

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химического факультета

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические методы очистки сточных вод

Кафедра экологической химии и технологии
химический факультет

Образовательная программа
18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
Очная

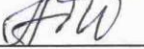
Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала, 2016

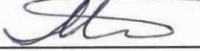
Рабочая программа дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод» составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры)
от «20» ноября 2014 г. № 1480.

Разработчики: кафедра экологической химии и технологии, Алиев З.М., д.т.н., профессор, Исаев А.Б, к.х.н., доцент.


Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры экологической химии и технологии
от «15» 06 2016г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Алиев З.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «12» 06 2016г., протокол № 10

Председатель  Бабуев М.А.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением.

« 20 » 06 2016г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Электрохимические методы очистки сточных вод» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами электрохимической очистки сточных вод различных производств от органических и неорганических соединений, электрохимическими методами окисления и восстановления, электрокоагуляции и электрофлотации, электродиализа.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-3, профессиональных – ПК-4, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 в академических часов по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
		Лекц ии	Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции		
10	144	12	32			100	дифференцирован ный зачет	

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод» является изучение основ электрохимических методов очистки сточных вод, подбора варианта электрохимической очистки в зависимости от состава сточных вод.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Электрохимические методы очистки сточных вод» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

До освоения дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод» должны быть изучены следующие дисциплины «Введение в электрохимические технологии», «Электрохимической технологии защиты окружающей среды», «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» и т.д.

При изучении указанных дисциплин формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Электрохимические методы очистки сточных вод».

Дисциплина «Электрохимические методы очистки сточных вод» является основой для осуществления научно-исследовательской работы, выполнения их магистерской диссертации, а также изучения других дисциплин из учебного плана магистров.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-3	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	Знать: современные методы очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий Уметь: использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием электрохимических технологий при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод. Владеть: навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий
ПК-4	способность использовать	Знать: сферы применения и методы использования современного оборудования

	<p>современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию</p>	<p>для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий</p> <p>Уметь: различать сферы применения электрохимических технологий и оборудования для их осуществления</p> <p>Владеть: навыками по использованию электрохимических технологий для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований</p>
ПК-7	<p>готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке</p>	<p>Знать: теоретические основы электрохимического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений.</p> <p>Уметь: проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий</p> <p>Владеть: навыками по разработке электрохимических методов очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения</p>
ПК-8	<p>готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования</p>	<p>Знать: основы расчета оборудования по электрохимическому обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений.</p> <p>Уметь: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод.</p> <p>Владеть: навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовлении оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод</p>
ПК-9	<p>способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности</p>	<p>Знать: основы протекания электрохимических процессов, показатели протекания электрохимических процессов и анализа эффективности электрохимических технологий.</p> <p>Уметь: определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения.</p>

	технологических процессов, их экологической безопасности	Владеть: навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений.
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод. Уметь: пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод.
ПК-11	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	Знать: основные материалы, используемые при разработке технологии электрохимической очистки для более полного и рационального использования ресурсов, а также основы разработки новых материалов для электрохимической очистки Уметь: проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод Владеть: навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод
ПК-12	способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства	Знать: существующие способы электрохимической очистки сточных и природных вод Уметь: создавать технологии электрохимической очистки сточных и природных вод Владеть: методиками создания способов электрохимической очистки сточных вод для обеспечения экологической безопасности производства

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические	Лабораторные	Контроль		
Модуль 1. Электрокоагуляция, электрофлотация и электродиализ									
1	Электрокоагуляционная и электрофлотационная очистка сточных вод	10	1-2	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Электродиализная очистка сточных вод	10	3-5	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 1:</i>				4		8		24	Коллоквиум
Модуль 2. Методы электрохимического окисления и восстановления									
1	Электрохимическое окисление органических соединений	10	6-7	1		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Электрохимическое восстановление при очистке сточных вод	10	8-9	1		4		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 2:</i>				2		8		26	Коллоквиум
Модуль 3. Непрямые электрохимические методы очистки сточных вод									
1	Электрохимическое генерирование хлорсодержащих окислителей	10	10-12	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Электрофентон, электрохимическое генерирование пероксида водорода	10	13-14	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 3:</i>				4		8		24	Коллоквиум
Модуль 4. Комбинированные электрохимические методы									
1	Фотостимулированные электрохимические методы	10	15-16	1		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Сочетание электрохимической очистки с другими методами	10	17-18	1		4		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
<i>Итого по модулю 4:</i>				2		8		26	Коллоквиум
ИТОГО:				12		32		100	дифференцированный зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Электрокоагуляция, электрофлотация и электродиализ

Тема 1. Электрокоагуляционная и электрофлотационная очистка сточных вод. Основные параметры электрокоагуляционной очистки сточных вод/ Устройство электрокоагуляторов. Влияние различных параметров на эффективность электрокоагуляционной очистки сточных вод. Материал электродов. Электрохимическое растворение алюминия и железа. Электрокоагуляционная очистка сточных вод от тяжелых металлов. Очистка сточных вод от органических соединений. Современные достижения электрокоагуляционной очистки сточных вод. Электрофлотационная очистка сточных вод. Основные параметры электрофлотационной очистки сточных вод. Устройство и принцип работы электрофлотаторов. Электрохимическое выделение газообразного кислорода и водорода. Пути интенсификации электрофлотации. Использование электрофлотации для очистки сточных вод от органических и неорганических соединений.

Тема 2. Электродиализная очистка сточных вод. Теоретические основы электродиализа. Перенос электролита через селективные мембраны. Простейшая конструкция электродиализатора. Электродные материалы и мембраны, используемые при электродиализной очистке сточных вод. Электродиализная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов. Очистка сточных вод предприятий металлообработки и машиностроения. Концентрирование сточных вод с использованием электродиализа. Устройство электродиализаторов и расход электроэнергии.

Модуль 2. Методы электрохимического окисления и восстановления

Тема 3. Электрохимическое окисление органических соединений. Преимущества и недостатки электрохимических методов очистки сточных вод. Теория электрохимического окисления различных органических и неорганических соединений. Электрохимическое окисление сточных вод. Механизм электрохимического окисления различных соединений. Устройство и принцип работы реакторов электрохимического окисления. Электродные материалы. Эффективность электрохимического окисления. Пути интенсификации электрохимического окисления органических соединений. Использование электрохимического окисления для очистки сточных вод от различных соединений.

Тема 4. Электрохимическое восстановление при очистке сточных вод. Электрохимическое восстановление ионов тяжелых металлов. Очистка сточных вод гальванических производств. Рекуперация металлов электрохимическим восстановлением. Устройство электролизов. Электродные материалы, используемые при электрохимическом восстановлении. Катодное восстановление органических соединений. Механизм катодного восстановления органических соединений. Использование катодного восстановления для очистки сточных вод.

Современное состояние проблемы очистки сточных вод катодным восстановлением.

Модуль 3. Непрямые электрохимические методы очистки сточных вод

Тема 5. Электрохимическое генерирование хлорсодержащих окислителей. Электрохимическое получение хлора и хлорсодержащих окислителей. Механизм образования гипохлорита натрия. Непрямое окисление органических соединений с генерированием хлорсодержащих окислителей. Непрямое окисление формальдегида. Механизм непрямого окисления органических соединений. Устройство электролизеров. Показатели эффективности процесса. Современные достижения непрямого обезвреживания сточных вод с генерированием хлорсодержащих окислителей. Электрохимическое генерирование озона и других окислителей.

Тема 6. Электрофентон, электрохимическое генерирование пероксида водорода. Окисление органических соединений реактивом Фентона ($\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2$). Механизм протекания процесса. Механизм электрохимического образования реактива Фентона при электролизе (Электрофентон). Использование непрямого электрохимического окисления реактивом Фентона для обезвреживания сточных вод. Окисление фенола и красителей. Окисление анилина и других органических соединений. Основные пути интенсификации непрямого электрохимического окисления органических соединений реактивом Фентона. Примеры промышленного использования не прямых методов для очистки сточных вод. Электрохимическое восстановление кислорода. Электросинтез пероксида водорода. Непрямое окисление органических соединений электрохимически синтезированным пероксидом водорода. Электродные материалы. Гидрофобизированные электроды. Непрямое электрохимическое окисление органических соединений с использованием других катализаторов переносчиков.

Модуль 4. Комбинированные электрохимические методы

Тема 7. Фотостимулированные электрохимические методы. Фотоэлектрохимическое окисление органических соединений. Электрохимическое окисление органических соединений в присутствии пероксида водорода при облучении УФ-светом. Механизм электрохимического окисления органических соединений реактивом Фентона при облучении УФ-светом (Фотоэлектрофентон). Очистка сточных вод с использованием фотоэлектрофентона.

Тема 8. Сочетание электрохимической очистки с другими методами. Жидкофазное электрохимическое окисление органических соединений при высоких давлениях (wet-electrochemical oxidation). Электрохимическое окисление органических соединений под давлением кислорода. Сочетание электрохимического окисления с биологической доочисткой. Влияние ультразвука на электрохимическое окисление

органических соединений. Современные достижения в области электрохимической очистки сточных вод.

Тематика лабораторных работ

1. Электрокоагуляционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов.
2. Очистка сточных вод гальванических производств с использованием электролиза
3. Электрохимическое окисление красителей с одновременным генерированием гипохлорита натрия и пероксида водорода
4. Фотоэлектрохимическая очистка сточных вод
5. Очистка сточных вод от органических соединений с использованием реактива Фентона
6. Очистка сточных вод от органических соединений с использованием электрохимически генерируемого реактива Фентона при облучении УФ-светом.
7. Электрохимическая очистка сточных вод от органических соединений с адсорбционной доочисткой

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ решение ситуационных задач;
- ✓ расчетные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция) составляют 30% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится дифференцированный зачет.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.

6. Подготовка к дифференцированному зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к дифференцированному зачету.	Устный или письменный опрос	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится в виде дифференцированного зачета.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-3	Знать: современные методы очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием электрохимических технологий при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.	Письменный опрос
	Владеть: навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и	Мини-конференция

	природных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	
ПК-4	Знать: сферы применения и методы использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: различать сферы применения электрохимических технологий и оборудования для их осуществления	Письменный опрос
	Владеть: навыками по использованию электрохимических технологий для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	Мини-конференция
ПК-7	Знать: теоретические основы электрохимического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Письменный опрос
	Владеть: навыками по разработке электрохимических методов очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения	Мини-конференция
ПК-8	Знать: основы расчета оборудования по электрохимическому обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод.	Письменный опрос
	Владеть: навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовлении оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод	Мини-конференция
ПК-9	Знать: основы протекания электрохимических процессов, показатели протекания электрохимических процессов и анализа эффективности электрохимических технологий.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения.	Письменный опрос

	Владеть: навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений.	Мини-конференция
ПК-10	Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Письменный опрос
	Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод.	Мини-конференция
ПК-11	Знать: основные материалы, используемые при разработке технологии электрохимической очистки для более полного и рационального использования ресурсов, а также основы разработки новых материалов для электрохимической очистки	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	Письменный опрос
	Владеть: навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	Мини-конференция
ПК-12	Знать: существующие способы электрохимической очистки сточных и природных вод	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: создавать технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Письменный опрос
	Владеть: методиками создания способов электрохимической очистки сточных вод для обеспечения экологической безопасности производства	Мини-конференция

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в

соответствии с направлением и профилем подготовки» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: современные методы очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Неполные знания о современных методах очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Сформированные, но содержащие пробелы знания о современных методах очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Сформированные и систематические знания о современных методах очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий
	Уметь: использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием электрохимических технологий при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.	В целом успешное, но не систематическое умение использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием электрохимических технологий при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием электрохимических технологий при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.	Успешное и систематическое умение использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием электрохимических технологий при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.
	Владеть: навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Успешное и систематическое владение навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий

ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную

интерпретацию» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: сферы применения и методы использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Неполные знания о сфере применения и методах использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Сформированные, но содержащие пробелы знания о сфере применения и методах использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Сформированные и систематические знания о сфере применения и методах использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий
	Уметь: различать сферы применения электрохимических технологий и оборудования для их осуществления	В целом успешное, но не систематическое умение различать сферы применения электрохимических технологий и оборудования для их осуществления	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение различать сферы применения электрохимических технологий и оборудования для их осуществления	Успешное и систематическое умение различать сферы применения электрохимических технологий и оборудования для их осуществления
	Владеть: навыками по использованию электрохимических технологий для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по использованию электрохимических технологий для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по использованию электрохимических технологий для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	Успешное и систематическое владение навыками по использованию электрохимических технологий для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к разработке

мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: теоретические основы электрохимического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений.	Неполные знания теоретических основ электрохимического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений	Сформированные, но содержащие пробелы знания теоретических основ электрохимического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений	Сформированные и систематические знания теоретических основ электрохимического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений
	Уметь: проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	В целом успешное, но не систематическое умение проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий	Успешное и систематическое умение проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием электрохимических технологий
	Владеть: навыками по разработке электрохимических методов очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по разработке электрохимических методов очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по разработке электрохимических методов очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения	Успешное и систематическое владение навыками по разработке электрохимических методов очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения

ПК-8

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: основы расчета оборудования по электрохимическому обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений.	Неполные знания основ расчета оборудования по электрохимическому обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений	Сформированные, но содержащие пробелы знания основ расчета оборудования по электрохимическому обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений	Сформированные и систематические знания основ расчета оборудования по электрохимическому обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений
	Уметь: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод.	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод	Успешное и систематическое умение осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод
	Владеть: навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовлении оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовлении оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовлении оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод	Успешное и систематическое владение навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовлении оборудования по электрохимической очистке питьевых и сточных вод

ПК-9

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	продемонстрировать)	льно		
Пороговый, продвинутый	Знать: основы протекания электрохимических процессов, показатели протекания электрохимических процессов и анализа эффективности электрохимических технологий.	Неполные знания основ протекания электрохимических процессов, показатели протекания электрохимических процессов и анализа эффективности электрохимических технологий.	Сформированные, но содержащие пробелы знания основ протекания электрохимических процессов, показатели протекания электрохимических процессов и анализа эффективности электрохимических технологий.	Сформированные и систематические знания основ протекания электрохимических процессов, показатели протекания электрохимических процессов и анализа эффективности электрохимических технологий.
	Уметь: определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения.	В целом успешное, но не систематическое умение определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения	Успешное и систематическое умение определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения
	Владеть: навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений.	В целом успешное, но не систематическое владение навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений	Успешное и систематическое владение навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений

ПК-10

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод.	Неполные знания основополагающих понятий и методов оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Сформированные, но содержащие пробелы знания основополагающих понятий и методов оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Сформированные и систематические знания основополагающих понятий и методов оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод
	Уметь: пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	В целом успешное, но не систематическое умение пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Успешное и систематическое умение пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод
	Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод.	В целом успешное, но не систематическое владение способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Успешное и систематическое владение способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии электрохимической очистки сточных и природных вод

ПК-11

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью

разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: основные материалы, используемые при разработке технологии электрохимической очистки для более полного и рационального использования ресурсов, а также основы разработки новых материалов для электрохимической очистки	Неполные знания об основных материалах, используемые при разработке технологии электрохимической очистки для более полного и рационального использования ресурсов, а также основы разработки новых материалов для электрохимической очистки	Сформированные, но содержащие пробелы знания об основных материалах, используемые при разработке технологии электрохимической очистки для более полного и рационального использования ресурсов, а также основы разработки новых материалов для электрохимической очистки	Сформированные и систематические знания об основных материалах, используемые при разработке технологии электрохимической очистки для более полного и рационального использования ресурсов, а также основы разработки новых материалов для электрохимической очистки
	Уметь: проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	В целом успешное, но не систематическое умение проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	Успешное и систематическое умение проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод
	Владеть: навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	В целом успешное, но не систематическое владение навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	Успешное и систематическое владение навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод

ПК-12

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: существующие способы электрохимической очистки сточных и природных вод	Неполные знания о существующих способах электрохимической очистки сточных и природных вод	Сформированные, но содержащие пробелы знания о существующих способах электрохимической очистки сточных и природных вод	Сформированные и систематические знания о существующих способах электрохимической очистки сточных и природных вод
	Уметь: создавать технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	В целом успешное, но не систематическое умение создавать технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение создавать технологии электрохимической очистки сточных и природных вод	Успешное и систематическое умение создавать технологии электрохимической очистки сточных и природных вод
	Владеть: методиками создания способов электрохимической очистки сточных вод для обеспечения экологической безопасности производства	В целом успешное, но не систематическое владение методиками создания способов электрохимической очистки сточных вод для обеспечения экологической безопасности производства	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методиками создания способов электрохимической очистки сточных вод для обеспечения экологической безопасности производства	Успешное и систематическое владение методиками создания способов электрохимической очистки сточных вод для обеспечения экологической безопасности производства

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Основные параметры электрокоагуляционной очистки сточных вод.
2. Устройство электрокоагуляторов.
3. Влияние различных параметров на эффективность электрокоагуляционной очистки сточных вод.
4. Электрохимическое растворение алюминия и железа.
5. Электрокоагуляционная очистка сточных вод от тяжелых металлов.

6. Электрокоагуляционная очистка сточных вод от органических соединений.
7. Современные достижения электрокоагуляционной очистки сточных вод.
8. Электрофлотационная очистка сточных вод. Основные параметры электрофлотационной очистки сточных вод.
9. Устройство и принцип работы электрофлотаторов.
10. Электрохимическое выделение газообразного кислорода и водорода.
11. Пути интенсификации электрофлотации.
12. Использование электрофлотации для очистки сточных вод от органических и неорганических соединений.
13. Теоретические основы электродиализа. Перенос электролита через селективные мембраны.
14. Простейшая конструкция электродиализатора.
15. Электродные материалы и мембраны, используемые при электродиализной очистке сточных вод.
16. Электродиализная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов.
17. Очистка сточных вод предприятий металлообработки и машиностроения.
18. Концентрирование сточных вод с использованием электролиализа.
19. Устройство электродиализаторов и расход электроэнергии.
20. Преимущества и недостатки электрохимических методов очистки сточных вод.
21. Теория электрохимического окисления различных органических и неорганических соединений.
22. Электрохимическое окисление сточных вод.
23. Механизм электрохимического окисления различных соединений.
24. Устройство и принцип работы реакторов электрохимического окисления.
25. Эффективность электрохимического окисления.
26. Пути интенсификации электрохимического окисления органических соединений.
27. Использование электрохимического окисления для очистки сточных вод от различных соединений.
28. Электрохимическое восстановление ионов тяжелых металлов.
29. Электрохимическая очистка сточных вод гальванических производств.
30. Рекуперация металлов электрохимическим восстановлением.
31. Электродные материалы, используемые при электрохимическом восстановлении металлов.
32. Катодное восстановление органических соединений.
33. Механизм катодного восстановления органических соединений.
34. Использование катодного восстановления для очистки сточных вод.
35. Современное состояние проблемы очистки сточных вод катодным восстановлением.
36. Электрохимическое получение хлора и хлорсодержащих окислителей.
37. Механизм образования гипохлорита натрия при электролизе раствора хлорида натрия.

38. Непрямое окисление органических соединений с генерированием хлорсодержащих окислителей.
39. Механизм непрямого окисления органических соединений. Устройство электролизеров.
40. Современные достижения непрямого обезвреживания сточных вод с генерированием хлорсодержащих окислителей.
41. Электрохимическое генерирование озона и других окислителей.
42. Окисление органических соединений реактивом Фентона ($\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2$).
43. Механизм электрохимического образования реактива Фентона при электролизе (Электрофентон).
44. Использование непрямого электрохимического окисления реактивом Фентона для обезвреживания сточных вод.
45. Непрямое электрохимическое окисление реактивом Фентона фенола, анилина, красителей и других органических соединений.
46. Основные пути интенсификации непрямого электрохимического окисления органических соединений реактивом Фентона.
47. Примеры промышленного использования не прямых методов для очистки сточных вод.
48. Электрохимическое восстановление кислорода. Электросинтез пероксида водорода.
49. Непрямое окисление органических соединений электрохимически синтезированным пероксидом водорода.
50. Электродные материалы при непрямом электрохимическом окислении органических соединений. Гидрофобизированные электроды.
51. Непрямое электрохимическое окисление органических соединений с использованием других катализаторов переносчиков.
52. Фотоэлектрохимическое окисление органических соединений.
53. Электрохимическое окисление органических соединений в присутствии пероксида водорода при облучении УФ-светом.
54. Механизм электрохимического окисления органических соединений реактивом Фентона при облучении УФ-светом (Фотоэлектрофентон).
55. Очистка сточных вод с использованием фотоэлектрофентона.
56. Жидкофазное электрохимическое окисление органических соединений при высоких давлениях (wet-electrochemical oxidation).
57. Электрохимическое окисление органических соединений под давлением кислорода.
58. Сочетание электрохимического окисления с биологической доочисткой.
59. Влияние ультразвука на электрохимическое окисление органических соединений.
60. Современные достижения в области электрохимической очистки сточных вод.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
- тестирование – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 30 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Дамаскин Б.Б. Электрохимия: [учебник] / Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. - 2-е изд., испр. и перераб. - М.: Химия: КолосС, 2006. - 670 с.
2. Практикум по электрохимии: [учеб. пособие для хим. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин и др.]; под ред. Б.Б. Дамаскина. - М.: Высш. шк., 1991. - 287 с.
3. [Гетманцев С.В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами: научное издание - М.: Издательство АСВ, 2008](#)
4. [Химия. Электрохимические процессы и системы Варенцов В.К., - НГТУ, 2013, - 57, 2 с.](#)

б) дополнительная литература:

1. Дамаскин Б.Б. Основы теоретической электрохимии: Учеб. пособие для хим. спец. вузов / Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. - 2-е изд. перераб и доп. - М.: Высш. шк., 1978. - 239с.
2. Прикладная электрохимия: учебник для студентов химико-технологических спец. вузов / под ред. Н.Т. Кудрявцева. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Химия, 1975. - 552 с.
3. Яковлев С.В., Краснобородько И.Т., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки воды. - Л.: Стройиздат, 1987. – 312 с.
4. Андреев И.Н. Введение в электрохимические технологии. <http://www.andreevin.narod.ru/st-econ/vect.pdf>
5. Попова О.В. Основы электрохимии и электрохимических технологий <http://sfedu.ru/pls/rsu/docs/umr/115001.pdf>
6. [Баймаков Ю.В. Электролиз в металлургии. Т.1. Электролиз в водных растворах - Ленинград, Москва: Металлургиздат НКЧМ СССР, 1939](#)
7. [Бродский А.И. Физическая химия. Т.2. Химическая термодинамика и статика, электрохимия и фотохимия - М.: ОНТИ НКТП СССР, 1936](#)
8. [Бродский А.И. Физическая химия. Т.2. Растворы, электрохимия, химическая кинетика, фотохимия - Москва, Ленинград: Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1948](#)
9. [Кузнецов В.С. Электролитическое получение хлора - Москва, Ленинград: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939](#)

10. [Алексеев Е.В. Очистка сточных вод флотацией. Основы технологии и применение: монография - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2015](#)
11. [Барышев Ю.А., Романова Л.А. Поверка и калибровка амперметров, вольтметров, ваттметров и варметров: учебное пособие - М.: АСМС, 2015](#)
12. [Ботук Б.О. Очистка бытовых сточных вод - Москва, Ленинград: Издательство Министерства коммунального хозяйства, 1949](#)
13. [Хомяков В.Г., Машовец В.П., Кузьмин Л.Л. Технология электрохимических производств - Москва, Ленинград: Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1949](#)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. <http://elib.dgu.ru> Электронная библиотека ДГУ
2. http://window.edu.ru/window/catalogp_rid=59576
3. <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/576/59576/29644>
4. Технология электрохимического производства http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/electrochemical_technology/
5. База данных издательства Springer.
6. База данных диссертаций Российской научной библиотеки.
7. База данных Американского химического общества (American Chemical Society) и Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry).
8. Electrochemical advanced oxidation processes: today and tomorrow. A review, Ignasi Sirés, Enric Brillas, Mehmet A. Oturan, Manuel A. Rodrigo, Marco Panizza <http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-2783-1>
9. Электродиализ природных и сточных вод. <http://lib4all.ru/base/B1842/B1842Content.php>
10. Electrochemical technologies in wastewater treatment Guohua Chen http://www.jpcomplex.ir/Content/media/image/2013/08/772_orig.pdf
11. Electrochemical oxidation of organic pollutants for the wastewater treatment: direct and indirect processes. Carlos A. Martínez-Huitle* and Sergio Ferro <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2006/CS/B517632H>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лекционный курс. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области процессов и аппаратов в химической технологии. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и

дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Механизм электрохимического окисления различных классов органических соединений	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки;
Электрохимическая очистка сточных вод с электрохимическим генерированием озона и других окислителей	
Использование бромид иона в качестве катализатора переносчика при электрохимической очистке сточных вод	
Электрохимическое окисление пестицидов	
Электрохимическая очистка сточных вод, содержащих фармацевтические препараты	
Определение экономической эффективности электрохимической очистки сточных вод	

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Электрохимические методы очистки сточных вод» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office
- Программа Mathcad

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы.

1. Оборудование химического факультета и Центра коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия»: Атомноабсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwaveIV, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.

2. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.

3. Весы теххимические Leki B5002.

4. Электролизер
5. Выпрямитель
6. Амперметр
7. Вольтметр
8. Электроды
9. Колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3.
10. Автоклав
11. Дистиллятор А-10.
12. Набор лабораторной посуды.
13. Необходимые реактивы.