

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной (135)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 18 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ»

Направление: 04.04.01 Химия

Органическая химия функциональных материалов

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Анциферов Евгений
Александрович
Дата подписания: 18.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 22.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Анциферов
Евгений Александрович
Дата подписания: 18.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Органическая электрохимия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области органической химии функциональных материалов	ПК-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.1	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР формулировать аргументированные выводы о потенциале их практической реализации	Знать Глобальных вызовы и технологические тренды (зеленая химия, устойчивое развитие, цифровизация, персонализированная медицина и др.). Уметь Проводить комплексный критический анализ результатов НИР и НИОКР. Определять возможные области применения материала/технологии, анализировать технические риски, ограничения и "узкие места" для масштабирования. Владеть Методологией системного критического анализа результатов НИР и НИОКР, включая количественную оценку ключевых параметров масштабируемости (энергоэффективность, селективность, ресурс оборудования, выход по целевым продуктам) и идентификацию технологических «узких мест» (лимиты массопереноса, деградация материалов, утилизация отходов).

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Органическая электрохимия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Избранные главы физической химии», «Нанохимия», «Стратегия органического синтеза»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-

исследовательский семинар)», «Химия реагентов для горно-металлургической промышленности»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	26	26
лекции	13	13
лабораторные работы	13	13
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	46	46
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Электрохимия как инструмент «Зелёной химии» и устойчивого развития	1	2	1	2			1, 3, 4	16	Проработк а отдельных разделов теоретичес кого курса, Обзор статьи
2	Термодинамика и кинетика гетерогенного переноса электрона	2	2	2	2			3, 4	6	Проработк а отдельных разделов теоретичес кого курса
3	Основы электрохимическо го инжиниринга: геометрия ячеек, гидродинамика и масштабирование	3	2	3	4			1, 3	8	Обзор статьи, Проработк а отдельных разделов теоретичес кого курса

4	Цифровая электрохимия и направленный дизайн функциональных материалов	4	2	4	2			1, 4	6	Обзор статьи
5	Технологические барьеры и управление рисками при масштабировании электрохимического синтеза	5	3	5	3			2, 4	6	Проект
6	Трансфер технологий в электрохимическом материаловедении: от лабораторных исследований к коммерциализации	6	2					2	4	Проект
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13		13				82	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Электрохимия как инструмент «Зелёной химии» и устойчивого развития	Место электрохимии в «зелёном» синтезе функциональных материалов. Электрохимические методы получения функциональных материалов с контролем морфологии и свойств. Электрохимия в цикле жизни функциональных материалов: переработка и регенерация материалов; электрохимическая деградация устаревших функциональных материалов; снижение использования редких металлов. Практические кейсы из области функциональных материалов (от НИР к НИОКР).
2	Термодинамика и кинетика гетерогенного переноса электрона	Сравнительный анализ прямого и медиаторного электролиза: анодное окисление для инициации катион-радикальной полимеризации; графтинг. Термодинамический и кинетический контроль: потеря селективности при масштабировании. Стехиометрия электронного переноса и оптимизация энергозатрат в электролизе. Электрохимический дизайн поверхностей: архитектура пленок в зависимости от пути генерации радикалов. Топология и плотность привитого слоя: следствие прямого и медиаторного электролиза.
3	Основы	Законы подобия в электрохимии. Макрокинетика

	электрохимического инжиниринга: геометрия ячеек, гидродинамика и масштабирование	электродных процессов: пространственное распределение тока и массы. Конструкционные параметры электролизеров: оптимизация пространства и потока. Пространственно-временной выход; интегральный показатель эффективности реактора.
4	Цифровая электрохимия и направленный дизайн функциональных материалов	Машинное обучение для прогнозирования электрохимического поведения и свойств материалов. Автоматизированные электрохимические платформы. Электрохимический синтез библиотек материалов. Методология переноса результатов высокопроизводительного скрининга на макроуровневые системы.
5	Технологические барьеры и управление рисками при масштабировании электрохимического синтеза	Кинетика пассивации электродных материалов при масштабировании процессов. Дegradация электродных материалов и мембран. Влияние природы и концентрации фонового электролита на масштабируемость систем. Критерии технологической нецелесообразности при масштабировании синтеза функциональных материалов.
6	Трансфер технологий в электрохимическом материаловедении: от лабораторных исследований к коммерциализации	Уровни готовности технологии (TRL) для функциональных материалов. Методология технико-экономического анализа электрохимических процессов: конвертация кинетических и вольт-амперных параметров в финансово-экономические метрики. Матрица рисков и алгоритм решений Go/No-Go в электрохимическом инжиниринге. Учёт рыночных трендов и устойчивого развития.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Циклическая вольтамперометрия (ЦВА) бензофенона и хинона.	2
2	Сравнительное исследование прямого и медиаторного электрохимического окисления спиртов	2
3	Макрокинетические закономерности гетерогенных процессов: масштабирование электросинтеза проводящих полимеров в условиях проточных микрореакторов	4
4	Многофакторная оптимизация процессов электроорганического кросс-сочетания методами математического планирования эксперимента	2

5	Защита проектов	3
---	-----------------	---

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Анализ научных публикаций	18
2	Подготовка презентаций	8
3	Проработка разделов теоретического материала	12
4	Цифровые технологии	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Метод проектов, проведение вебинаров

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы направлены на обучение магистрантов практическому применению теоретического материала и развитие у них навыков количественной оценки ключевых параметров. Они позволяют на практике идентифицировать технические риски масштабирования (пассивация, деградация, воспроизводимость), формируя критическое отношение к лабораторным данным. В совокупности лабораторный практикум обеспечивает эмпирический базис для самостоятельного формулирования аргументированного вывода о потенциале практической реализации электрохимической технологии.

Ход работы (при выполнении лабораторной работы)

1. Прочитайте теоретическое введение.
2. Выполните электрохимические исследования в соответствии с методикой.
3. Выполните расчеты, указанные в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.
4. Оформите отчет в OdanLab в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Если предусмотрена устная защита лабораторной работы, то до обучающихся доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты, отмеченные преподавателем и ответить на его вопросы.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие элементы:

Оформление отчетов по лабораторным работам в цифровом ресурсе OdanLab (<https://lab.odanchem.org/>) – цифровые технологии.

Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.

Задание: Подготовить отчет по лабораторной работе.

Требования к отчетным материалам: Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме.

Анализ научных публикаций

Цель работы: формирование компетенции критического анализа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области органической электрохимии функциональных материалов с выработкой аргументированного заключения о потенциале практической реализации описанных в публикации технических решений.

Задание: Необходимо провести литературный поиск по заданной тематике одной научной статьи (желательно из журналов Q1–Q2 по электрохимии или органической химии за последние 5 лет), посвященную электрохимическому синтезу или модификации функциональных органических материалов (проводящие полимеры, электрохромные покрытия, сенсорные слои, материалы для энергонакопителей, MOF-плёнки и т.п.), и выполнить структурированный критический анализ по плану:

1. Паспортные данные публикации;
2. Краткое резюме (1–2 абзаца);
3. Критический анализ экспериментальной части (оценка достоверности);
4. Анализ полноты представленных данных (оценка качества);
5. Оценка технических рисков и «узких мест» масштабирования;
6. Оценка потенциала практической реализации (ключевой раздел);
7. Аргументированное заключение (вывод).

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Цель: Изучение теоретического материала по дисциплине.

Рекомендации по выполнению: при самостоятельной проработке лекционного курса сосредоточьтесь на разборе электрохимических полуреакций и вольтамперометрических кривых, рассчитывая ключевые параметры (n , выход по току, удельное энергопотребление) и связывая их с функциональными свойствами материалов. Каждый раздел завершайте критической оценкой потенциальных рисков масштабирования (пассивация, деградация, утилизация), чтобы выработать навык формирования аргументированного вывода о практической реализуемости технологии. Другая составляющая самостоятельной работы – работа с рекомендованной учебной литературой. Здесь также необходимо использовать все виды памяти – зрительную, слуховую, устную (вербальную), работу с карандашом и бумагой. Современное направление самостоятельной работы связано с правильным выбором и постоянным использованием электронных источников информации и систем поиска по ключевым словам в Internet. При работе с рекомендованной учебной литературой следует составить конспект лекций по темам, вынесенным на самостоятельную проработку. В случае необходимости следует подобрать дополнительную литературу или воспользоваться услугами электронных изданий. Конспектирование материала особенно полезно в том случае, когда рассматриваемые вопросы необходимо осмыслить, что и происходит во время описания материала своими словами, разъяснения его в первую очередь для себя. Рекомендуется постоянно обращаться к методической, справочной литературе в библиотеку ИРНИТУ и кафедры химии и биотехнологии.

Проект. Подготовка презентации.

Цель работы: формирование компетенции системного анализа и синтеза полученных знаний для разработки обоснованного технологического предложения по электрохимическому синтезу или модификации функционального материала, с последующей публичной защитой проекта перед «инвестиционным комитетом» (преподаватели и сокурсники).

Задание: В рамках метода проектов необходимо выполнить индивидуальный или групповой (до 3 человек) проект, результатом которого станет презентация (10–15 слайдов) и устная защита (7–10 минут). Проект должен продемонстрировать ваше владение сквозной компетенцией – умение на основе критического анализа имеющихся научно-технических данных сформулировать аргументированный вывод о практической реализуемости электрохимической технологии для производства функционального материалов.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Проработка отдельных разделов теоретического курса

Описание процедуры.

Процедура проработки отдельных разделов курса заключается в самостоятельном изучении лекционного материала с фиксацией электрохимических полуреакций, расчётом ключевых параметров (выход по току, число электронов, удельное энергопотребление) и установлением корреляций между условиями электролиза и функциональными свойствами материалов для формирования навыков критической оценки их практической реализуемости.

Защита лабораторных работ проходит в формате собеседования, где проверяется глубина теоретических знаний.

Критерии оценивания.

Корректное объяснение связи структуры субстрата с потенциалом окисления/восстановления, влияния заместителей, обоснование выбора условий (электролит, электроды, режим) - 25 %.

Умение рассчитывать число электронов n , выход по току, удельное энергопотребление ($\text{кВт} \cdot \text{ч/кг}$) и оценивать влияние этих параметров на масштабируемость - 25%.

Выявление потенциальных рисков (пассивация, деградация, проблемы электролита) на основе теоретических представлений и формулирование гипотез о способах их минимизации. - 15%.

Структурированность конспекта, аккуратность оформления схем и расчётов, наличие собственных пояснений и выводов по каждому разделу - 15 %.

Оценка выставляется по результатам защиты лабораторных работ по каждому разделу, а также на основе проверки конспектов и выполненных расчётных заданий. При соответствии всех критериев на уровне ≥ 40 - «зачтено»; $< 40\%$ — «незачтено».

6.1.2 семестр 3 | Обзор статьи

Описание процедуры.

Письменно подготовить отчет по обзору статьи по плану, приведенному в методических указаниях.

Критерии оценивания.

Оценивается согласно приведенных критериев:

Корректность анализа электрохимических данных (понимание CV, ЭИС, расчёт n и выхода по току) - 25%

Глубина выявления технических рисков и «узких мест» масштабирования - 25%

Аргументированность заключения о потенциале реализации с количественными обоснованиями - 30%

Качество оформления, логика изложения, использование терминологии курса - 10%

Самостоятельность суждений (не пересказ, а критический анализ) - 10%

Оценка выставляется по результатам письменного эссе. При соответствии всех критериев на уровне $\geq 80\%$ выставляется оценка «отлично»; 60–79% — «хорошо»; 40–59% — «удовлетворительно»; $< 40\%$ — «неудовлетворительно».

6.1.3 семестр 3 | Проект

Описание процедуры.

Проводиться публичная защита проекта.

Критерии оценивания.

Глубина проработки темы (полнота литературного обзора, корректность электрохимических схем и механизмов) - 20%.

Критический анализ (выявление рисков, узких мест, оценка достоверности данных из литературы) - 25%.

Экономическая и экологическая оценка (расчёт удельного энергопотребления, себестоимости, Е-фактора; сравнение с аналогами) - 25%.

Логика и обоснованность вывода «Go/No-Go» (конкретный дифференцированный вывод, подкреплённый цифрами и дорожной картой масштабирования) - 25%.

Качество презентации и защита - 10%.

Оценка выставляется по результатам публичной защиты проекта. При соответствии всех критериев на уровне $\geq 80\%$ выставляется оценка «отлично»; 60–79% — «хорошо»; 40–59% — «удовлетворительно»; $< 40\%$ — «неудовлетворительно».

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-3.1	1. Полнота и глубина критического анализа экспериментальных данных. 2. Обоснованность вывода о потенциале практической реализации. 3. Аргументированность и доказательность заключения.	Устный опрос, экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам, с предварительной подготовкой. Преподаватель вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения магистрантов до начала экзамена.

Результат экзамена объявляется непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость. В случае неявки магистранта для сдачи экзамена в ведомости

вместо оценки делается запись «не явился».

Если в процессе экзамена магистрант использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то преподаватель имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «не-удовлетворительно».

1. Дайте количественное обоснование преимуществ электрохимического синтеза перед классическими стехиометрическими методами с позиций атом-экономии и E-фактора. Приведите пример сравнения для конкретной реакции.
2. Опишите основные типы электрохимических механизмов (прямой и медиаторный электролиз). В каких случаях выбор медиаторного пути является критическим для получения функционального материала с заданными свойствами?
3. Объясните, как по данным циклической вольтамперометрии можно определить число электронов n , участвующих в электрохимическом превращении, и оценить обратимость процесса. Какое значение этот параметр имеет для энергетического баланса при масштабировании?
4. Сформулируйте причины, по которым высокая селективность реакции в лабораторной ячейке часто не сохраняется при переходе к проточному реактору. Предложите способы минимизации потери селективности.
5. Выведите формулу для расчёта удельного расхода электроэнергии ($\text{кВт}\cdot\text{ч/кг}$) при электрохимическом синтезе. Проанализируйте, как изменение выхода по току и напряжения на ячейке влияет на экономическую целесообразность процесса.
6. Опишите механизм пассивации электродов при электроосаждении проводящих полимеров. Какие электрохимические методы (хронопотенциометрия, ЭИС) позволяют детектировать начало пассивации и прогнозировать критическую толщину плёнки?
7. Сравните преимущества и недостатки использования платиновых, бор-алмазных (BDD) и стеклоуглеродных анодов в синтезе функциональных материалов. Как выбор электродного материала влияет на себестоимость и экологичность процесса?
8. Почему фоновый электролит является «скрытой экологической ловушкой» при масштабировании электрохимических процессов? Предложите стратегии рециклинга или замены электролитов с позиций устойчивого развития.
9. Что такое первичное и вторичное распределение тока, и как они влияют на однородность свойств функционального покрытия при увеличении площади электрода? Приведите инженерные способы выравнивания распределения тока.
10. Объясните физический смысл пространственно-временного выхода (STY) и его роль в оценке интенсивности процесса. Постройте график зависимости STY от плотности тока и покажите, где находится зона компромисса между производительностью и качеством материала.
11. Опишите принципы высокопроизводительного электрохимического скрининга (HTE) и роль методов DoE (дизайн экспериментов) в оптимизации синтеза функциональных материалов. Приведите пример из литературы.
12. Как машинное обучение (на основе DFT-расчётов или экспериментальных данных) может быть использовано для прогнозирования потенциалов окисления/восстановления мономеров и свойств получаемых полимерных плёнок? Каковы основные ограничения таких моделей?

13. Сформулируйте критерии перехода между уровнями готовности технологии (TRL 3, TRL 4, TRL 5) для электрохимического процесса получения функционального покрытия. Какие экспериментальные данные необходимы для подтверждения каждого этапа?
14. Проведите технико-экономический анализ гипотетического процесса электрохимического осаждения PEDOT:PSS: рассчитайте себестоимость 1 кг материала, учитывая стоимость сырья, электроэнергии, амортизацию электродов и утилизацию отходов. Сравните с рыночной ценой аналогов и сделайте вывод о конкурентоспособности.
15. Разработайте алгоритм формулирования заключения «Go/No-Go» для заказчика, включающий оценку технических рисков, экономических показателей и патентной чистоты. Приведите пример заполнения такого заключения для реальной или гипотетической технологии.
16. Опишите методы электрохимического допирования проводящих полимеров и его влияние на проводимость, оптическую прозрачность и электрохимическую стабильность. Как выбор противоиона и потенциала допирования определяет функциональные свойства материала?
17. Проанализируйте проблему деградации мембран в разделённых электрохимических ячейках при длительной работе. Как снижение ионообменной ёмкости мембраны влияет на энергозатраты и качество осаждаемого материала?
18. Предложите стратегию перехода от статической лабораторной ячейки к проточной пилотной установке для синтеза электрохромного полимерного покрытия, учитывая сохранение морфологии и толщины плёнки по всей площади подложки.
19. Оцените роль «зелёной» электроэнергии и циркулярной экономики в концепции электрохимического синтеза функциональных материалов. Как эти факторы могут повлиять на инвестиционную привлекательность проекта в ближайшие 5–10 лет?
20. На основе данных циклической вольтамперометрии и хронопотенциометрии для неизвестного процесса постройте эквивалентную электрическую схему, определите лимитирующую стадию (диффузионный, кинетический или смешанный контроль) и предложите условия для масштабирования с сохранением высокого выхода по току.

Пример задания:

1. Дайте количественное обоснование преимуществ электрохимического синтеза перед классическими стехиометрическими методами с позиций атом-экономии и E-фактора. Приведите пример сравнения для конкретной реакции.
2. На основе данных циклической вольтамперометрии и хронопотенциометрии для неизвестного процесса постройте эквивалентную электрическую схему, определите лимитирующую стадию (диффузионный, кинетический или смешанный контроль) и предложите условия для масштабирования с сохранением высокого выхода по току.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
магистрант глубоко изучил учебный материал; последовательно и	магистрант твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих	магистрант знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает	магистрант имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и

исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; свободно применяет полученные знания на практике, без ошибок, в установленное нормативом время.	вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике.	недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя.	правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки.
--	---	---	--

7 Основная учебная литература

1. Практикум по электрохимии : учеб. пособие для хим. специальностей вузов / Под ред. Б. Б. Дамаскина. – М. : Высш. шк., 1991. – 287 с. – ISBN 5-06-001736-2.

[Сайт] – URL: <https://library.istu.edu/opac/index.html>

2. Органическая электрохимия : в 2 кн. Кн. 1. / Пер. с англ. Г. П. Гириной и др. ; Под. ред. В. А. Петросяна, Л. Г. Феоктистова. – М. : Химия, 1988.

[Сайт] – URL: <https://library.istu.edu/opac/index.html>

3. Органическая электрохимия : в 2 кн. Кн. 2. / Пер. с англ. Г. П. Гириной и др. ; Под. ред. В. А. Петросяна, Л. Г. Феоктистова. – М. : Химия, 1988.

[Сайт] – URL: <https://library.istu.edu/opac/index.html>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электрохимия : учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – 3-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. – 672 с.

[Сайт] – URL: <https://library.istu.edu/opac/index.html>

2. Электродные процессы в растворах органических соединений : учеб. пособие для вузов по спец. "Химия" / Под ред. Б. Б. Дамаскина. – М. : Изд-во МГУ, 1985.

[Сайт] – URL: <https://library.istu.edu/opac/index.html>

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер
4. Свободно распространяемое программное обеспечение OdanLab

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
3. 1. Оборудование для электрохимических исследований на базе потенциостата-гальваностата AUTOLAB 302N
2. Потенциостат-гальваностат Р-40Х с модулем измерения электрохимического импеданса FRA-24М (с первичной поверкой)
3. Потенциостат-гальваностат Р-250SM
4. Потенциостат IPC Pro
5. Вольтамперометрический анализатор ABC 1.1