

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

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.05**

Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности

Учебный план: 2025-2026 20.04.01 ИПХиЭ ТБ ОЗО №2-2-99.plx

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

Направление подготовки:  
(специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки:  
(специализация) Инженерная защита окружающей среды

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очно-заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	16	32	102	30	5	Курсовой проект, Экзамен
	РПД	16	32	102	30	5	
Итого	УП	16	32	102	30	5	
	РПД	16	32	102	30	5	

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

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Власов П. П.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и  
промышленной экологии

\_\_\_\_\_

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающихся в области проектирования систем обеспечения безопасности на основе теоретических, экспериментальных исследований и современных программных средств.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть основные этапы проектирования систем обеспечения безопасности, виды и состав проектной документации, выполняемой на разных этапах проектирования.
- Раскрыть принципы расчёта, конструирования и привязки типовых проектов систем обеспечения безопасности.
- Показать особенности применения новых разработок обеспечивающих снижение энерго- и материалоемкости производств, с целью 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:

- Организация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
- Энергохимические процессы защиты окружающей среды
- Современные проблемы науки в области защиты окружающей среды

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-1: Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации</b>
<b>Знать:</b> методы экологической и технологической оптимизации производственных процессов для их расширения, реконструкции и модернизации
<b>Уметь:</b> формулировать научно-технические задачи, проводить экологический анализ в области проектирования систем обеспечения безопасности на производств
<b>Владеть:</b> навыками проектирования инженерных сооружений на действующих и перспективных производствах, включая выполнение инженерных расчётов
<b>ПК-2: Способен устанавливать причины и последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготавливать предложения по предупреждению негативных последствий.</b>
<b>Знать:</b> способы и средства решения задач в области проектирования систем обеспечения безопасности, методы оптимизации технологических процессов
<b>Уметь:</b> формулировать научно-технические задачи в области проектирования производственных систем по предупреждению негативных последствий на окружающую среду
<b>Владеть:</b> навыками построения планов, схем и чертежей размещения технических средств защиты окружающей среды и человека, в том числе для целей предупреждения негативных последствий аварий.

### 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. Методологические подходы к расчету и проектированию систем обеспечения безопасности	3					О,Пр
Тема 1. Основные понятия систем обеспечения безопасности. Определение опасности. Методы решения задач обеспечения экологической безопасности				8	ИЛ	
Тема 2. Состав и характеристика техногенного объекта. Структура и характеристика техногенного объекта. Закономерности формирования инженерных систем обеспечения экологической безопасности. Практические занятия. Структура и характеристика техногенного объекта		2	2	10	ИЛ	
Тема 3. Нормативно-техническая база и процедура расчета и проектирования систем обеспечения безопасности.		2		10	ИЛ	
Раздел 2. Расчет и проектирование систем обеспечения экологической безопасности воздушного бассейна						РГР
Тема 4. Основы технологического проектирования систем газоочистки. Основы проектирования пылеулавливающих установок, установок абсорбционной и адсорбционной очистки газов, установок термического и термokatалитического обезвреживания газов. Аппаратурно-технологическое оформление. Расчет и выбор оборудования. Принципиальные схемы. Компоновка газоочистных сооружений. Условия проектирования систем газоочистки. Техничко-экономическая и санитарно-гигиеническая оценка работы установок газоочистки. Техничко-экономическая оптимизация газоочистных сооружений. Практические занятия. Расчет пылеулавливающих установок. Практические занятия. Проектирование установок абсорбционной и адсорбционной очистки газов. Практические занятия. Проектирование установок термического и термokatалитического обезвреживания газов.		2	14	11	ИЛ	

Тема 5. Проектирование вспомогательного оборудования систем газоочистки. Вспомогательное оборудование установок газоочистки и пылеулавливания. 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. водопотребления. Практические занятия. Расчет вспомогательного оборудования систем газоочистки.		2	4	10	ИЛ	
Раздел 3. Расчет и проектирование систем обеспечения инженерной защиты поверхностных и подземных вод от техногенных загрязнений						
Тема 6. Проектирование систем очистки сточных и ливневых вод предприятия. 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 азротенков. Методы расчета и конструирования биофильтров. Практические занятия. Проектирование систем очистки сточных и ливневых вод предприятия.		2	4	16	ГД	РГР,П
Тема 7. Проектирование вспомогательного оборудования, применяемого в системах очистки сточных вод. 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. Практические занятия. Проектирование вспомогательного оборудования, применяемого в системах очистки сточных вод.		2	4	16	ИЛ	
Раздел 4. . Расчет и проектирование систем обеспечения инженерной защиты литосферы от техногенных загрязнений						Пр,РГР

Тема 8. Основы проектирования систем утилизации и переработки твердых, масляных и других отходов. Выбор способов утилизации твердых, масляных и других отходов. Оценка количества образования типовых отходов. Процессы и установки переработки твердых отходов. Утилизация и ликвидация твердых промышленных и бытовых отходов		2		12	ИЛ	
Тема 9. Расчет и проектирование полигона ТБО. Складирование и захоронение отходов на свалках, полигонах, поверхностных хранилищах. Обработка и утилизация отходов и загрязнений на специализированных полигонах. Практические занятия. Расчет и проектирование полигона ТБО.		2	4	9	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	102		
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовой проект, Экзамен)		5,5		24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		53,5		126,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Курсовой проект выполняется магистрами по индивидуальному заданию. Главной целью является привитие навыков самостоятельной работы по расчету и проектированию систем безопасности объекта, а также закрепление знаний по теоретической части курса и подготовка к работе над магистерской диссертацией.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Примерные темы курсовых проектов:

1. Проектирование установок локальной очистки сточных вод предприятий текстильной промышленности.
2. Проектирование установок локальной очистки сточных вод предприятий лёгкой промышленности.
3. Проектирование установок локальной очистки сточных вод предприятий химической промышленности.
4. Проектирование общесплавной канализации городов.
5. Проектирование установок газоочистки предприятий химической промышленности.
6. Проектирование установок газоочистки в производстве химических волокон.
7. Проект полигона ТБО.
8. Проектирование сушильных установок.

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

Курсовой проект выполняется магистрами по индивидуальному заданию, с использованием рекомендованной в программе дисциплины учебно-методической литературы. 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, ГОСТ 7.0.100-2018. При защите курсовой работы (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-1	Грамотно оперирует понятиями и методами системного анализа обеспечения и совершенствования безопасности процессов и систем производственного назначения, для модернизации действующих производств Комплексно оценивает содержание и возможности применения нормативной документации по обеспечению безопасности технологических процессов и окружающей среды при анализе проектов расширения и реконструкции промышленных производств	Вопросы для устного собеседования Решение ситуационных задач Курсовой проект

	Использует методологические подходы и основные принципы расчетов основных аппаратов и систем обеспечения техносферной безопасности для подготовки предложений по повышению уровня безопасности промышленного объекта и снижению отрицательного воздействия на окружающую среду	
ПК-2	Использует методы технико-экономического анализа при проектировании систем обеспечения безопасности и обоснования планов совершенствования процессов неорганического синтеза. Формулирует профессиональные подходы по использованию наилучших доступных технологий при проектировании производственных систем с уменьшенным техногенным влиянием на человека и природную среду. Оценивает степень опасности технологических объектов на биосферу, проводит инженерно-экономические расчеты, направленные на обеспечение безопасности промышленных объектов, составляет перечень мероприятий для предотвращения аварий техногенного характера	Вопросы для устного собеседования  Решение ситуационных задач  Курсовой проект

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов ситуационной задачи полностью соответствует всем требованиям. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, 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.
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Ситуационная задача выполнена в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающийся в полном объеме выполнил задание, представил решение задач разнообразными методами, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, 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.
3 (удовлетворительно)	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. Ситуационная задача выполнена полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, а также качество представления работы низкое. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающийся в целом выполнил задание курсового проекта, представил решение всех задач, но проявил недостаточную самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, и потребовалась существенная помощь преподавателя; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения).
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины.	Обучающимся представлен частично выполненный курсовой проект (решены не все задачи), при этом содержащая грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании

	Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов ситуационной задачи и многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	студентом разрабатываемой им темы.
--	---	------------------------------------

## 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 3	
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	Составные части договора (контракта), как главного документа, регулирующего правовые и финансовые отношения между заказчиком и исполнителем (в частности, проектной организацией).
5	Подготовка задания на проектирование, формулировка проектных задач.
6	Основные разделы исходных данных на проектирование объекта
7	Обоснование инвестиций в строительство объекта.
8	Разделы технико-экономического обоснования строительства.
9	Основные требования к выбору площадки для строительства.
10	Состав задания на проектирование промышленного объекта, выдаваемого заказчиком объекта
11	Разработка схемы генерального плана с учетом особенностей проектируемого производства и площадки для строительства.
12	Содержание, состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектов и смет для строительства новых, расширяемых и реконструированных сооружений и установок.
13	Послепроектный этап (строительство объекта, монтаж оборудования, пуско-наладочные работы, сдача объекта в эксплуатацию). Особенности авторского надзора.
14	Общие сведения о системах водоснабжения. Схемы систем водоснабжения. Технологические схемы осветления и обесцвечивания воды. Генеральный план водоочистой станции.
15	Системы водоотведения промышленных предприятий.
16	Генеральный план станции аэрации.
17	Системы водоотведения зданий различного назначения. Материалы и оборудование внутренних систем водоотведения. Местные установки для перекачки сточных вод.
18	Проектирование систем водоотведения.
19	Технологическая схема станции биологической очистки сточных вод.
20	Гидравлический расчет и высотное проектирование водоотводящей сети.
21	Расчет и проектирование канализационных насосных станций. Схемы компоновки насосных агрегатов в насосных станциях.
22	Воздуходувные станции. Объемно-планировочные решения промышленных зданий для размещения насосных станций, очистных установок, реагентных хозяйств, насосных и воздуходувных станций и т. д.
23	Принципы разработки систем оборотного водоснабжения. Расчет, проектирование и установка усреднителей, смесителей, решеток (решеток-дробилок), песколовков. Расчет и проектирование отстойников, гидроциклонов, систем аэрации, биокоагуляции сточных вод.
24	Процесс биологической очистки сточных вод (поля орошения, фильтрации и биологические пруды).
25	Очистка сточных вод в различных аэротенках (расчет, технико-экономические показатели).
26	Методы расчета и конструирования биофильтров.
27	Расчет и проектирование установок очистки промышленных сточных вод физико-химическими методами.
28	Проектирование сооружений по обработке осадков сточных вод.
29	Оборудование насосных станций и установок, предназначенных для подачи и создания напора воды, сточных вод, осадков, реагентов.
30	Оборудование реагентных хозяйств, хлораторных, озонаторных установок. Оборудование, предназначенное для подачи воздуха, создания вакуума, применяемое в составе систем очистки сточных вод.



31	Основы проектирования систем вентиляции. Расчет воздуховодов систем вытяжной вентиляции, аспирации и пневмотранспорта.
32	Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем.
33	Технико-экономические показатели процесса рекуперации. Принципиальные схемы рекуперации летучих растворителей
34	Основы проектирования установок термического и термокаталитического обезвреживания газов. Расчет и выбор оборудования для установок абсорбционной и адсорбционной очистки газов.
35	Вспомогательное оборудование установок газоочистки и пылеулавливания (тягодутьевые машины, вентиляторы, бункеры, устройства для выгрузки золы и пыли). Технико-экономическая и санитарно-гигиеническая оценка работы установок газоочистки.
36	Проектирование оптимальных ресурсосберегающих систем (РСС) с помощью информационно-моделирующих программ.
37	Построение моделей теплообменных аппаратов.
38	Построение моделей печей.
39	Принципиальные схемы систем обработки осадков
40	Расчет и проектирование уплотнителей
41	Расчет метантенков при термофильном и мезофильном сбраживании
42	Расчет установки тепловой обработки осадка

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

Условия практико-ориентированных задач

1. Рассчитать емкость фильтра по ацетилену, заполненному газовым углем СКТ в количестве 100 кг. Величина адсорбции в этих условиях составляет 0,127 кг/кг.
2. Оценить концентрацию тумана на выходе из электрофильтра, если на очистку подается туман, минимальный размер частиц в котором 1 мкм, концентрация 10 г/м<sup>3</sup>. Эффективность очистки такого тумана составляет 75 и 95 %.
3. Определить коэффициенты использованной оборотной воды Коб и свежей воды Ксв. Расходы свежей воды, оборотной и сбрасываемой воды 50, 25, 10 м<sup>3</sup>/ч соответственно.
4. Определить диаметр циклона. Расход газа при нормальных условиях 5000 м<sup>3</sup>/ч. Оптимальная скорость газа 3,5 м/с.
5. Определяем гидравлическое сопротивление сухой трубы Вентури. Плотность газа в горловине 0,9 кг/м<sup>3</sup>. Скорость газа в горловине 135 м/с.  
Коэффициент гидравлического сопротивления сухой трубы 0.15
6. Определите длину горизонтальной песколовки, если скорость движения сточных вод 0,04 м·с<sup>-1</sup>. Глубина песколовки 0,5 м Размер частиц взвеси 80 мкм. Плотность частиц 2000 кг·м<sup>-3</sup>. Температура сточной воды 15°С.

## 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»  
К экзамену допускаются студенты, полностью выполнившие практические задания.

### 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 и выполнению практико-ориентированного задания оставляет 40 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Атанов, Н. А., Горшкалев, П. А., Солкина, О. С.	Расчет и проектирование системы обратного водоснабжения технологического производства	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/105058.html">http://www.iprbookshop.ru/105058.html</a>
Власов П. П.	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019381">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019381</a>
Рубанов, Ю. К.	Оборудование для обращения с отходами. Расчет и проектирование	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/92271.html">http://www.iprbookshop.ru/92271.html</a>
Базаров, А. А., Данилушкин, А. И., Данилушкин, В. А.	Расчет и проектирование индукционных нагревательных установок	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/90899.html">http://www.iprbookshop.ru/90899.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Алексеев, С. Е.	Расчет и проектирование водоотводящих сетей	Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79891.html">http://www.iprbookshop.ru/79891.html</a>

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

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

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Пакет обновления КОМПАС-3D

Эколог, ПДВ – Эколог, Котельные, АТП – Эколог

AutoCAD

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

Учебная аудитория с мультимедийным оборудованием (видеопроектор с экраном, ноутбук).

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