

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
« 23 » апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ 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
Доцент		Доцент Далидович В.В.

Рабочая программа дисциплины «Электрохимические 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.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия	09
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	11
4.5. Задания для выполнения практических занятий.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13

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-3.7 Знание физико-химических основ электрохимических методов очистки воды</p>	<p>Знать: физико-химические основы электрохимических методов очистки воды (ЗН-1); Уметь: обосновывать механизм электрохимических методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды (У-1); Владеть: методикой расчета режима электрохимических процессов очистки воды (Н-1)</p>
<p>ПК-5 Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на обеспечение высокого качества воды</p>	<p>ПК-5.10 Выбор условий проведения электрохимических методов очистки воды</p>	<p>Знать: классификацию электрохимических методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (ЗН-2); Уметь: выбирать электрохимические методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (У-2); Владеть: методикой подбора и расчета аппаратного оформления процессов электрохимической очистки (Н-2)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина является дисциплиной по выбору, относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01.02), и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении общеинженерных дисциплин. Полученные в процессе изучения дисциплины «Электрохимические методы очистки воды» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	70
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	32 (3)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	38
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

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.	Электрохимические методы очистки сточных вод.	8	-	-	10	ПК-3 ПК-5	ПК-3.7 ПК-5.10
2.	Электролиз сточных вод. Электрокоагуляция. Механизм процесса электрокоагуляции. Аппаратурное оформление процессов электрокоагуляции. Конструкция и особенности работы электрокоагулятора-электрофлотатора. Оптимальные условия процесса электрокоагуляции. Электрофлотация.	8	14	-	5	ПК-3 ПК-5	ПК-3.7 ПК-5.10
3.	Электродиализ. Мембраны для электродиализа. Электроосмос. Электродиализное опреснение. Конструктивные особенности электродиализаторов. Мембранный электролизер.	8	14	-	18	ПК-3 ПК-5	ПК-3.7 ПК-5.10
4.	Электрохимическое окисление и восстановление компонентов сточных вод. Механизм окислительных процессов в водных растворах. Восстановительные процессы в водных растворах. Избирательное удаление компонентов растворов. Электрохимический метод получения гипохлорита натрия.	8	4	-	5	ПК-3 ПК-5	ПК-3.7 ПК-5.10

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Электрохимические методы очистки сточных вод.</u> Области применения. Условия применимости методов для очистки сточных вод. Классификация электрохимических методов очистки сточных вод: методы превращения, методы разделения и комбинированные методы. Электрокоагуляция, электрохимическая деструкция, электрокристаллизация, электрохимическое окисление, электрохимическое восстановление, электрофлотация, электродиализ, электросмос, электрофорез, электрофильтрование, электрофлотокоагуляция, электрокаталитическая деструкция, комплекс электровоздействий, электроосаждение: основные понятия. Электрохимическое обеззараживание. Эффективность электрохимических методов. Оценка эффективности методов по плотности тока, напряжению, коэффициенту полезного использования напряжения, выходу по току, выходу по энергии. Достоинства и недостатки электрохимических методов очистки воды. Замкнутые системы водопользования на основе электрохимических методов очистки сточных вод. Электролитическая подготовка воды для питьевого водоснабжения.</p>	8	-
2	<p><u>Электролиз сточных вод. Электрокоагуляция.</u> <u>Механизм процесса электрокоагуляции.</u> <u>Аппаратурное оформление процессов электрокоагуляции. Конструкция и особенности работы электрокоагулятора-электрофлотатора.</u> <u>Оптимальные условия процесса электрокоагуляции. Электрофлотация.</u> Теоретические основы процесса электрокоагуляции. Механизм процесса электрокоагуляции. Понятие и особенности гальванокоагуляции. Классификация электролизеров: по организации процесса очистки стоков, по гидродинамическому режиму работы, по типу реактора, по организации движения сточной воды в межэлектродном пространстве, по организации движения воды в аппарате, по виду воздействия на дисперсную систему. Оптимальные условия процесса электрокоагуляции. Узел электрокоагуляции в схеме очистки вод электрокоагуляцией. Теоретические основы метода электрофлотации.</p>	8	ЛПК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Электрофлотационные аппараты: безреагентный электрохимический модуль очистки, электрохимический модуль глубокой доочистки сточных вод. Конструкция и особенности работы электрокоагулятора-электрофлотатора.		
3	<p><u>Электродиализ. Мембраны для электродиализа. Электроосмос. Электродиализное опреснение. Конструктивные особенности электродиализаторов. Мембранный электролизер.</u></p> <p>Теоретические основы электродиализа. Механизм и движущая сила процесса электродиализа. Классификация мембран для электродиализа. Требования к мембранам, их характеристики. Устройство и принцип функционирования электродиализатора. Мембранный электролизер. Электродиализ с чередующимися анионообменными и катионообменными мембранами. Установки для электродиализа. Электроосмос. Механизм и движущая сила электроосмоса. Устройство и работа электроосмотической установки. Электродиализное опреснение.</p>	8	ЛПК
4	<p><u>Электрохимическое окисление и восстановление компонентов сточных вод. Механизм окислительных процессов в водных растворах. Восстановительные процессы в водных растворах. Избирательное удаление компонентов растворов. Электрохимический метод получения гипохлорита натрия.</u></p> <p>Теоретические основы электрохимического окисления и восстановления компонентов сточных вод. Химизм процесса. Механизм электрохимического окисления и электрохимического восстановления при очистке сточных вод. Установка для получения гипохлорита натрия.</p>	8	-

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
3	<u>Электродиализ. Мембраны для электродиализа. Электроосмос. Электродиализное опреснение. Конструктивные особенности электродиализаторов. Мембранный электролизер.</u> Расчет электродиализатора. Методика расчета электродиализатора циркуляционного типа. Методика расчета электродиализатора прямоточного типа. Расчет объема газа, выделяющегося в приэлектродных камерах.	6	-	Кр.ст.
3	<u>Электродиализ. Мембраны для электродиализа. Электроосмос. Электродиализное опреснение. Конструктивные особенности электродиализаторов. Мембранный электролизер.</u> Расчет установок электродиализа. Определение напряжения и силы постоянного тока, подводимого к аппаратам, выбор площади мембран и их числа, определение состава вспомогательного оборудования.	4	1	Кр.ст.
2	<u>Электролиз сточных вод. Электрокоагуляция. Механизм процесса электрокоагуляции. Аппаратурное оформление процессов электрокоагуляции. Конструкция и особенности работы электрокоагулятора-электрофлотатора. Оптимальные условия процесса электрокоагуляции. Электрофлотация.</u> Расчет и проектирование электрокоагулятора. Выбор габаритов электролизной ванны.	6	1	Кр.ст.
3, 4	<u>Электродиализ. Мембраны для электродиализа. Электроосмос.</u>	6	-	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
	<u>Электродиализное опреснение.</u> <u>Конструктивные особенности</u> <u>электродиализаторов. Мембранный</u> <u>электролизер.</u> Расчет мембранного электролизера. Конструктивные размеры электролизера. Материальный баланс электролизера. Электрический баланс электролизера. Энергетический баланс электролизера.			
2	<u>Электролиз сточных вод.</u> <u>Электрокоагуляция. Механизм</u> <u>процесса электрокоагуляции.</u> <u>Аппаратурное оформление</u> <u>процессов электрокоагуляции.</u> <u>Конструкция и особенности работы</u> <u>электрокоагулятора-</u> <u>электрофлотатора. Оптимальные</u> <u>условия процесса</u> <u>электрокоагуляции.</u> <u>Электрофлотация.</u> Технологический и конструктивный расчет электрофлотаторов.	6	1	Кр.ст.
3	<u>Электродиализ. Мембраны для</u> <u>электродиализа. Электроосмос.</u> <u>Электродиализное опреснение.</u> <u>Конструктивные особенности</u> <u>электродиализаторов. Мембранный</u> <u>электролизер.</u> Расчет электроосмотической установки.	2	-	Кр.ст.
2	<u>Электролиз сточных вод.</u> <u>Электрокоагуляция. Механизм</u> <u>процесса электрокоагуляции.</u> <u>Аппаратурное оформление</u> <u>процессов электрокоагуляции.</u> <u>Конструкция и особенности работы</u> <u>электрокоагулятора-</u> <u>электрофлотатора. Оптимальные</u> <u>условия процесса</u> <u>электрокоагуляции.</u> <u>Электрофлотация.</u> Расчет электрофлотокоагулятора.	2	-	Кр.ст.

4.3.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1, 3	Использование электрохимических методов очистки в медицине: электродиализ, электрофорез.	20	Устный опрос №1-3
2, 3, 4	Контроль, управление и автоматизация работы электродиализных установок, электрофлотаторов, электрокоагуляторов, электроосмотических установок.	18	Устный опрос №4, 5

4.5. Задания для выполнения практических занятий

Примеры задания:

1. Выполнить расчет электроосмотической установки для ТЭЦ производительностью (130 - 500) т/ч. Мощность производства задается преподавателем.
2. Выполнить расчет электролизной установки для получения гипохлорита натрия электрохимическим методом. Определить производительность и число электролизных установок исходя из мощности производства (водопроводной станции). Мощность производства задается преподавателем.
3. Выполнить расчет электрофлотатора исходя из мощности производства (водопроводной станции). Мощность производства задается преподавателем.
4. Выполнить расчет электрокоагулятора исходя из мощности производства (водопроводной станции). Мощность производства задается преподавателем.
5. Выполнить расчет мембранного электродиализатора заданной мощности для электродиализного опреснения воды. Мощность задается преподавателем.

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 зачета.

Зачет 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 зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант 1

1. Электрокоагуляция. Теоретические основы процесса электрокоагуляции. Механизм процесса электрокоагуляции.
2. Эффективность электрохимических методов. Оценка эффективности методов по плотности тока, напряжению, коэффициенту полезного использования напряжения, выходу по току, выходу по энергии. Достоинства и недостатки электрохимических методов очистки воды.
3. Устройство и работа установки для получения гипохлорита натрия. Расчет установки.

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 «зачет».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Рябчиков, Б.Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. - Москва: ДеЛи плюс, 2013. - 680 с. – ISBN 978-5-905170-49-2.

б) электронные учебные издания:

2. 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.
3. 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.
4. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А.С. Гродский, Н.А.Шабанова [и др.]; Под редакцией В. В. Назарова, А. С. Гродского. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2019. - 436 с. – ISBN 978-5-8114-3430-5. // 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 «Электрохимические методы очистки воды» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. 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.

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 «Электрохимические методы очистки воды»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен использовать знания о физико-химических и биохимических процессах в воде	начальный
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-3.6 Знание физико-химических основ электрохимических методов очистки воды	Излагать физико-химические основы электрохимических методов очистки воды (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-15 к зачету	Излагает физико-химические основы электрохимических методов очистки воды с ошибками	Излагает физико-химические основы электрохимических методов очистки воды с одной ошибкой	Излагает физико-химические основы электрохимических методов очистки воды
	Выбирать и обосновывать механизм электрохимических методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды (У-1)	Правильные ответы на вопросы №1-15 к зачету	Выбирает с неправильным обоснованием механизм электрохимических методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды	Выбирает и обоснует механизм электрохимических методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды с одной ошибкой	Выбирает и обоснует механизм электрохимических методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды
	Выполнять алгоритм методики расчета режима электрохимических процессов очистки воды (Н-1)	Правильные ответы на вопросы №1-15 к зачету	Выполняет алгоритм методики расчета режима электрохимических процессов очистки воды с ошибками	Выполняет алгоритм методики расчета режима электрохимических процессов очистки воды с одной ошибкой	Выполняет алгоритм методики расчета режима электрохимических 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)
ПК-5.9 Выбор условий проведения электрохимических методов очистки воды	Приводить и раскрывать классификацию электрохимических методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №16-30 к зачету	Приводит, но не раскрывает классификацию электрохимических методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды	Приводит и раскрывает классификацию электрохимических методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды с ошибками	Приводит и раскрывает классификацию электрохимических методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды
	Выбирать электрохимические методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (У-2)	Правильные ответы на вопросы №16-30 к зачету	Выбирает электрохимические методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды, без учета требований к качеству очищенной воды	Выбирает электрохимические методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды с ошибкой	Выбирает электрохимические методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды
	Выполнять алгоритм методики подбора и расчета аппаратного оформления процессов электрохимической очистки (Н-2)	Правильные ответы на вопросы №16-30 к зачету	Выполняет алгоритм методики подбора, но без расчета аппаратного оформления процессов электрохимической очистки	Выполняет алгоритм методики подбора и расчета аппаратного оформления процессов электрохимической очистки с ошибками	Выполняет алгоритм методикой подбора и расчета аппаратного оформления процессов электрохимической очистки

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

1. Области применения и условия применимости методов для очистки сточных вод.
2. Классификация электрохимических методов очистки сточных вод: методы превращения, методы разделения и комбинированные методы.
3. Электрокоагуляция. Теоретические основы процесса электрокоагуляции. Механизм процесса электрокоагуляции.
4. Электрохимическая деструкция.
5. Электрокристаллизация.
6. Электрохимическое окисление. Электрохимическое восстановление. Теоретические основы электрохимического окисления и восстановления компонентов сточных вод. Химизм процесса.
7. Электрофлотация. Теоретические основы метода электрофлотации.
8. Электродиализ. Теоретические основы электродиализа. Механизм и движущая сила процесса электродиализа.
9. Электроосмос. Механизм и движущая сила электроосмоса.
10. Электрофорез.
11. Электрофильтрование.
12. Электрофлокоагуляция.
13. Электродокаталитическая деструкция, комплекс электровоздействий.
14. Электроосаждение: основные понятия.
15. Понятие и особенности гальванокоагуляции.

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

16. Замкнутые системы водопользования на основе электрохимических методов очистки сточных вод.
17. Электролитическая подготовка воды для питьевого водоснабжения.
18. Электрохимическое обеззараживание.
19. Эффективность электрохимических методов. Оценка эффективности методов по плотности тока, напряжению, коэффициенту полезного использования напряжения, выходу по току, выходу по энергии. Достоинства и недостатки электрохимических методов очистки воды.
20. Классификация электролизеров: по организации процесса очистки стоков, по гидродинамическому режиму работы, по типу реактора, по организации движения сточной воды в межэлектродном пространстве, по организации движения воды в аппарате, по виду воздействия на дисперсную систему.
21. Оптимальные условия процесса электрокоагуляции. Расчет электрокоагулятора.
22. Узел электрокоагуляции в схеме очистки вод электрокоагуляцией.
23. Электрофлотационные аппараты: безреагентный электрохимический модуль очистки, электрохимический модуль глубокой доочистки сточных вод. Расчет электрофлотатора.
24. Конструкция и особенности работы электрокоагулятора-электрофлотатора. Расчет электрофлокоагулятора.
25. Классификация мембран для электродиализа. Требования к мембранам, их характеристики. Расчет электромембранного модуля.
26. Устройство, расчет и принцип функционирования электродиализатора. Мембранный электролизер.
27. Электродиализ с чередующимися анионообменными и катионообменными мембранами. Установки для электродиализа.

28. Устройство, расчет и работа электроосмотической установки. Электродиализное опреснение.
29. Механизм электрохимического окисления и электрохимического восстановления при очистке сточных вод. Отличие от процесса водоподготовки.
30. Устройство и работа установки для получения гипохлорита натрия. Расчет установки.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 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 зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.