

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по
УР

_____ А. Е. Рудин

«28» июня 2022 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06

Проектирование производственных систем защиты окружающей среды

Учебный план: 2022-2023 20.03.01 ИПХиЭ ТБ ОО №1-1-98.plx

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

Направление подготовки:
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Инженерная защита окружающей среды
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
7	УП	17	51	46	30	4	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	17	51	46	30	4	
Итого	УП	17	51	46	30	4	
	РПД	17	51	46	30	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

кандидат технических наук, доцент

Власов Павел Петрович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай
Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай
Юрьевич

Методический отдел: Макаренко С. В.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области проектирования систем защиты окружающей среды

1.2 Задачи дисциплины:

1. Рассмотреть основные этапы проектирования систем использования воды и воздуха, виды и состав проектной документации, выполняемой на разных этапах проектирования.

2. Раскрыть принципы расчёта, конструирования и привязки типовых проектов транспортных коммуникаций, насосных станций, сооружений для очистки сточных вод и обработки осадков, методы проектирования систем использования воздуха

3. Раскрыть особенности строительного проектирования сооружений для очистки сточных вод, сооружений для очистки воздуха от пыли и вредных примесей

4. Предоставить обучающимся возможности для формирования умений и навыков работы с нормативно-правовой документацией в области проектирования систем защиты окружающей среды

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Производственная практика (технологическая практика)

Промышленная экология

Теоретические основы инженерной защиты окружающей среды

Тепломассообменные процессы в защите окружающей среды

Автоматизированные расчеты химико-технологических систем

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен осуществлять разработку и эколого-экономическое обоснование планов внедрения природоохранной техники и технологии в организации

Знать: - структуру эколого-экономического обоснования, факторы, определяющие специфику природоохранных технологий, используемых материальных и энергетических ресурсов на площадке строительства проектируемого предприятия и при реконструкции, способы сбережения ресурсов при реализации экологических проектов

Уметь: проводить экономическую оценку проектов, необходимую для внедрения природоохранной техники и технологии, анализировать совокупный объем затрат на реализацию проекта и формулировать предложения по снижению издержек от эксплуатации экологических основных фондов

Владеть: навыками использования экономических знаний для определения финансово-экономических показателей при реконструкции или строительстве нового предприятия, проведения инженерно-экологического анализа внедрения новых технологических решений

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. Порядок разработки проектной документации	7					О,К
Тема 1. Основные понятия и порядок разработки проектной документации. систем защиты окружающей среды. Цели проектирования. Принцип формулирования проектных задач. Блок-схема проектирования объекта. Информационная подготовка проектирования. Основные виды источников информации и местонахождение их фондов. Формулировка задания на проектирование. Этапы проектирования: предпроектный, проектный, послепроектный. Разработка технической документации. Технико-экономическое обоснование, технико-экономические расчеты, другая предпроектная документация. Выбор площадки строительства, задание на проектирование. Содержание, состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектов и смет для строительства новых, расширяемых и реконструируемых сооружений и установок. Послепроектный этап. Авторский надзор. Практические занятия: Разработка генплана. Материально и энергетически замкнутые ресурсосберегающие системы (РСС). (упражнения)		2	6	3	ИЛ	
Тема 2. Основы строительного проектирования Связь строительного проектирования с технологическим. Состав основных частей строительного проекта. Классификация промышленных зданий. Единая модульная система и унификация в строительстве. Основные элементы промышленного здания. Конструктивные элементы промышленных зданий. Объемно-планировочные решения промышленных зданий, предназначенных для размещения сооружений систем защиты окружающей среды Практические занятия: Элементы строительного проектирования, (упражнения)		2	6	3	ИЛ	
Раздел 2. Основы технологического проектирования систем газоочистки						О,К

<p>Тема 3. Основы технологического проектирования систем использования воздуха</p> <p>Основы проектирования установок термического и термokatалитического обезвреживания газов, пылеулавливающих установок, установок абсорбционной и адсорбционной очистки газов. Аппаратурно-технологическое оформление. Расчет и выбор оборудования. Принципиальные схемы. Компановка газоочистных сооружений.</p> <p>Условия проектирования систем газоочистки</p> <p>Технико-экономическая и санитарно-гигиеническая оценка работы установок газоочистки. Технико-экономическая оптимизация газоочистных сооружений.</p> <p>Практические занятия: Расчет и проектирование оптимальных систем газоочистки, (упражнения). Технико-экономическая оптимизация газоочистных сооружений. (упражнения)</p>	2	6	3	ИЛ	
<p>Тема 4. Вспомогательное оборудование установок газоочистки и пылеулавливания.</p> <p>Особенности конструкций пылегазовых трактов. Выбор тягодутьевых машин. Вентиляторы. Особенности работы вентиляторов, перемещающих запыленные и увлажненные газы. Вспомогательное оборудование установок пневмотранспорта и пылегазоочистки: бункеры, устройства для выгрузки золы и пыли, шнеки.</p> <p>Практические занятия: Проектирование вспомогательного оборудования установок газоочистки и пылеулавливания, (упражнения)</p>	2	6	4	ИЛ	
<p>Тема 5. Условия проектирования систем газоочистки</p> <p>Технико-экономическая и санитарно-гигиеническая оценка работы установок газоочистки. Технико-экономическая оптимизация газоочистных сооружений.</p>	2	5	4	ИЛ	
<p>Раздел 3. Основы технологического проектирования систем очистки сточных вод</p>					О,К

<p>Тема 6. Проектирования систем очистки сточных вод Исходные данные на проектирование по количественным и качественным характеристикам сточных вод. Выбор метода очистки сточных вод. Разработка и обоснование технологической схемы. Выбор и расчет технологического оборудования. Расчет усреднителей и смесителей. Сооружения для механической очистки промышленных сточных вод. Расчет проектирование и установка решеток. Расчет и проектирование песколовков. Расчет и проектирование отстойников, гидроциклонов. Расчет и конструкции сооружений биологической очистки сточных вод. Расчет аэротенков. Методы расчета и конструирования биофильтров.</p> <p>Практические занятия: Расчет сооружений механической очистки сточных вод, (упражнения). Проектирование установок биологической очистки сточных вод с использованием активного ила, (упражнения)</p>	2	6	3	ИЛ	
<p>Тема 7. Вспомогательное оборудование, применяемое в системах очистки сточных вод Оборудование канализационных сетей и водоводов. Оборудование насосных станций и установок, предназначенных для подачи и создания напора воды, сточных вод, осадков, реагентов. Оборудование реагентных хозяйств, хлораторных, озонаторных установок. Оборудование, предназначенное для подачи воздуха, создания вакуума и применяемое в составе систем очистки сточных вод.</p>	2	6	6	ИЛ	
<p>Раздел 4. Основы технологического проектирования систем инженерной защиты литосферы</p>					
<p>Тема 8. Расчет сооружений для механической подготовки и переработки твердых отходов Расчет сооружений для классификации твердых отходов. Расчет и проектирование установок дробления и измельчения. Практические занятия: Расчет ресурсосберегающих систем, (упражнения)</p>	1	4	6	ИЛ	О,П
<p>Тема 9. Расчет сооружений для физико-химической и биологической подготовки и переработки твердых отходов Расчет сооружений для выщелачивания твердых отходов. Расчет и проектирование сооружений для аэробной и анаэробной стабилизации отходов Практические занятия: Расчет и проектирование установок дробления и измельчения.</p>	1	4	6	ИЛ	

Тема 10. Расчет сооружений для термической переработки твердых отходов Расчет установок. Практические занятия: Расчет и проектирование сооружений для аэробной и анаэробной стабилизации отходов, (упражнения)	1	2	8	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	51	46		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)	5,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	73,5		70,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Курсовой проект выполняется студентами по индивидуальному заданию. Главной целью является привитие навыков самостоятельной работы по расчету и проектированию сооружений, используемых в системах инженерной защиты окружающей среды, а также закрепление знаний по теоретической части курса и подготовка к дипломному проектированию.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Проекты установок газоочистки предприятий легкой промышленности

2. Проекты установок газоочистки предприятий текстильной промышленности
3. Проекты установок газоочистки предприятий химической промышленности
4. Проекты установок газоочистки производств химических волокон
5. Проекты установок газоочистки производств химических волокон
6. Проекты систем водоотведения производств химических волокон
7. Проекты систем водоотведения предприятий текстильной промышленности
8. Проекты систем водоотведения предприятий легкой промышленности
9. Проекты систем бытового водоотведения
10. Проекты систем инженерной защиты литосферы

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

Выбор способа реализации заданий курсового проекта (язык программирования, автоматизированная среда моделирования и расчета, математические программы) – по желанию студента. Рекомендуемые средства реализации – Borland Delphi, Mathcad.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 20-30 стр., включая тексты разработанных программных продуктов. Пояснительная записка выполняется в текстовом редакторе с соблюдением правил оформления по ГОСТ 7.32-2017. При защите курсового проекта обучающимся должны быть продемонстрированы работоспособные программные продукты и выполненные графические материалы.

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-3	Характеризует основные технологические и экономические критерии оценки и оптимизации систем обеспечения техносферной безопасности Характеризует факторы, определяющие специфику ресурсного обеспечения реализации экологических проектов. Характеризует материальные и энергетические ресурсы предприятия, способы их сбережения	Перечень вопросов для устного собеседования
	Использует анализ финансовой и экономической информации для разработки и принятия обоснованных решений в профессиональной сфере.	Перечень практико-ориентированных заданий
	Оценивает совокупный объем затрат на реализацию проекта и формулирует предложения по снижению стоимости реализации проекта и затрат на эксплуатацию основных фондов после реализации проекта. Обосновывает выбор методов и технологического оформления мероприятий по энерго- и ресурсосбережению при промышленном	Перечень индивидуальных заданий на КП

	<p>производстве продукции для снижения негативного воздействия на окружающую среду.</p> <p>Выполняет расчеты по оптимизации потребления ресурсов и воздействия на окружающую среду технического объекта. Оценивает совокупный объем затрат на реализацию проекта и формулирует предложения по снижению стоимости реализации проекта и затрат на эксплуатацию основных фондов после реализации проекта. Составляет технико-экономическое обоснование проекта. Выполняет расчеты технологических и экологических параметров производственных объектов.</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.</p> <p>Использует БРС.</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 курсового проекта 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.</p> <p>Использует БРС.</p> <p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме выполнил задание на курсовой проект, 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 курсовой проект, 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.</p> <p>Использует БРС.</p> <p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких</p>	<p>Обучающийся в целом выполнил задание курсового проекта, 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 курсового проекта, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребовалась существенная помощь преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.</p>

	обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Использует БРС.	
2 (неудовлетворительно)	Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Содержание работы полностью не соответствует заданию. Использует БРС. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Использует БРС.	Обучающимся представлен частично выполненный курсовой проект. Обучающимся представлен частично выполненный курсовой проект, при этом имеются грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы. Задание курсового проекта 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 7	
1	Роль и место процесса проектирования в создании новых и реконструкции действующих предприятий.
2	Блок схема «От технологической идеи до реализации в промышленности».
3	Документы, регулирующие правовые и финансовые отношения участников процесса проектирования.
4	Подготовка задания на проектирование, формулировка проектных задач.
5	Основные разделы исходных данных на проектирование объекта.
6	Обоснование инвестиций в строительство объекта.
7	Составные части договора (контракта), как главного документа, регулирующего правовые и финансовые отношения между заказчиком и исполнителем (в частности, проектной организации).
8	Подготовка задания на проектирование, формулировка проектных задач.
9	Основные разделы исходных данных на проектирование объекта.
10	Обоснование инвестиций в строительство объекта.
11	Разделы технико-экономического обоснования строительства.
12	Основные требования к выбору площадки для строительства.
13	Состав задания на проектирование промышленного объекта, выдаваемого заказчиком объекта
14	Разработка схемы генерального плана с учетом особенностей проектируемого производства и площадки для строительства.
15	Содержание, состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектов и смет для строительства новых, расширяемых и реконструированных сооружений и установок.
16	Послепроектный этап (строительство объекта, монтаж оборудования, пуско-наладочные работы, сдача объекта в эксплуатацию).
17	Особенности авторского надзора.
18	Общие сведения о системах водоснабжения. Схемы систем водоснабжения. Технологические схемы осветления и обезжелезивания воды. Генеральный план водоочистой станции.
19	Системы водоотведения промышленных предприятий.
20	Генеральный план станции аэрации.
21	Системы водоотведения зданий различного назначения.
22	Материалы и оборудование внутренних систем водоотведения.
23	Местные установки для перекачки сточных вод.
24	Проектирование систем водоотведения.
25	Технологическая схема станции биологической очистки сточных вод.
26	Гидравлический расчет и высотное проектирование водоотводящей сети.
27	Расчет и проектирование канализационных насосных станций.
28	Схемы компоновок насосных агрегатов в насосных станциях.

29	Воздуходувные станции.
30	Объемно-планировочные решения промышленных зданий для размещения насосных станций, очистных установок, реагентных хозяйств, насосных и воздуходувных станций и т. д.
31	Принципы разработки систем оборотного водоснабжения.
32	Расчет, проектирование и установка усреднителей, смесителей, решеток (решеток-дробилок), песколовок.
33	Расчет и проектирование отстойников, гидроциклонов, систем аэрации, биокоагуляции сточных вод.
34	Процесс биологической очистки сточных вод (поля орошения, фильтрации и биологические пруды).
35	Очистка сточных вод в различных аэротенках (расчет, технико-экономические показатели).
36	Методы расчета и конструирования биофильтров.
37	Расчет и проектирование установок очистки промышленных сточных вод физико-химическими методами.
38	Проектирование сооружений по обработке осадков сточных вод.
39	Оборудование насосных станций и установок, предназначенных для подачи и создания напора воды, сточных вод, осадков, реагентов.
40	Оборудование реагентных хозяйств, хлораторных, озонаторных установок.
41	Оборудование, предназначенное для подачи воздуха, создания вакуума, применяемое в составе систем очистки сточных вод.
42	Основы проектирования систем вентиляции. Расчет воздуховодов систем вытяжной вентиляции, аспирации и пневмотранспорта
43	Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем.
44	Технико-экономические показатели процесса рекуперации.
45	Технико-экономические показатели процесса рекуперации.
46	Принципиальные схемы рекуперации летучих растворителей
47	Основы проектирования установок термического и термодаталитического обезвреживания газов. Расчет и выбор оборудования для установок абсорбционной и адсорбционной очистки газов.
48	Вспомогательное оборудование установок газоочистки и пылеулавливания (тягодутьевые машины, вентиляторы, бункеры, устройства для выгрузки золы и пыли).
49	Технико-экономическая и санитарно-гигиеническая оценка работы установок газоочистки.
50	Проектирование оптимальных ресурсосберегающих систем (РСС) с помощью информационно-моделирующих программ.
51	Построение моделей теплообменных аппаратов.
52	Построение моделей печей.
53	Расчет материального и теплового балансов замкнутых и разомкнутых РСС.

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

файл с типовыми практико-ориентированными заданиями приведен в приложении

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

- время на подготовку к устному собеседованию составляет 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Рамзаева Л. П., Багров И. В., Власов П. П.	Проектирование производственных систем защиты окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2491
Власов П. П.	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019381
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Ветошкин А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды	Москва: Инфра-Инженерия	2016	http://www.iprbookshop.ru/51730.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>
3. Сайт <http://eco.sutd.ru/mathcad/START.htm> (учебник по дисциплине).

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

AutoCAD
MicrosoftOfficeProfessional
Microsoft Windows

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

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Pro Russian Upgrade Open No Level Academic);
2. Office Professional Plus 2007 Russian Academic No Level;
3. Mathcad Education – University Edition.
4. Право на использование программы УПРЗА «Эколог» версия 4.0 + модуль «Застройка и высота» + модуль «ГИС-Стандарт»;
5. Product Design Suite Ultimate 2015 (Autocad), Education network license

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

Приложение

рабочей программы дисциплины «Проектирование производственных систем ЗОС»

по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
наименование ОП (профиля): «Инженерная защита окружающей среды»

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)	Ответ
1	Рассчитать емкость фильтра по ацетилену, заполненному газовым углем СКТ в количестве $Q = 100$ кг. Величина адсорбции в этих условиях составляет $Q = 12,7$ г/100 г или $a = 0,127$ кг/кг.	Фильтр с таким количеством угля может поглотить до 12,7 кг ацетилен
2	Оценить концентрацию тумана на выходе из электрофильтра, если на очистку подается туман, минимальный размер частиц в котором 1 мкм, концентрация $C_{вх} = 10$ г/м ³ . Эффективность очистки такого тумана составляет 75 и 95 %.	$C_{1\text{вых}} = 2,5$ г/м ³ . $C_{2\text{вых}} = 0,5$ г/м ³ .
3	Определить коэффициенты использованной оборотной воды $K_{об}$ и свежей воды $K_{св}$. $Q_{св} = 50$, $Q_{об} = 25$, $Q_{сбр} = 10$ м ³ /ч - расходы свежей воды, оборотной и сбрасываемой воды.	$K_{об} = 0,33$ $K_{св} = 0,8$
4	Определить диаметр циклона. Расход газа при нормальных условиях 5000 м ³ /ч. Оптимальная скорость газа 3,5 м/с/	0,711 м
5	Определяем гидравлическое сопротивление сухой трубы Вентури. Плотность газа в горловине $\rho_g = 0,9$ кг/м ³ . Скорость газа в горловине $W_g = 135$ м/с. Коэффициент гидравлического сопротивления сухой трубы - $\zeta_c = 0,15$.	1230 Па
6	Определите длину горизонтальной песколовки, если скорость движения сточных вод 0,04 м·с ⁻¹ . Глубина песколовки 0,5 м. Размер частиц взвеси 80 мкм. Плотность частиц 2000 кг·м ⁻³ . Температура сточной воды 15°С.	Длина горизонтальной песколовки равна 17,0 м.
7		
8	Объемный расход ила 2 м ³ /ч. Определить диаметр циркуляционного трубопровода при средней скорости ила 1 м/с.	0.027 м
9	Два пылеуловителя соединены последовательно. Степень очистки первого 75%, второго - 80%. Определить степень очистки установки пылеулавливания.	0.95
10	Количество возвратного активного ила 500 м ³ /ч, расход сточной воды, поступающей в аэротенк 820 м ³ /ч. Определить степень рециркуляции активного ила.	0.61

11	Рассчитать емкость фильтра по ацетилену, заполненному газовым углем СКТ в количестве $Q = 100$ кг. Величина адсорбции в этих условиях составляет $Q = 12,7$ г/100 г или $a = 0,127$ кг/кг.	<i>Решение.</i> Поскольку $A = aQ = 0,127 \cdot 100 = 12,7$ кг; фильтр с таким количеством угля может поглотить до 12,7 кг ацетилена $A = 12,7$ кг
12	Определите длину горизонтальной песколовки, если скорость движения сточных вод $0,04$ м·с ⁻¹ . Глубина песколовки 0,5 м. Размер частиц взвеси 80 мкм. Плотность частиц 2000 кг·м ⁻³ . Температура сточной воды 15°C .	Длина горизонтальной песколовки равна 17,0 м.
13	Объемный расход ила 2 м ³ /ч. Определить диаметр циркуляционного трубопровода при средней скорости ила 1 м/с.	0.027 м
14	Два пылеуловителя соединены последовательно. Степень очистки первого составляет 75%, второго - 80%. Определить степень очистки установки пылеулавливания.	0.95
15	Количество возвратного активного ила 500 м ³ /ч, расход сточной воды, поступающей в аэротенк 820 м ³ /ч. Определить степень рециркуляции активного ила.	0.61