

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.11.2023 13:36:57
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«26» апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
РЕАГЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

Направление подготовки
**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы магистратуры
Водоочистка в химической, нефтехимической и биотехнологии

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		доцент Подвязников М.Л.
Доцент		Спиридонова Е.А.

Рабочая программа дисциплины «Реагентные методы очистки воды» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники протокол от « 12 » апреля 2021 № 6

Заведующий кафедрой

В.В. Самонин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от « 20 » апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»		Д.А. Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-3 Способен использовать знания о физико-химических и биохимических процессах в воде</p>	<p>ПК-3.1 Знание основных теоретических подходов к описанию поверхностных явлений</p>	<p>Знать: особенности поверхностных явлений в водных растворах, физико-химические процессы в истинных и коллоидных растворах, основные теории и уравнения описания поверхностных явлений (ЗН-1); Уметь: описывать процессы, происходящие в водных системах (У-1); Владеть: навыками расчета устойчивости коллоидных систем, способности воды к реагентной обработке (Н-1)</p>
	<p>ПК-3.2 Знание основных закономерностей протекания физико-химических процессов очистки воды</p>	<p>Знать: основные физико-химические методы очистки воды (ЗН-2); Уметь: подбирать физико-химический метод очистки воды в соответствии с технологическими требованиями (У-2); Владеть: навыками расчета эффективности очистки воды с использованием различных физико-химических методов (Н-2)</p>
<p>ПК-5 Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на</p>	<p>ПК-5.1 Планирование и проведение процессов очистки воды физико-химическими методами</p>	<p>Знать: методы определения оптимальных условий проведения процессов физико-химической очистки воды (ЗН-3); Уметь: составлять план проведения модельного процесса</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
обеспечение высокого качества воды		очистки воды с использованием физико-химических методов (У-3); Владеть: навыками проведения модельных процессов физико-химической очистки воды с целью определения оптимальных условий (Н-3)
	ПК-5.2 Управление процессом очистки воды реагентными методами.	Знать: факторы, влияющие на физико-химические процессы очистки воды (ЗН-4); Уметь: подбирать условия проведения процессов физико-химической очистки воды (У-4); Владеть: навыками управления процессами физико-химической очистки воды (Н-4)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Реагентные методы очистки воды» относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры и изучается на 1 курсе в 1 семестре (Б1.В.02).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении общеинженерных дисциплин. Полученные в процессе изучения дисциплины «Реагентные методы очистки воды» знания, умения и навыки могут быть использованы при дальнейшем обучении, прохождении учебной и производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/ 216
Контактная работа с преподавателем:	92
занятия лекционного типа	20
занятия семинарского типа, в т.ч.	64
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	64 (6)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	97
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Классификация методов очистки воды. Физико-химические методы очистки воды	4	-	18	18	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2
2.	Реагентные методы очистки воды. Общие положения	4	-	12	18	ПК-3 ПК-5	ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2
3.	Коагуляция. Флокуляция. Коллоидные суспензии. Агрегация коллоидных частиц. Реагенты	6	-	26	25	ПК-3 ПК-5	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2
4.	Химическое осаждение. Окислительно-восстановительные методы очистки воды. Нейтрализация	4	-	-	18	ПК-3 ПК-5	ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2
5.	Флотация.	2	-	8	18	ПК-3 ПК-5	ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Классификация методов очистки воды. Физико-химические методы очистки воды</p> <p>Основные физические и химические свойства воды. Строение молекулы воды. Структура воды. Современные модели воды. Теории строения надмолекулярных структур воды. Показатели качества. Нормативы качества питьевой воды. Нормирование показателей качества сточных вод. Характеристики производственных сточных вод. Характеристики хозяйственно-бытовых сточных вод. Методы очистки сточных вод</p>	4	
2	<p>Реагентные методы очистки воды. Общие положения.</p> <p>Основные понятия о дисперсных системах. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Меры дисперсности. Виды дисперсных систем. Стадии конденсации. Химические конденсационные методы. Метод пептизации. Особенности коллоидных растворов. Электрофорез и электроосмос. Устойчивость коллоидных растворов.</p> <p>Описание процесса коагуляции с позиций коллоидной химии. Строение мицелл коллоидных растворов и стадии их образования. Теория двойного электрического слоя. Механизмы образования двойного электрического слоя. Теории Гуи-Чепмана, Гельмгольца и Штерна. Причины и стадии коагуляции. Правила электролитной коагуляции. Расчет порогов коагуляции. Механизмы дестабилизации коллоидной взвеси</p>	4	
3	<p>Коагуляция. Флокуляция. Коллоидные суспензии. Агрегация коллоидных частиц. Реагенты.</p> <p>Химические аспекты процесса коагуляции. Типы коагулянтов и флокулянтов. Физико-химическая характеристика различных групп примесей воды по фазово-дисперсному состоянию.</p> <p>Современные коагулянты и флокулянты для водоподготовки. Технологические процессы получения сульфата алюминия и полиоксисолей алюминия. Пробное коагулирование воды. Понятие о флокуляции. Виды флокулянтов. Устойчивость и коагуляция лиофобных</p>	6	Мозговой штурм

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>дисперсных систем. Теория ДЛФО. Виды и факторы устойчивости дисперсных систем. Теория устойчивости лиофобных дисперсных систем ДЛФО. Понятие о расклинивающем давлении. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Теория быстрой и медленной коагуляции. Коагуляция смесью электролитов.</p> <p>Физико-химические основы фильтрования. Протекание коллоидных процессов при фильтровании. Контактная коагуляция. Скорость фильтрования. Понятие о фильтроцикле. Виды и конструкции осветлительных фильтров.</p> <p>Методы интенсификации коагуляции, флокуляции и осаждения.</p> <p>Технологические процессы «Активфло» и «Комаг»</p>		
4	<p>Химическое осаждение. Окислительно-восстановительные методы очистки воды. Нейтрализация.</p> <p>Окислительно-восстановительный потенциал. Окисление активным хлором. Использование гипохлорита натрия и диоксида хлора. Технологический процесс получения электролизного гипохлорита натрия. Окисление кислородом воздуха. Свойства озона и окисление озоном. Окисление пероксидом водорода. Окисление перманганатом калия. Окисление надуксусной кислотой. Системы глубокого окисления. Использование процессов восстановления в очистке сточных вод.</p> <p>Химическое осаждение. Нейтрализация. Реагенты. Условия проведения процессов. Обезжелезивание и деманганация воды. Основные сведения о железе и марганце. Строение атомов. Методы удаления из воды железа и марганца. Упрощенная аэрация. Аэрация на специальных устройствах. Коагуляция и осветление. Известкование. Использование реагентов-окислителей. Каталитические системы удаления железа и марганца из воды.</p> <p>Фторирование и дефторирование воды. Содержание фтора в природных водах и гигиенические нормативы. Технология фторирования воды. Технология дефторирования воды.</p>	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Коррозионная агрессивность питьевой воды и ее стабилизация.</p> <p>Стабилизационная обработка воды. Индексы стабильности воды. Коррозия. Виды коррозии. Параметры, оказывающие основное влияние на коррозию. Скорость коррозии. Ингибиторы коррозии. Стабилизационная обработка воды при отрицательном индексе стабильности. Фосфатирование воды. Использование комплексонов для предотвращения коррозии. Факторы, влияющие на скорость и интенсивность коррозии стальных трубопроводов. Реагентные методы антикоррозионной обработки воды.</p>		
5	<p>Флотация.</p> <p>Принцип явления флотации и его использование. Комплекс "пузырек-частица". Флотационные методы очистки воды. Условия проведения процесса флотации. Поверхностное натяжение жидкостей. Способы флотационной очистки сточных вод. Флотация с выделением воздуха из раствора. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы. Электрофлотация. Биологическая и химическая флотация.</p>	2	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрено.

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<p>Определение влияния природы поверхностных вод на эффективность их очистки.</p> <p>Определение стандартных показателей качества воды.</p> <p>Составление блок-схемы технологической линии очистки воды. Оценка эффективности реагентных методов очистки воды: коагуляции, флокуляции, флотации, осаждения, нейтрализации, окислительно-восстановительного метода очистки. Проведение модельных процессов очистки воды. Сопоставление эффективности очистки.</p>	18	-	
2	<p>Эффективность методов опреснения воды.</p> <p>Определение основных показателей, характеризующих минеральный состав воды. Кипячение. Дистилляция. Замораживание. Сорбция. Ионный обмен. Сравнение эффективности методов очистки.</p>	12	-	
3	<p>Определение влияния состава воды на процесс коагуляции и условий ее проведения.</p> <p>Влияние качественного и количественного состава исходной очищаемой воды на эффективность процесса коагуляции. Влияние температуры воды на эффективность процесса коагуляции и флокуляции.</p>	14	-	
3	<p>Коагуляционно-сорбционная очистка воды.</p> <p>Комбинированная коагуляционно-сорбционная очистка. Влияние условий проведения процесса. Подбор материалов. Модифицирование материалов.</p>	12	6	
5	<p>Флотационная очистка вод различного состава.</p> <p>Флотационные методы очистки</p>	8	-	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	воды от загрязнителей различного дисперсионного состава. Определение расхода воздуха. Влияние диспергирования воздуха. Влияние поверхностного натяжения на эффективность флотационной очистки.			

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Показатели качества воды. Методы определения. Показатели качества вод разных категорий. Принципы разделения вод по категориям. Нормативные документы. Строение воды. Строение водных растворов. Водные коллоидные системы	18	устный опрос № 1
2	Основные особенности коллоидных систем. Устойчивость коллоидных систем. Разрушение коллоидных систем. Факторы, влияющие на стабильность коллоидных водных систем. Классификация методов очистки. Область использования. Преимущества и недостатки. Место реагентных методов среди современных технологий очистки воды.	18	устный опрос № 1
3	Современные коагулянты и флокулянты. Вторичное загрязнение воды. Осветлители. Классификация. Принцип действия. Область применения.	25	устный опрос № 2
4	Область применения окислительно-восстановительных методов очистки воды. Примеры технологий. Недостатки и достоинства. Удаление специфических загрязняющих агентов из воды. Примеры. Роль окислительно-восстановительных агентов в процессах обеззараживания воды.	18	устный опрос № 2
5	Примеры технологий флотационной очистки воды. Аппаратурное оформление процессов.	18	устный опрос № 3

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант 1

1. Устойчивость коллоидных систем.
2. Принцип явления флотации и его использование

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Анализ воды: Справочник / редакторы Л. М. Л. Ноллет, Л. С. П. де Гелдер, перевод с английского 2-го издания под редакцией И. А. Васильевой, Е. Л. Пролетарской. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012. - 919 с. – ISBN 978-5-91884-035-1.

2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: Учебное пособие / Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, Э. И. Бабкина, В. А. Сурнин; ред. Т. В. Гусева. – Москва : Форум ; Москва : ИНФРА-М, 2011. - 190 с. ISBN 978-5-91134-080-3 (ФОРУМ). – ISBN 978-5-16-002933-7(ИНФРА-М)

3. Инженерно-экологический справочник : в 3 т. / Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева ; Под общ. ред. А. С. Тимониной. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019., Т. 2. - 2019. - 960 с.- ISBN 978-5-9729-0331-3.

б) электронные учебные издания:

4. Григорьева, Л.В. Определение жесткости воды и способы ее умягчения: методические указания / Л. В. Григорьева, В. В. Далидович, Е. Д. Хрылова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 15 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Далидович, В.В. Изучение процесса напорной флотации: практикум / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева, Е.Д. Хрылова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический Университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 18 с. // СПбГТИ.

Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Далидович, В.В. Изучение процесса фильтрации: учебное пособие / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический Университет), кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. - 36 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Яблокова, М.А. Технология водоподготовки: учебное пособие / М. А. Яблокова, Е. А. Пономаренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра инженерного проектирования. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. - 125 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Волков, В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды : Учебное пособие / В. А. Волков. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015. - 256 с. – ISBN 978-5-8114-1830-5 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.03.2021). - Режим доступа: по подписке

9. Свиридов, ВВ. Физико-химические основы процессов микрофлотации : Монография / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов, А. Ф. Никифоров. – Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2018. - 416 с.- ISBN 978-5-8114-2890-8 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.04.2021). - Режим доступа: по подписке.

10. Шачнева, Е.Ю. Водоподготовка и химия воды: Учебно-методические пособия / Е. Ю. Шачнева. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2020. - 104 с. – ISBN 978-5-8114-4961-3 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 18.03.2021). - Режим доступа: по подписке

11. Экология и охрана окружающей среды. Практикум : Учебное пособие / [В. В. Денисов, Т. И. Дровозова, Б. И. Хорунжий [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. - 440 с. - - ISBN 978-5-8114-4697-1 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: по подписке

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Реагентные методы очистки воды» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты программ:

- стандартные программные продукты пакета «Apache_ OpenOffice».

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

- Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории, оснащенные мебелью, проектором BenQ MX518, ноутбуками HP Compaq Presario в количестве 2 штук, проектором Vivitek D508 DLP, проекционными экранами в количестве 2 штук, пульта для управления презентацией, досками, на 20-30 посадочных мест.

Для проведения лабораторных работ по данной дисциплине используются кондуктометр «Эксперт-002-2-6п», иономер И-500, колориметр КФК-2МП, концентратомер КН-2м, анализатор «Эксперт-001-рН-ХПК-БПК», рН-метр НН 8314, хроматограф ЛХМ-80, весы ВМК 1501, весы ВМК 651, весы аналитические ВЛР-200.

Для самостоятельной работы помещения оснащены мебелью на 10-15 посадочных мест. Имеются установки ВТА, колориметр КФК-2, ультратермостат 2-15С, электрошкаф сушильный, весы лабораторные ВМ 213, весы ВМК 1501, весы ВМК 651, весы аналитические ВЛР-200. Установки по определению защитных свойств катализаторов и поглотителей, установки «Динамика», анализатор циклогексана «ЛАЦ», анализатор газов «Магистр», центрифуга ЦЛМН Р-10-0,1, колориметр КФК-2МП, спектрофотометр LEKI SS2107, перемешивающее устройство LOIP LS.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Реагентные методы очистки воды»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на обеспечение высокого качества воды	начальный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.1 Знание основных теоретических подходов к описанию поверхностных явлений	Знает особенности поверхностных явлений в водных растворах, физико-химические процессы в истинных и коллоидных растворах, основные теории и уравнения описания поверхностных явлений (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 1-18, выполнение лабораторных работ	с подсказками преподавателя приводит основные особенности строения жидкой воды и кратко рассказывает об их влияние на свойства воды; перечисляет некоторые нормативных документов, определяющих качество воды; приводит с подсказками преподавателя краткую классификацию сточных вод и параметры качества сточных вод	приводит основные особенности строения жидкой воды и кратко рассказывает об их влияние на свойства воды; перечисляет несколько нормативных документов, определяющих качество воды; приводит краткую классификацию сточных вод и параметры качества сточных вод	приводит основные особенности строения жидкой воды и рассказывает об их влияние на свойства воды; перечисляет основные нормативные документы, определяющие качество воды; приводит классификацию сточных вод и параметры качества сточных вод
	Умеет описывать процессы, происходящие в водных системах (У-1);	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 1-18, выполнение	с ошибками объясняет аномальные свойства воды и водных растворов с позиции	с ошибками объясняет аномальные свойства воды и водных растворов с позиции	объясняет аномальные свойства воды и водных растворов с позиции современных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
		лабораторных работ	современных структурных моделей воды; приводит связь строения воды и водных растворов и их свойств; не может объяснить процессы, происходящие в водных системах	современных структурных моделей воды; приводит связь строения воды и водных растворов и их свойств; объясняет процессы, происходящие в водных системах без связи с методами очистки воды	структурных моделей воды; приводит связь строения воды и водных растворов и их свойств; объясняет процессы, происходящие в водных системах
	Владеет навыками расчета устойчивости коллоидных систем, способности воды к реагентной обработке (Н-1)	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 8, 14, 15, 19-22, выполнение лабораторных работ	с ошибками демонстрирует навыки расчета устойчивости коллоидных систем, способности воды к реагентной обработке	с подсказками преподавателя и литературы демонстрирует навыки расчета устойчивости коллоидных систем, способности воды к реагентной обработке	демонстрирует навыки расчета устойчивости коллоидных систем, способности воды к реагентной обработке
ПК-3.2 Знание основных закономерностей протекания физико-химических	Знает основные физико-химические методы очистки воды (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 17-38, выполнение	приводит краткую классификацию основных физико-химических методов очистки воды, кратко	приводит краткую классификацию основных физико-химических методов очистки воды, кратко	приводит подробную классификацию основные физико-химические методы очистки воды,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
процессов очистки воды		лабораторных работ	рассказывает о разных методах очистки воды без учета требований, предъявляемых к качеству воды; с большим количеством неточностей рассказывает физико-химические основы окислительно-восстановительных методов очистки воды, коагуляции и флокуляции; приводит с подсказками преподавателя закономерности процессов коагуляции и флокуляции, флотации	рассказывает о разных методах очистки воды в зависимости от требований, предъявляемых к качеству воды; с ошибками рассказывает физико-химические основы окислительно-восстановительных методов очистки воды, коагуляции и флокуляции; приводит с подсказками преподавателя закономерности процессов коагуляции и флокуляции, флотации	рассказывает о разных методах очистки воды в зависимости от требований, предъявляемых к качеству воды; рассказывает физико-химические основы окислительно-восстановительных методов очистки воды, коагуляции и флокуляции; приводит закономерности процессов коагуляции и флокуляции, флотации
	Умеет подбирать физико-химический метод очистки воды в соответствии с	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 6,	предлагает область использования физико-химических	предлагает область использования физико-химических	обоснованно предлагает область использования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	технологическими требованиями (У-2);	19, 26-38, выполнение лабораторных работ	методов очистки воды; осуществляет с подсказками преподавателя подбор окислителя / восстановителя для удаления загрязняющих веществ; не может обосновать с точки зрения теории электрического поля процесс коагуляции	методов очистки воды; осуществляет с подсказками преподавателя подбор окислителя / восстановителя для удаления загрязняющих веществ; пробует обосновать с точки зрения теории электрического поля процесс коагуляции	физико-химических методов очистки воды; осуществляет подбор окислителя / восстановителя для удаления загрязняющих веществ; обосновывает с точки зрения теории электрического поля процесс коагуляции
	Владеет навыками расчета эффективности очистки воды с использованием различных физико-химических методов (Н-2)	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 3, 20, 29-38, выполнение лабораторных работ	неуверенно показывает методики контроля эффективности процессов очистки воды; с подсказками преподавателя проводит расчеты эффективности очистки воды; владеет методиками контроля эффективности процессов очистки воды, но расчеты	показывает методики контроля эффективности процессов очистки воды; проводит расчеты эффективности очистки воды с использованием литературы; владеет методиками контроля эффективности процессов очистки воды, но расчеты	уверенно показывает методики контроля эффективности процессов очистки воды; проводит расчеты эффективности очистки воды; владеет методиками контроля эффективности процессов очистки воды

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			проводит с ошибками	проводит с ошибками	
ПК-5.1 Планирование и проведение процессов очистки воды физико-химическими методами	Знает методы определения оптимальных условий проведения процессов физико-химической очистки воды (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 39-65, выполнение лабораторных работ	рассказывает о факторах, влияющих на эффективность очистки воды методом коагуляции, флокуляции, флотации, при фильтровании и окислительно-восстановительных процессах, только при участии преподавателя	кратко рассказывает о факторах, влияющих на эффективность очистки воды методом коагуляции, флокуляции, флотации, при фильтровании и окислительно-восстановительных процессах	рассказывает о факторах, влияющих на эффективность очистки воды методом коагуляции, флокуляции, флотации, при фильтровании и окислительно-восстановительных процессах
	Умеет составлять план проведения модельного процесса очистки воды с использованием физико-химических методов (У-3);	выполнение лабораторных работ	кратко обосновывает подбор многокомпонентной загрузки, а также параметры работы фильтров	обосновывает подбор многокомпонентной загрузки, а также параметры работы фильтров	подробно обосновывает подбор многокомпонентной загрузки, а также параметры работы фильтров
	Владеет навыками проведения модельных процессов физико-	Выполнение лабораторных работ	предлагает современные коагулянты для	предлагает современные коагулянты для	обосновано подбирает современные

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	химической очистки воды с целью определения оптимальных условий (Н-3)		водоподготовки; осветлительные фильтры в зависимости от параметров очистки воды; неуверенно демонстрирует владение методиками определения основных показателей качества воды и методикой проведения процесса коагуляции и контроля основных показателей качества воды; не способен подобрать методики очистки воды от специфических загрязнений	водоподготовки; осветлительные фильтры в зависимости от параметров очистки воды; демонстрирует владение методиками определения основных показателей качества воды и методикой проведения процесса коагуляции и контроля основных показателей качества воды; подбирает методики очистки воды от специфических загрязнений	коагулянты для водоподготовки; осветлительные фильтры в зависимости от параметров очистки воды; демонстрирует уверенное владение методиками определения основных показателей качества воды и методикой проведения процесса коагуляции и контроля основных показателей качества воды; правильно подбирает методики очистки воды от специфических загрязнений
ПК-5.2	Знает факторы, влияющие на физико-химические	Правильные ответы на	с подсказками преподавателя	приводит некоторые физико-химические	приводит физико-химические

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
Управление процессом очистки воды реагентными методами.	процессы очистки воды (ЗН-4);	вопросы к экзамену № 39-65, выполнение лабораторных работ	приводит некоторые физико-химические особенности и закономерности коллоидных процессов; с ошибками рассказывает об основных технологических особенностях проведения окислительно-восстановительных процессов очистки воды с использованием различных химических реагентов	особенности и закономерности коллоидных процессов; кратко рассказывает об основных технологических особенностях проведения окислительно-восстановительных процессов очистки воды с использованием различных химических реагентов	особенности и закономерности коллоидных процессов; рассказывает об основных технологических особенностях проведения окислительно-восстановительных процессов очистки воды с использованием различных химических реагентов
	Умеет подбирать условия проведения процессов физико-химической очистки воды (У-4);	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 39-65, выполнение лабораторных работ	с ошибками подбирает оптимальные условия процесса коагуляции в зависимости от степени загрязнений и	с ошибками подбирает оптимальные условия процесса коагуляции в зависимости от степени загрязнений и	подбирает оптимальные условия процесса коагуляции в зависимости от степени загрязнений и состава очищаемой

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			состава очищаемой воды; не оптимизирует параметры процессов коагуляции, флокуляции и осаднения, флотации обеспечивающие наибольшую эффективность процессов очистки воды; не предлагает основные технические решения, обусловленные особенностями протекания физико-химических процессов с использованием окислителей и восстановителей	состава очищаемой воды; не в полном объеме оптимизирует параметры процессов коагуляции, флокуляции и осаднения, флотации обеспечивающие наибольшую эффективность процессов очистки воды; не предлагает основные технические решения, обусловленные особенностями протекания физико-химических процессов с использованием окислителей и восстановителей	воды; оптимизирует параметры процессов коагуляции, флокуляции и осаднения, флотации обеспечивающие наибольшую эффективность процессов очистки воды; предлагает основные технические решения, обусловленные особенностями протекания физико-химических процессов с использованием окислителей и восстановителей
	Владеет навыками управления процессами	Выполнение лабораторных	неуверенно демонстрирует	демонстрирует навыки	демонстрирует навыки

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	физико-химической очистки воды (Н-4)	работ	навыки оптимизации параметров процессов коагуляции, флокуляции, флотации и осадения, обеспечивающие наибольшую эффективность процессов очистки воды; не управляет процессами физико-химической очистки воды	оптимизации параметров процессов коагуляции, флокуляции, флотации и осадения, обеспечивающие наибольшую эффективность процессов очистки воды; не управляет процессами физико-химической очистки воды	оптимизации параметров процессов коагуляции, флокуляции, флотации и осадения, обеспечивающие наибольшую эффективность процессов очистки воды; управляет процессами физико-химической очистки воды

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

Знание основных теоретических подходов к описанию поверхностных явлений
Знание основных закономерностей протекания физико-химических процессов очистки воды

1. Нормативные документы, регламентирующие качество питьевой воды.
2. Нормативные документы, регламентирующие качество сточных вод.
3. Основные физические и химические свойства воды. Строение молекулы воды. Структура воды.
4. Современные модели воды. Теории строения надмолекулярных структур воды.
5. Показатели качества.
6. Характеристики производственных сточных вод. Характеристики хозяйственно-бытовых сточных вод.
7. Основные понятия о дисперсных системах. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Меры дисперсности. Виды дисперсных систем.
8. Устойчивость коллоидных растворов.
9. Строение мицелл коллоидных растворов и стадии их образования.
10. Строение мицеллы гидроксида железа (III), получаемого при гидролизе сульфата железа (III).
11. Строение мицеллы гидроксида алюминия, получаемого при гидролизе сульфата алюминия, в сравнении со строением мицеллы гидроксида алюминия, получаемого при гидролизе алюмината натрия.
12. Особенности коллоидных растворов. Опалесценция. Способность к электрофорезу.
13. Теория двойного электрического слоя. Механизмы образования двойного электрического слоя. Теории Гуи-Чепмана, Гельмгольца и Штерна.
14. Виды и факторы устойчивости дисперсных систем.
15. Теория устойчивости лиофобных дисперсных систем ДЛФО. Понятие о расклинивающем давлении.
16. Окислительно-восстановительный потенциал
17. Методы очистки сточных вод
18. Описание процесса коагуляции с позиций коллоидной химии.
19. Причины и стадии коагуляции. Правила электролитной коагуляции. Расчет порогов коагуляции.
20. Стадии коагуляции. Зависимость скорости коагуляции от величины потенциального барьера.
21. Правила электролитной коагуляции. Порог коагуляции. Коагулирующая способность.
22. Влияние заряда иона-коагулятора на коагулирующую способность электролита.
23. Строение мицеллы коллоидной частицы. Правило Панета-Фаянса.
24. Механизмы дестабилизации коллоидной взвеси
25. Химические аспекты процесса коагуляции.
26. Типы коагулянтов и флокулянтов.
27. Физико-химическая характеристика различных групп примесей воды по фазово-дисперсному состоянию.
28. Современные коагулянты и флокулянты для водоподготовки.
29. Понятие о флокуляции. Механизм действия флокулянтов.
30. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Теория быстрой и медленной коагуляции. Коагуляция смесью электролитов.
31. Химическое осаждение.

32. Нейтрализация.
33. Окисление активным хлором. Использование гипохлорита натрия и диоксида хлора. Технологический процесс получения электролизного гипохлорита натрия.
34. Окисление кислородом воздуха. Свойства озона и окисление озоном. Окисление пероксидом водорода.
35. Окисление перманганатом калия. Окисление надуксусной кислотой.
36. Системы глубокого окисления. Использование процессов восстановления в очистке сточных вод.
37. Принцип явления флотации и его использование. Комплекс "пузырек-частица".
38. Флотационные методы очистки воды. Условия проведения процесса флотации. Поверхностное натяжение жидкостей.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

39. Технологические процессы получения сульфата алюминия и полиоксисолей алюминия.
40. Пробное коагулирование воды.
41. Протекание коллоидных процессов при фильтрации. Контактная коагуляция. Скорость фильтрации.
42. Понятие о фильтроцикле. Виды и конструкции осветлительных фильтров
43. Методы интенсификации коагуляции, флокуляции и осаждения.
44. Технологические процессы «Актифло» и «Комаг»
45. Методы удаления из воды железа и марганца.
46. Фторирование и дефторирование воды. Технология фторирования воды. Технология дефторирования воды.
47. Способы флотационной очистки сточных вод. Флотация с выделением воздуха из раствора. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы.
48. Принцип явления флотации. Электрофлотация. Биологическая и химическая флотация.
49. Использование окислительно-восстановительных процессов для очистки воды. Принцип окислительных методов очистки. Примеры.
50. Использование процессов восстановления в очистке сточных вод. Особенности использования процессов восстановления. Примеры использования.
51. Протекание коллоидных процессов при фильтрации. Понятие о контактной коагуляции. Ее преимущества и недостатки.
52. Параметры качества воды, влияющие на эффективность коагуляции. Влияние щелочности обрабатываемой воды на проведение коагуляции.
53. Типы флокулянтов в зависимости от состава полярных групп.
54. Влияние pH воды при коагуляции сульфатом алюминия.
55. Понятие и цель пробной коагуляции. Параметры качества исследуемой воды, определяемые при выполнении пробной коагуляции.
56. Понятия оптимальных и приемлемых доз коагулянта. Методы определения
57. Оптимальные условия использования флокулянтов.
58. Промывные воды как ресурсосберегающая технология. Схемы очистки промывных вод.
59. Технологическое оборудование в схемах очистки промывных вод.
60. Понятие коррозионной агрессивности воды. Индексы стабильности воды. Стабилизационная обработка воды при отрицательном индексе стабильности.

61. Коррозия как физико-химический процесс. Факторы, влияющие на скорость коррозии.
62. Режимы перемешивания при пробной коагуляции.
63. Основные операции процесса коагуляции воды на водопроводных очистных сооружениях.
64. Классификация технологических схем водоочистки и водоподготовки. Примеры.
65. Классификацию методов водоподготовки.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом «удовлетворительно» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.