

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.02.01** Разработка систем рационального водопользования

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: Охрана окружающей среды и рациональное использование  
(специализация) 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					
2	УП	17	34	21	36	3	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	17	34	21	36	3	
Итого	УП	17	34	21	36	3	
	РПД	17	34	21	36	3	

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 практики реализации принципов рационального водопользования промышленных предприятий химической промышленности и природно-технических систем в целом с учетом комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Привить навыки к проведению расчета основных процессов при использовании систем рационального и максимально замкнутого водопользования промышленных предприятий, систем коммунального водообеспечения поселений, муниципальных образований, а также территориально-промышленных комплексов. Подготовить к выполнению расчетно-проектной работы на основе балансовых расчетов водных потоков промышленных объектов и территориально-промышленных комплексов.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Подготовить к работе со значительным потоком информации в области составления балансовых схем водообеспечения технологических процессов, промышленных объектов, муниципальных образований и природно-технических систем.

- Раскрыть принципы разработки комплексных программ водообеспечения объектов хозяйственной деятельности различного уровня и природно-технических систем в зонах с экологическими ограничениями.

- Привить навыки в презентации расчетных материалов для проведения публичных мероприятий по оптимизации технологических процессов и систем с позиций рационального водопользования в химической технологии, нефтехимии, биохимии и предприятиях малого и среднего бизнеса.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Теория и технология очистки сточных вод

Современные проблемы в области охраны окружающей среды

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-1: Способен к установлению причин и последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, подготовке предложений по предупреждению негативных последствий</b>
<b>Знать:</b> источники сбросов и отходов загрязняющих веществ в окружающую среду в организации, методики оценки рисков
<b>Уметь:</b> устанавливать причины аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в организации, использовать методики оценки риска при планировании природоохранных решений
<b>Владеть:</b> навыками оценки прямого и косвенного ущерба при разработке комплексных мероприятий по водоотведению
<b>ПК-2: Способен к разработке и эколого-экономическому обоснованию планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации</b>
<b>Знать:</b> функциональное назначение различного технологического оборудования для обеспечения систем максимально замкнутого водопользования на промышленной площадке
<b>Уметь:</b> формулировать ТЗ на разработку проекта рационального водообеспечения промышленных систем с учетом технико-экономических требований и экологических ограничений
<b>Владеть:</b> навыками обоснования комплексных технических решений в сфере рационального использования водных ресурсов в технологических процессах и при организации промышленной площадки производств
<b>ПК-6: Способен к организации работы с персоналом, осуществляющим деятельность по эксплуатации очистных сооружений водоотведения, управлению процессом эксплуатации сооружений очистки сточных вод</b>
<b>Знать:</b> требования охраны труда, электробезопасности, пожарной промышленной и экологической безопасности
<b>Уметь:</b> составлять текущие и перспективные планы функционирования систем
<b>Владеть:</b> анализом и оценкой эффективности методов контроля технологических процессов

### 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. Нормативная база для расчетов комплексных систем водопользования						
<p>Тема 1. Экологическая промышленная политика РФ. Система нормирования сбросов для промышленных объектов различного уровня.</p> <p>Содержание. Основы водного законодательства. Нормативная база для расчетов комплексных систем водопользования. Категорирование объектов хозяйственной деятельности по уровню воздействия. Технологические нормативы водоотведения. Системы водопользования, схемы рационального водопользования, основы расчета материального баланса систем водообеспечения.</p> <p>Оценки риска здоровью при использовании воды для различных целей и его учет при разработке системы водообеспечения и водоотведения предприятия. Процессный подход.</p>		2	4	2	ИЛ	
<p>Тема 2. Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов и ее использование для промышленных объектов.</p> <p>Содержание. Обзор схем водопользования, схемы рационального водопользования, основы расчета материального баланса систем водообеспечения. Экологические аспекты деятельности предприятий при проектировании и эксплуатации водного хозяйства. Учет требований к проведению технического обследования систем водоснабжения и водоотведения (приказ Минстроя № 437/-пр в ред. от 10.04.2020 N 199/пр) при обосновании ТЗ на реконструкцию и модернизацию.</p> <p>Типовые формы задания на проектирование объекта капитального строительства и требования к его подготовки в части водоснабжения и водоотведения, (с изменениями на 2 марта 2022 года).</p>	2	4	4	3	НИ	О
Раздел 2. Системный подход к выбору технологии очистки для создания оборотных систем водообеспечения промышленных объектов						Т,О

<p>Тема 3. Гидрологические и водохозяйственные расчеты при регулировании систем водообеспечения. Содержание. Основы гидрологических, гидрогеологических и гидравлических расчетов для обоснования систем рационального водообеспечения. Гидрологические и гидрогеологические изыскания при выборе систем водообеспечения. Гидрологические и водохозяйственные расчеты при регулировании стока. Условия использования подземных и ливневых сточных вод для технологических целей. Стадии проектирования водозаборов. Расчет и конструирование основных элементов. Условия эксплуатации.</p>	2	6	3	ГД	
<p>Тема 4. Требования к качеству оборотных вод различного назначения. Содержание. Системы оборотного водоснабжения. Солевой баланс. Обоснование технологической продувки. Сульфатные отложения, механические отложения. Биообрастание и методы борьбы с ними. Системы водяного охлаждения. Основные расчеты</p>	2	4	8	НИ	
<p>Раздел 3. Технологии организации промышленных площадок с использованием ливневых сточных вод в системе водообеспечения.</p>					
<p>Тема 5. Организация промышленной площадки с учетом комплексного использования водных ресурсов. Содержание. Особенности систем водного хозяйства в водоохранных зонах, в зонах особого режима. ТЗ на проектирование хозяйственных объектов в водоохранных зонах. «Зеленые стандарты строительства» и условия их реализации в условиях реформирования водного хозяйства. Организация промышленной площадки с учетом комплексного использования водных ресурсов. Дренажи и их разновидности. Организация ливневого стока и способы комплексного его использования в системах водообеспечения.</p>	3	6	3	ИЛ	РГР,Т

Тема 6. Формирование систем водообеспечения для предприятий малого и среднего бизнеса. Содержание. Формирование систем водообеспечения для предприятий малого и среднего бизнеса, поселений, муниципальных образований и объектов малой энергетики, фермерских хозяйств и рекреационных зон. Выбор и очередность развития систем. Специфика водообеспечения в условиях Севера. Модульные системы и их привязка. Локальные системы водообеспечения. Комплексная организация водообеспечения по производственным циклам, территориальным особенностям площадки.	4	10	2	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	21		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)	2,5		33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	53,5		54,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Закрепить знания и навыки студентов к обоснованию и к проведению расчета основных процессов при использовании систем рационального и максимально замкнутого водопользования промышленных предприятий, систем коммунального водообеспечения поселений, муниципальных образований, а также территориально-промышленных комплексов.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Тематика курсового проекта определяется как видами хозяйственной деятельности, так и возможными сферами профессиональной деятельности магистра: научно-исследовательская, производственно-технологическая, организационно-управленческая деятельность.

Ориентировочные темы проекта:

1. Проект комплексного использования водных ресурсов современного поселения на 50 домов с нормативом отведения земельных участков не менее 0,1 га. (количество участков и их площадь может быть выбрана индивидуально). В проекте предусмотреть котельные совместного пользования. Условия выпуска предусмотреть индивидуально с учетом требований на сброс. Характеристику места застройки выбрать индивидуально.

2. Проект организации ливневого стока участка дороги и территории МО в водоохранной зоне (категорию назначения выбрать самостоятельно или по согласованию с преподавателем)

3. Проект системы комплексного использования водных ресурсов гальванического процесса. (выбрать индивидуально по согласованию с руководителем).

4. Проект оборотного водоснабжения для охлаждения технологического оборудования по ректификации растительного масла.

5. Проект использования ливневых (дренажных) сточных вод в системах оборотного водоснабжения энергетических объектов.

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

Проект выполняется индивидуально, с использованием научно-технической литературы и нормативно-правовой документации в сфере проектирования технологического и водоочистного оборудования с соблюдением авторских прав при использовании инновационных решений и НДТ в проекте. 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:

- расчет материального баланса водных потоков и оборотной системы при различных нагрузках на очистное оборудование;
- графическая часть в виде технологической схемы процесса;
- вариант презентации проекта для публичной защиты (10-12 слайдов).

#### 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	1. Излагает базовые теоретические основы и методы оценки риска при использовании стандартных и новых технологических решений; 2. Демонстрирует понимание принципов оценки риска при использовании стандартных и новых технологических решений; 3. Использует навыки сравнительного технологического и экономического расчетов и анализа при обоснованию мероприятий по снижению нагрузки на водные экосистемы.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания
ПК-6	1. Излагает базовые представления о функциональном назначении различного технологического оборудования и формирует технологические решения по заданным параметрам водных потоков; 2. Демонстрирует понимание принципов формирования технического задания на проведение инженерных изысканий, заданий на проектирование и изготовление технологического оборудования для очистки воды; 3. Использует навыки применения технических решений, включенных в реестр и справочники НДТ касающихся технологии очистки воды.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовой проект
ПК-2	1. Использует требования и правила к формированию технической документации при выполнении работ различного уровня; 2. Демонстрирует способностью к разработке методических и нормативных документов, касающихся технологии очистки воды, обработки осадков и их утилизации; 3. Демонстрирует навыки работы в коллективе, при отработке комплексных мероприятий в сфере защиты водных систем и способен презентовать проектные решения заинтересованным лицам.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовой проект

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся дает полный, исчерпывающий ответ, показывающий всестороннее и глубокое знание основных закономерностей в области изучаемой тематики. Творческий подход и применение эрудиции в изложении учебного материала.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов проекта соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний закономерностей в области изучаемой тематики, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Проект выполнен в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления или нарушены сроки предоставления проекта к защите
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, без углубления в изучаемый материал; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене.	Задание выполнено полностью, но в проекте есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, качество представления проекта низкое, либо проект представлен с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не понимает поставленных вопросов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в проекте, грубое нарушение правил оформления или

	с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	сроков представления. Представление чужого проекта, плагиат, либо отказ от представления проекта
--	--	--

## 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 2	
1	Основы водного законодательства. Нормативная база для расчетов комплексных систем водопользования
2	Экономические механизмы современного рационального водопользования
3	Принцип формирования схемы рационального водопользования, основы расчета материального баланса систем водообеспечения
4	Замкнутые контуры водных систем охлаждения. Оборудование для охлаждения воды
5	Системы очистки оборотных вод, критерии выбора технологического оборудования
6	Двухконтурные системы. Системы утилизации теплоты отработанного пара и тепловых завес
7	Критерии надежности для систем водообеспечения и водоотведения и их значение для эксплуатации этих систем
8	Локальные оборотные системы. Их преимущества и недостатки
9	Условия использования подземных и ливневых сточных вод для технологических целей на промышленной площадке
10	Особенности контроля и эксплуатации максимально замкнутых систем водообеспечения. Организация технологической продувки
11	Условия для оптимизации системы водообеспечения и водоотведения
12	Устройство дренажной системы и ее значения при организации водного хозяйства промышленных объектов
13	Исходные данные для расчетов баланса водопотребления водоотведения производства. Составление ТЗ на разработку баланса
14	Модульные системы для обеспечения повторного использования воды
15	Комплексное разрешение для предприятий и его взаимосвязь с разработкой рационального водопользования
16	Варианты схем рационального водопользования с учетом НДТ
17	Декларация о воздействии на окружающую среду. Ее функция и обоснование
18	Требования к проведению технического обследования систем водоснабжения и водоотведения при разработке ТЗ на реконструкцию
19	Особенности контроля и эксплуатации максимально замкнутых систем водообеспечения. Организация технологической продувки
20	Технологический регламент, технологическое регулирование и нормы водопотребления
21	Условия многократного использования воды в технологических системах
22	Процессы биообрастания замкнутых систем и физико-химические способы борьбы с ними
23	Реагентные способы борьбы с биообрастанием: преимущества и недостатки
24	Условия реализации НДТ для предприятий в условиях реформирования водного хозяйства в области рационального водопользования
25	Тенденции совершенствования системы нормирования сбросов с учетом технологических требований к продувке оборотных систем
26	Основы расчета надежности при проектировании новых и стареющих элементов системы



## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

Вариант 1. Расчет объемов поверхностных сточных вод с селитебных территорий и площадок промышленных предприятий с элементами разработки ТЗ на проектирование очистных сооружений.

Для проработки материала по теме ИДЗ обучающимся предлагается воспользоваться СП 32.133330.2018.

Вариант 2. При циркуляции воды в закрытых системах в количестве 280 м<sup>3</sup>/ч с концентрацией в ней не растворимых веществ не превышает 12 мг/л. При одном технологическом цикле увеличение концентрации составляет до 12 %. В подпитываемой воде присутствует фоновая концентрация регламентируемого компонента 1 мг/л. Допустимое концентрация контролируемого вещества в технологии не более 20 мг/л. Обоснуйте возможные варианты продувки и покажите на схеме точки контроля этой системы.

Вариант 3. Оценить фактические значения показателей качества технической воды в потоках по доле не соответствующих установленным требованиям, подаваемой из оборотной системы в распределительную водопроводную сеть технической системы, если регламентом допускается снижение качества не более 10%. Общий объем проб (Кпп) отобранных по результатам производственного контроля качества воды из них (Кп) не соответствует требуемому качеству

- 1) Кп= 30; Кпп = 6
- 2) Кп= 26; Кпп =13;
- 3) Кп= 108 Кпп =23
- 4) Кп= 50; Кпп =5

Возможные варианты ответа

- А) все потоки соответствуют требованиям регламента;
- Б) все потоки не соответствуют требованиям
- В) поток 4 соответствует, но находится на верхней границе допустимого значения.
- Д) поток 1 может быть использован в процессе.

Подтвердите расчетом каждый из предложенных вариантов.

## 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

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и практико-ориентированную задачу. На подготовку дается 40-50 минут. Сначала сдается решенная задача, которая может быть решена в виде алгоритма. После выполнения практической части задания обсуждаются теоретические вопросы. По совокупности ответов обучающийся получает оценку за экзамен. Время, отводимое на защиту курсового проекта, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсового проекта и ответы на вопросы.

## 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>				
Ветошкин, А. Г.	Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод	Москва: Инфра-Инженерия	2019	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/86589.html">http://www.iprbooks.hop.ru/86589.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Павлинова, И. И., Алексеев, Л. С., Неверова, М. А.	Совершенствование методов биотехнологии в строительстве и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/23741.html">http://www.iprbooks.hop.ru/23741.html</a>

Корзун, Н. Л.	Перспективы модернизации водоотводящих сооружений	Саратов: Вузовское образование	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20410.html">http://www.iprbookshop.ru/20410.html</a>
Пугачев, Е. А., Исаев, В. Н., Исаев, В. Н.	Экономика рационального водопользования	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/16311.html">http://www.iprbookshop.ru/16311.html</a>

## 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](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>  
 Библиотека патентов и изобретений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.freepatent.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
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
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