

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан технологического факультета
Л.М. Хорошман

«18» 03 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**»

для направления **20.03.02 «ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

Профиль: **Комплексное использование и охрана водных ресурсов**

Петропавловск-Камчатский
2020

Рабочая программа по дисциплине «Электрохимические методы очистки сточных вод» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ЗОС, к.б.н.



Кашпура В.Н.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЗОС
« 03 » марта 2020 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой
« 03 » марта 2020 г.



Хорошман Л.М.

1. Цели и задачи учебной дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод», ее место в учебном процессе

Целями и задачами изучения дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод» являются:

- приобретение студентами знаний в области теоретических основ современных электрохимических методов водоподготовки и очистки сточных вод;
- получение навыков анализа работы электрохимических аппаратов очистки и обеззараживания природных и сточных вод с оценкой достоинств и недостатков рассматриваемых конструкций.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- выбирать оптимальную электрохимическую технологию очистки сточных вод определенного состава;
- правильно выбирать материал электродов электрохимических установок очистки сточных вод;
- рассчитывать основные технологические параметры электрохимических установок очистки сточных и природных вод (электрокоагуляторов, электрофлотаторов, электродеструкторов, электрокристаллизаторов, электрокорректоров, электродиализаторов и т.д.);

знать:

- основные теоретические зависимости, описывающие электрохимические процессы (закон Фарадея, уравнение Нернста и т.д.)
- основные понятия электрохимии (электродный потенциал, перенапряжение, числа переноса и т.д.)
- основные процессы, протекающие в электрохимических аппаратах очистки сточных вод
- катодные и анодные процессы разложения воды;
- методы электрохимической очистки природных и сточных вод различных отраслей промышленности;
- сущность процессов электрохимической очистки воды от токсичных примесей;
- типы и конструкции применяемых аппаратов, основы их расчета;
- методы электрохимического обеззараживания воды, удаления запахов и привкусов;
- методы электрохимического улучшения качества воды; умягчение, опреснение и обессоливание, удаление из воды железа и марганца, тяжелых металлов, СПАВ, растворенных газов и органических веществ, обескремнивание, стабилизация воды;

иметь представление : о тенденциях в развитии современных электрохимических методов очистки природных и сточных вод.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования (ПК-10).

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-10	способностью проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных	Знать: методы проведения изысканий по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании	3(ПК-10)1

	объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования	объектов природообустройства и водопользования Уметь: проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования	У(ПК-10)1
		Владеть: навыками экологических исследований, оценки экологической ситуации. Владеть разнообразием методов восстановления и благоустройства водных экосистем для правильного выбора методов	В(ПК-10)1
ОПК-1	способностью предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности	Знать: меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности	З(ОПК-1)1
		Уметь: предусматривать меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности	У(ОПК-1)1
		Владеть: навыками сохранения и защиты экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности	В(ОПК-1)1

2. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

2.1. Связь с предшествующими дисциплинами

Таблица 1

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование разделов дисциплины в рабочей программе, на которые опирается изложение и изучение данного курса
1	Математика	Дифференциальное и интегральное исчисление
2	Физика	Понятие состояния в классической механике, законы сохранения. Кинематика. Природа химической связи.
3	Химия	Химическая связь. Строение вещества. Растворы. Химические реакции. Свойства растворов. Дисперсные системы. Поверхностные явления.
4	Водные ресурсы камчатки и их хозяйственное использование	Водные ресурсы. Виды водопользования. Рациональное использование и охрана водных ресурсов.
5	Гидрология, метеорология и климатологии	Строение атмосферы, составляющие радиационного, теплового и водного баланса Земли, процесс общей циркуляции атмосферы, процессах испарения и конденсации влаги, выпадения осадков, об опасных метеорологических явлениях и меры борьбы с ними, климатах и факторах их формирования. Агроклиматическое районирование.
6	Гидрогеология и основы геологии	Наиболее распространенные породообразующие минералы и горные породы. Их происхождение, состав, свойства, условия залегания и распространение. Роль в процессах почвообразования. Использование в сельскохозяйственном производстве и

		строительстве. Геологические и инженерно-геологические процессы и явления, причины их возникновения и мероприятия по предупреждению и устранению негативных последствий. Основные физические и водные свойства наиболее распространенных горных пород. Виды воды в горных породах и минералах
--	--	--

2.2. Связь с последующими дисциплинами

Таблица 2.

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование разделов дисциплины в рабочей программе, на которые опирается изложение и изучение данного курса
1	Геоинформационные ресурсы и мониторинг водных объектов	Современные методы теории систем и системного анализа применительно к изучению и анализу качества внешней среды. Оценка характера и направленности техногенных воздействий на внешнюю среду и ее качество по результатам мониторинга. Навыками работы с геоинформационными системами. Комплексная экологическая оценка качества территорий с использованием картографии, кадастров, ГИС. Основные требования, предъявляемые к мониторингу на различных уровнях управления. Методы оценки возможных изменений климата, связанных с антропогенным воздействием. Аэрокосмические и другие дистанционные методы сбора информации.
2	Комплексное использование водных объектов	Рациональное использование и охрана водных ресурсов.
3	Восстановление водных объектов	Методы и способы защиты и восстановления водных объектов

3. Содержание дисциплины

3.1. Распределение учебных часов

Наименование вида учебной нагрузки	Итого
Лекции	18
Практические занятия	18
Лабораторные занятия	18
Самостоятельная работа	90
Курсовая работа	-
Зачет	+
Итого в зачетных единицах	4
Итого часов	144

Содержание дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы электрохимических процессов

Лекция 1.1. Химическое воздействие электрического тока.

Законы Фарадея. Возможные области реализации электрохимических процессов в технологии очистки воды.

Лекция 1.2. Электродные потенциалы.

Уравнение Нернста.

Правило Лютера

Практическая работа 1.1.

Задание: Рассчитать с помощью уравнения Нернста равновесный потенциал электрода в растворе определенного состава.

Лабораторная работа 1.1

Очистка воды от взвешенных примесей отстаиванием

Лекция 1.3. Понятие об окислительно-восстановительном равновесии в водных реакциях.

Направление окислительно-восстановительных реакций.

Окислительно-восстановительный потенциал химических реакций в растворах.

Лабораторная работа 1.2

Определение рН природных и сточных вод

Практическая работа 1.2.

Задание: Расчет электрокоагуляторов

Лекция 1.4. Массоперенос вещества и скорость электрохимической реакции

Молекулярная диффузия.

Перенос под действием электрического тока.

Перенос веществ к поверхности электрода.

Лекция 1.5. Поляризационные явления в электрохимических реакциях.

Катодная поляризация.

Анодная поляризация.

Практическая работа 1.3.

Задание: Расчет электродеструкторов

Лекция 1.6. Кинетические закономерности основных электродных процессов, протекающих при очистке сточных вод.

Катодные процессы при очистке сточных вод.

Анодные процессы при очистке сточных вод.

Лабораторная работа 1.3

Определение солесодержания и электропроводности природных и сточных вод

Лекция 1.7. Понятие о редокси-процессах (электрохимическом восстановлении и окислении).

Использование редокси-процессов для очистки вод от органических загрязнений. Реакции катодного восстановления. Метод анодного окисления для очистки сточных вод от полипропиленгликоля, фенантрена и др.

Лабораторная работа 1.4

Обеззараживание воды УФ-облучением

Практическая работа 1.4.

Задание: Расчет электрофлотаторов

Самостоятельная работа студентов

В рамках контроля СРС предусмотрена подготовка и защита рефератов по одной из ниже представленных тем.

Список тем рефератов:

1. Методы превращения. Электрокоагуляция
2. Методы превращения. Электрохимическая деструкция.
3. Методы превращения. Электrokристаллизация.
4. Методы превращения. Электроокисление.
5. Методы превращения. Электровосстановление.
6. Методы разделения. Электрофлотация.
7. Методы разделения. Электродиализ.
8. Методы разделения. Электроосмос.
9. Методы разделения. Электрофорез.
10. Методы разделения. Электрофильтрование.

Раздел 2. Применение электрохимических методов при очистке сточных вод.

Лекция 2.1. Классификация методов электрохимической очистки сточных вод.

Методы и аппараты электрохимической очистки воды. Классификация методов.

Методы превращения. Методы разделения. Комбинированные методы.

Лекция 2.2. Электрокоагуляция.

Поляризационная коагуляция. Электрохимическая коагуляция. Электролитическая коагуляция. Концентрационная коагуляция. Аппаратурное оформление процессов электрокоагуляции. Электрокоагуляция при обработке природных вод.

Лабораторная работа № 2.1

Контроль органолептических показателей и физико-химических характеристик воды

Практическая работа 2.1.

Задание: Расчет электрокорректоров

Лекция 2.3. Электрокорректирование рН. Электрохимическая деструкция.

Выбор типа электродов. Влияние условий электролиза на окисление органических загрязнений. Конструкции аппаратов для электрохимической деструкции органических загрязнений.

Лабораторная работа 2.2

Жесткость воды, ее определение и устранение

Лекция 2.4. Окислительно-восстановительные процессы

Окислительно-восстановительные процессы в растворах гипохлоритов.

Окислительно-восстановительные процессы при электролизе хлоридных растворов.

Электрохимическое обеззараживание природных и сточных вод.

Практическая работа 2.2.

Задание: Расчет электрокристаллизаторов

Лекция 2.5. Методика расчета аппаратов для электрообработки природных и сточных вод.

Электрокристаллизация. Электрофлотация. Электродиализ. Электрофорез.
Электрофильтрация.

Основные технологические параметры процессов электрохимической водоочистки.

Практическая работа 2.3.

Задание: Расчет электродиализаторов

Лекция 2.6. Электрохимическая технология очистки сточных вод.

Технологические воды гальванических производств. Сточные воды предприятий бытовой химии. Нефтедержащие воды.

Практическая работа 2.4.

Задание: Расчет электродиализаторов

Лабораторная работа 2.3

Определение воды в материалах.

Лекция 2.7. Основные проблемы современной технологии, перспективы развития и совершенствования электрообработки природных и сточных вод.

Практическая работа 2.5.

Задание: Расчет электрофлоотокоагуляторов

5. Образовательные и информационные технологии

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лекции	Демонстрация презентационного лекционного материала	18
Лабораторные работы	Тренинг. Работа в малых группах.	18
Практические занятия	Выполнение практических заданий.	18
Итого		54

6. Перечень планируемых результатов

Показатели, критерии оценки сформированности компетенции, шкала оценивания результатов освоения компетенций по уровням освоения

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания
Продвину тый	<i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков , полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.	«отлично» зачтено
Базовый	<i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности и устойчивого практического навыка	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.	«хорошо» зачтено
Порогов ый	<i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности и практического навыка	Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	«удовлетворительно» зачтено
Низкий	<i>Компетенция не сформирована</i> Демонстрируется отсутствие самостоятельности и практического навыка	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	«неудовлетворительно» зачтено

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Перечень вопросов итогового контроля знаний

1. Процессы на границе электрод—раствор.
2. Электродные потенциалы.
3. Механизм и кинетика электродных процессов.
4. Понятие о лимитирующей стадии и скорости процесса
5. Напряжение разложения водных растворов электролитов
6. Массоперенос и основные уравнения диффузионной кинетики
7. Кинетика основных электродных процессов, протекающих при очистке природных и сточных вод
8. Электролитическая диссоциация водных систем.
9. Подвижность и числа переноса ионов
10. Электропроводность электролитов
11. Перенапряжение водорода
11. Катодные процессы
12. Анодные процессы
13. Редокси-процессы (электрохимическое восстановление и окисление)
14. Коагуляция частиц в электрическом поле
15. Получение активного хлора методом электролиза
16. Классификация электрохимических методов очистки сточных вод
17. Расчет электрокристаллизаторов
18. Расчет электрокоагуляторов
19. Расчет электрофлотаторов
20. Расчет электрофлотокоагуляторов.
21. Расчет аппаратов электрохимической деструкции
22. Расчет электродиализных аппаратов
23. Расчет электрокорректоров рН и Eh.
24. Преимущества электрохимических методов очистки сточных вод по сравнению с традиционными
25. Электрохимическая очистка сточных вод от цианидов
26. Электрохимическая очистка сточных вод от тяжелых металлов
27. Пассивация электродов. Методы предотвращения и борьбы с этим явлением
28. Электрокоагуляторы с засыпными и прессованными электродами
29. Расчет систем вентиляции электролизных помещений
30. Газообразование в процессах очистки природных и сточных вод

8. Рекомендуемая литература

Основная

1. Швецов В.А., Потапов В.В. Улучшение качества природных вод и очистка сточных вод. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. - 158 с.

Дополнительная

2. Волкова И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения: учеб. пособие. — М.: Колос, 2009. — 352 с.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В рамках освоения учебной дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;
- практические занятия;
- групповых консультаций;
- индивидуальных консультаций;
- самостоятельной работы,

а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

В ходе освоения дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод» студенты набирают максимально 100 баллов посредством выполнения предусмотренных видов учебно-познавательной деятельности.

10. Материально-техническая база

Для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебный кабинет 6-510 с комплектом учебной мебели.

Для самостоятельной работы обучающихся используются кабинеты 6-214 и 6-314; каждый оборудован комплектом учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

11. Перечень информационно-справочных систем

При изучении дисциплины используются следующие справочно-правовые и информационно-справочные системы:

- справочно-правовая система «Консультант-плюс» <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru/online>

Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Электрохимические методы очистки сточных вод» для направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

«__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)