

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины
Б1.В.9 «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ»

для направления
08.04.01 «Строительство»

по магистерской программе
«Водоснабжение и водоотведение на предприятиях транспорта
и в системах ЖКХ»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Водоснабжение, водоотведение и гидравлика»
Протокол № 6 от «23» января 2025 г.

Заведующий кафедрой
*«Водоснабжение, водоотведение и
гидравлика»* _____ *Н.В. Твардовская*
«23» января 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО _____ *Л.Д. Терехов*
«23» января 2025 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем водоснабжения и водоотведения» (Б1.В.9) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 31 мая 2017 г. приказом МИНОБРНАУКИ России № 482 с изменениями, утвержденными 26 ноября 2020 г. приказом МИНОБРНАУКИ России № 1456, с учетом профессионального стандарта 16.146 Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 г. № 255н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 мая 2021 г., регистрационный № 63591) и на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники.

Целью изучения дисциплины является: подготовка магистров в области проектирования, строительства, эксплуатации сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- ознакомление с возможностями использования средств вычислительной техники для решения инженерных и научно-исследовательских задач в области водоснабжения и водоотведения;
- привитие студентам навыков корректной постановки и решения задач, успешной реализации вычислительных алгоритмов;
- овладение методами технико-экономической оценки вариантов проектных решений с целью выбора наиболее целесообразного, обеспечивающего наилучшие стоимостные и эксплуатационные показатели объекта;
- получение обоснованных результатов расчета и их анализ.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений и навыков, приведенных в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикатор компетенции
ПК-1. Разработка технологических и	ПК-1.1.2 Знает требования строительных норм и правил к обеспечению необходимой надежности, капитальности,

Компетенция	Индикатор компетенции
конструктивных решений системы водоснабжения и водоотведения объекта капитального строительства	долговечности и заданных условий эксплуатации системы водоснабжения и водоотведения в целом, а также отдельных элементов и соединений
	ПК-1.1.3 Знает требуемые параметры проектируемого объекта, климатические и геологические особенности его расположения
	ПК-1.1.5 Знает состав исходных данных для разработки проектной документации системы водоснабжения и водоотведения
	ПК-1.1.6 Знает требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов к вариантам технологических и конструктивных решений системы водоснабжения и водоотведения по проектированию системы водоснабжения и водоотведения
	ПК-1.2.1 Умеет анализировать современные проектные решения системы водоснабжения и водоотведения
	ПК-1.2.2 Умеет выбирать технические данные и определять варианты возможных решений конструктивной схемы системы водоснабжения и водоотведения
	ПК-1.2.3 Умеет определять требования к объемам и составу исходных данных для разработки проектной документации системы водоснабжения и водоотведения в соответствии с особенностями проектируемого объекта
	ПК-1.2.4 Умеет определять алгоритм и способы разработки основных технических решений при проектировании системы водоснабжения и водоотведения в соответствии с требованиями нормативных технических документов
ПК-2. Оперативное управление строительным производством на участке строительства	ПК-2.1.1 Знает требования законодательства Российской Федерации к проектной документации, к порядку проведения и технологиям производства строительных работ
ПК-4. Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-4.2.1 Умеет применять актуальную нормативную документацию в области водоснабжения и водоотведения

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32
В том числе:	
– лекции (Л)	16
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	36
Контроль	4
Форма контроля знаний	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	
– лекции (Л)	6
– практические занятия (ПЗ)	6
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	56
Контроль	4
Форма контроля знаний	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Примечание: «Форма контроля» – зачет (3)

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение.	Роль компьютерных технологий при решении инженерных задач в повышении эффективности производства. Понятие о библиотеках стандартных программ, пакетах прикладных программ, программных комплексах и т.д.
2	Кинетика осаждения взвешенных веществ в сточных водах	Изучение кинетики осаждения взвешенных веществ из сточных вод и определение гидравлической крупности взвешенных веществ и коэффициента их агломерации. Осаждение взвешенных веществ из сточных вод - это процесс выделения взвеси из жидкой среды в гравитационном поле, т. е. под действием сил тяжести. Разделение неоднородных систем под действием сил тяжести проводят при сравнительно малых скоростях.
3	Очистка сточных вод методом флотации	Изучение процесса безреагентной флотации на импеллерной машине.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		<p>Сточная жидкость подается в рабочую камеру, в которой расположен импеллер, представляющий собой турбинку - диск с восьмью лопатками. Импеллер укреплен на вертикальном валу, соединенном с электроприводом клиноременной передачей. Сверху импеллер закрыт статором, в котором имеется несколько отверстий.</p>
4	Очистка сточных вод методом коагуляции	<p>Сточные воды многих производств представляют собой низкоконцентрированные эмульсии или суспензии, содержащие мелкодисперсные частицы размером $0,1 \div 10$ мкм и более, а также коллоидные частицы размером $0,001 \div 0,1$ мкм. Применяемые методы механической очистки сточных вод позволяют обычно выделять частицы крупнее $10 \div 50$ мкм, мелкодисперсные и коллоидные частицы практически не удаляются. Таким образом, сточные воды многих производств после сооружений механической очистки представляют собой агрегативно устойчивую систему.</p>
5	Очистка сточных вод методом нейтрализации	<p>Изучение методов корректировки pH сточных вод.</p> <p>Одним из основных методов химической очистки производственных сточных вод является нейтрализация. По сути реакция нейтрализации - это химическая реакция между веществом, имеющим свойства кислоты, и веществом, имеющим свойства основания, которая приводит к потере характерных свойств обоих соединений. Наиболее типичная реакция нейтрализации в водных растворах происходит между гидратированными ионами водорода и ионами гидроксида, содержащимися соответственно в сильных кислотах и основаниях.</p>
6	Очистка сточных вод методом восстановления	<p>Изучение очистки сточных вод методом восстановления (на примере обработки хромсодержащих сточных вод).</p> <p>На многих производствах (химические заводы, машиностроительные, гальванические производства и т. д.) образуются сточные воды, содержащие ионы Cr^{6+}, как правило, в кислой среде в виде Cr_2O_7. Наиболее традиционный применяемый метод очистки этих стоков - реагентный.</p>
7	Очистка сточных вод методом перевода ионов в малорастворимые соединения	<p>Изучение методов очистки сточных вод от растворенных неорганических примесей.</p> <p>Одним из методов очистки сточных вод от растворенных неорганических примесей является метод перевода ионов в малорастворимые и слабодиссоциированные соединения. В этом случае ионные реакции протекают практически необратимо.</p> <p>При выборе реагентов для выделения примесей из воды в виде осадков необходимо исходить из значения произведения растворимости образующихся соединений: чем оно меньше, тем выше степень</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		очистки воды. Скорость ионных реакций в водных растворах велика, и обычно они протекают практически мгновенно.
8	Изучение основных свойств осадка сточных вод	<p>Осадок, образующийся в процессе очистки сточных вод, характеризуется различным составом и свойствами, которые в свою очередь зависят от конкретных условий образования сточных вод (вида производства), метода очистки, условий эксплуатации очистных сооружений и т. д.</p> <p>Основными свойствами, которые в достаточной мере характеризуют осадок сточных вод, являются его влажность, зольность, плотность, концентрация взвешенных веществ и удельное сопротивление.</p>
9	Получение гипохлорита натрия при электролизе раствора поваренной соли	<p>Экспериментальное определение количества активного хлора, получаемого при электролизе, в зависимости от количества электричества, прошедшего через электролизер, и выявление зависимости выхода по току активного хлора от концентрации хлоридов в электролите.</p> <p>Наиболее перспективным методом получения активного хлора является электролиз растворов поваренной соли или естественно минерализованных хлоридных растворов. Метод электролиза позволяет на месте потребления получать высококонцентрированные растворы гипохлоритов.</p>
10	Электрохимическая очистка сточных вод от органических соединений	<p>Выявление параметров электрообработки сточных вод, влияющих на процесс окисления органических загрязнений.</p> <p>Электрохимическая очистка сточных вод от органических соединений, как правило, осуществляется в аппаратах с нерастворимыми электродами в присутствии хлорид-ионов. Эффективность очистки определяется, прежде всего, процессами деструктивного превращения органических веществ, протекающими за счет их катодного восстановления атомарным водородом, окисления кислородом на аноде и минерализацией образующимся активным хлором в объеме раствора. Во многих случаях превалирующее значение имеет процесс окисления органических соединений под воздействием активного хлора.</p>

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Введение.	1	—	-	—
2	Кинетика осаждения взвешенных веществ в сточных водах	1	2	-	4
3	Очистка сточных вод методом флотации	2	2	-	4
4	Очистка сточных вод методом коагуляции	2	2	-	4
5	Очистка сточных вод методом нейтрализации	2	2	-	4
6	Очистка сточных вод методом восстановления	2	2	-	4
7	Очистка сточных вод методом перевода ионов в малорастворимые соединения	2	2	-	4
8	Изучение основных свойств осадка сточных вод	2	2	-	4
9	Получение гипохлорита натрия при электролизе раствора поваренной соли	1	2	-	4
10	Электрохимическая очистка сточных вод от органических соединений	1	2	-	4
	Итого	16	16	-	36

Для заочной формы обучения:

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Введение.	—	—	—	4
2	Кинетика осаждения взвешенных веществ в сточных водах	2	2	-	6
3	Очистка сточных вод методом флотации	2	2	-	6
4	Очистка сточных вод методом коагуляции	—	—	—	6
5	Очистка сточных вод методом нейтрализации	—	—	—	4
6	Очистка сточных вод методом восстановления	—	—	—	6
7	Очистка сточных вод методом перевода ионов в малорастворимые соединения	—	—	—	6
8	Изучение основных свойств осадка сточных вод	2	2	-	6
9	Получение гипохлорита натрия при электролизе раствора поваренной соли	—	—	—	6
10	Электрохимическая очистка сточных вод от органических соединений	—	—	—	6
	Итого	6	6	-	56

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на

заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: стационарным настенным экраном, маркерной доской, стационарным мультимедийным проектором.

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный

ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru> / — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

– Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

– Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Черников Н.А. Расчёт систем водоснабжения и водоотведения на ЭВМ : учебное пособие. - СПб.: ПГУПС, 2011. - 237 с.

2. Иванов В.Г., Черников Н.А. Водоснабжение и водоотведение промышленных предприятий: учебное пособие. - СПб, ООО "Издательство "ОМ-Пресс", 2013. - 592 с.

3. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: Учебник / Под ред. проф. В.С. Дикаревского. – 2-е изд. перераб. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 447 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59003>, свободный

4. Черников Н.А. Проблемы нормирования в области водоотведения: учебное пособие для слушателей факультета повышения квалификации по специальности «Водоснабжение и водоотведение». – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008. – 44 с.

5. Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Черников Н.А. Обработка осадков сточных вод: методические указания – СПб.: ПГУПС, 2001. – 35 с.

6. Иванов В.Г., Черников Н.А. Отведение и очистка производственно- дождевых сточных вод железнодорожной станции : методические указания к курсовому и дипломному проектированию. - СПб, ПГУПС, 2013. - 63 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
- URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы

д.т.н., профессор

_____ Н.А. Черников

«23» января 2025 г.