 1) 12 м³/час периодический форсированный режим
- 2) 3 м³/час с параллельным подключением 2 фильтров,
- 3) 6 м³/час бок из 3 фильтров с переключением одного на регенерацию.
- 4) 10 м³/час с периодической нагрузкой

Вариант 3. По известной величине грязеемкости фильтра 2,5 кг/м³, с объемом загрузки 3 м³ и площади фильтрации 1,5 м² определить концентрацию загрязняющих веществ в промывной воде, если интенсивность промывки, л/см²: воздух 20; вода 10, время промывки 12 минут

Вариант 4. Определить коэффициент рециркуляции воды для обеспечения рабочего режима аэрофильтра, если БПКпол. на входе 860 мг/л, допустимая величина БПКпол по регламенту не более 300 мг/л. По договору необходимо обеспечить БПКпол не более 30 мг/л. Уточнить возможность соблюдения режима фильтрации в допустимых диапазонах гидравлической нагрузки $q=10-30\text{ м}^3/(\text{м}^2\text{сут})$ при рабочей площади высоконагружаемого аэрофильтра 5м² и оптимальный расход воды на данный цикл очистки.

Вариант 5 По результатам изысканий выбрать оптимальную дозу реагента для интенсификации процесса выделения дисперсной фазы. Рассчитать требуемый расход для обеспечения процесса в непрерывном режиме при расходе потока 10 м³/ч.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В билете три вопроса: два вопроса теоретических и один – типовая расчетная задача.

На подготовку дается не более 45 минут.

После этого студент отвечает преподавателю на вопросы билета.

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

В ходе семестра студент должен выполнить курсовую работу.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Амбросова, Г. Т., Функ, А. А., Синеева, Н. В.	Очистные сооружения канализации. Обработка, обезвоживание и обеззараживание осадка городских сточных вод	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно- строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbooks.hop.ru/68813.html
Ярошевский, А. Б., Романова, С. М., Мадякина, А. М., Шайхиев, И. Г.	Технология очистки сточных вод	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2016	http://www.iprbooks.hop.ru/63500.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Амбросова, Г. Т., Функ, А. А., Ксенофонтова, О. В.	Очистные сооружения канализации	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно- строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ	2014	http://www.iprbooks.hop.ru/68895.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

Официальный интернет-портал правовой информации (федеральная государственная информационная система) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска