

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

«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И АДАПТИВНЫЕ ПОЛИМЕРЫ»

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 «Функциональные и адаптивные полимеры» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области органической химии функциональных материалов	ПК-2.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.3	Способен осваивать и адаптировать новые экспериментальные и расчетные методики под цели своего исследования	Знать Существующие и перспективные методики синтеза, анализа и испытаний, их возможности, ограничения, область применения и метрологические характеристики (прецизионность, правильность, погрешность). Уметь Успешно внедрять новые или отработанные методики в рутинную деятельность лаборатории, составлять план внедрения и обучать сотрудников. Проводить валидацию и верификацию методик, оценивать их пригодность для целей лаборатории. Владеть Современными методами синтеза функциональных полимеров и комплексом физико-химической характеристики для оценки адаптивных свойств. Методами валидации и верификации экспериментальных подходов, статистической обработки результатов и адаптации синтетических протоколов под конкретные исследовательские задачи.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Функциональные и адаптивные полимеры» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Биомедицинские материалы», «Физические методы исследования», «Стратегия органического синтеза»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Полимеры и композиты», «Каталитическая полимеризация нового поколения»

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	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	82	82
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

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	Функциональные полимеры: классификация и области применения	1	2			1	2	1, 2, 3	16	Устный опрос
2	Стратегии синтеза функциональных полимеров, часть I: контролируемые методы	2	2			2	2	2, 3, 4	17	Устный опрос
3	Стратегии синтеза функциональных полимеров, часть II: пост-полимеризационная модификация	3	2					2, 3, 4	17	Устный опрос
4	Методы характеристики структуры и	4	2			3	2	2, 3	10	Устный опрос

	молекулярно-массовых характеристик									
5	Методы оценки адаптивного отклика	5	2			4, 5	4	2, 3, 4	16	Устный опрос
6	Метрология, валидация и внедрение методик в лабораторную практику	6	3			6	3	2, 3	6	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				13		82	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Функциональные полимеры: классификация и области применения	Конструкционные и функциональные полимеры. Классификация функциональных полимеров по типу инициирующего отклика: химические (рН, ионная сила), физические (температура, свет, механическое воздействие), биологические (ферменты) . Основные классы: стимул-чувствительные (умные) гидрогели, проводящие полимеры, жидкокристаллические полимеры, полимеры с памятью формы, самовосстанавливающиеся материалы . Области применения: адресная доставка лекарств, сенсоры, микроэлектроника, адаптивная оптика, «умные» покрытия.
2	Стратегии синтеза функциональных полимеров, часть I: контролируемые методы	Ключевые подходы к синтезу полимеров с заданной архитектурой: контролируемая радикальная полимеризация, анионная и катионная полимеризация . Возможности и ограничения методов: контроль молекулярной массы, полидисперсности, получение блок-сополимеров. Выбор метода в зависимости от целевой архитектуры (звезды, гребни, блоки).
3	Стратегии синтеза функциональных полимеров, часть II: пост-полимеризационная модификация	Полимераналогичные превращения, как инструмент введения функциональных групп . «Клик»-химия для прививки фотохромных и флуоресцентных фрагментов. Сравнительный анализ стратегий: полимеризация функциональных мономеров и пост-модификация готового полимера (преимущества, ограничения, область применения).
4	Методы характеристики	ЯМР-спектроскопия для подтверждения строения, расчета степени функционализации и изучения

	структуры и молекулярно-массовых характеристик	архитектуры . Гель-проникающая хроматография с многоугловым светорассеянием для определения среднечисленной молекулярной массы, среднемассовой молекулярной массы и индекса дисперсности. Термический анализ: ДСК (Tg, Tm, фазовые переходы), ТГА (термостабильность).
5	Методы оценки адаптивного отклика	In situ УФ-Вид и флуоресцентная спектроскопия для изучения кинетики фотоизомеризации, термохромизма и агрегационно-индуцированной эмиссии. Реологические методы и ДМА для оценки эффекта памяти формы, модуля упругости, вязкости. Методы оценки нижней критической температуры растворения и pH-чувствительности гидрогелей.
6	Метрология, валидация и внедрение методик в лабораторную практику	Оценка метрологических характеристик методик: прецизионность (сходимость, воспроизводимость), правильность, погрешность. Валидация и верификация аналитических методик: сравнение с референтными методами (ГПХ и вискозиметрия), тест «введено-найдено». Планирование внедрения новой методики в рутинную практику лаборатории: разработка СОП (стандартных операционных процедур), обучение персонала, оценка экономической эффективности.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Аналитический обзор: выбор методики для исследования	2
2	Планирование синтеза: от мономера до макромолекулы	2
3	Интерпретация спектральных данных	2
4	Обработка кинетических данных	2
5	Оценка адаптивных свойств: постановка эксперимента	2
6	Валидация методики и метрологическая оценка	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Анализ научных публикаций	10

2	Написание отчета	12
3	Подготовка к практическим занятиям	28
4	Проработка разделов теоретического материала	32

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

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия направлены на закрепление лекционного теоретического материала. Занятия проводятся в третьем семестре по темам, представленным в таблице п.4.4. Практические занятия включают опрос студентов по теоретическому материалу лекций и примеры решения задач. Возможен разбор домашних индивидуальных заданий студентов. Во время выполнения заданий можно пользоваться любой учебной, справочной литературой, конспектами лекций. Отчеты выполняются на цифровой платформе OdanLab/<https://lab.odanchem.org/>. Анализ источников осуществляют в OdanChem/<https://odanchem.org/>.

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:

Подготовка к практическим работам

Цель: Теоретическая подготовка к практическим занятиям Рекомендации по выполнению:

Необходимо заблаговременно подготовиться к выполнению работы, глубоко изучить соответствующий теоретический материал по лекциям или учебникам, познакомиться с нормативно-технической документацией по теме. При этом магистрант должен освоить программные продукты для проведения практических занятий.

Оформление отчетов по практическим работам.

Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.

Задание: Подготовить отчет по практической работе.

Требования к отчетным материалам: Отчет по выполнению практической работы состоит из теоретического введения по теме работы, методике проведения моделирования и результатов проведенного исследования по теме.

Анализ научных публикаций

Цель работы: Научиться критически оценивать современные исследования в области *in silico*-моделирования органических материалов, выявлять использованные вычислительные методы и их адаптацию под конкретную научную задачу, а также аргументированно предлагать пути оптимизации вычислительного протокола на основе существующих программных продуктов.

Задание: Необходимо провести литературный поиск по заданной тематике одной научной статьи из журналов Q1–Q2 по *in silico*-моделированию органических материалов за последние 5 лет 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.

Основой для самостоятельной работы является комплект лекций, которые рекомендуется прорабатывать с карандашом, разбирать структурные формулы, записывать химические уравнения, обосновывать реакционную способность присутствующих химических связей и особенности свойств представителей различных классов.

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.

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 | Устный опрос

Описание процедуры.

Тема (раздел): Функциональные полимеры: классификация и области применения

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Дайте определение функциональным (интеллектуальным) полимерам. В чем их отличие от конструкционных полимеров?
2. Перечислите основные типы внешних стимулов, на которые могут откликаться адаптивные полимеры.
3. Что такое стимул-чувствительные (умные) гидрогели? Приведите примеры стимулов (рН, температура, свет).
4. Дайте определение эффекту памяти формы (ЭПФ) у полимеров. Назовите основные стадии ЭПФ-цикла.
5. Что такое самовосстанавливающиеся полимеры? Назовите основные механизмы самовосстановления (ковалентные/нековалентные взаимодействия).
6. Охарактеризуйте проводящие полимеры. Приведите 2–3 примера (полианилин, полипиррол, ПЭДОТ).
7. Что такое жидкокристаллические полимеры (ЖКП) и где они применяются?
8. Какие биологические стимулы могут использоваться для управления свойствами

полимерных материалов?

9. Назовите 3–4 области применения функциональных полимеров в биомедицине.

10. Какие технологические задачи решаются с помощью функциональных полимеров в микроэлектронике и оптике?

Тема (раздел): Стратегии синтеза функциональных полимеров I: контролируемые методы
Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Перечислите основные методы контролируемой радикальной полимеризации (КРП). Назовите их ключевые особенности.
2. В чем суть механизма ATRP? Назовите компоненты каталитической системы.
3. Опишите механизм RAFT-полимеризации и роль агента передачи цепи.
4. Каковы преимущества методов КРП перед классической радикальной полимеризацией?
5. Для каких типов мономеров применим метод анионной полимеризации?
6. Какие архитектуры полимеров можно получить методами КРП (блок-сополимеры, звезды, гребни)?
7. В чем отличие NMP от ATRP по механизму контроля роста цепи?
8. Каковы ограничения метода анионной полимеризации (чувствительность к примесям, ограничения по мономерам)?
9. Как контролировать молекулярную массу при КРП?
10. Что такое «живущий» характер полимеризации и как он влияет на полидисперсность?

Тема (раздел): Стратегии синтеза функциональных полимеров II: пост-полимеризационная модификация

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Дайте определение полимераналогичным превращениям. Приведите пример реакции.
2. Что такое «клик»-химия? Назовите классическую реакцию (CuAAC).
3. Почему реакция азид-алкинового циклоприсоединения получила название «клик»-реакции?
4. Сравните два подхода: полимеризация функциональных мономеров и пост-полимеризационная модификация. Каковы преимущества и недостатки каждого?
5. Для чего используются фотохромные фрагменты (спиропираны, азобензолы) в полимерной химии?
6. Какие функциональные группы можно ввести в полимер через «клик»-химию?
7. Какие требования предъявляются к реакциям пост-полимеризационной модификации (выход, селективность, условия)?
8. Приведите примеры флуоресцентных фрагментов, прививаемых к полимерной цепи (тетрафенилэтилены).
9. Как контролировать степень функционализации при пост-модификации?
10. Какие аналитические методы используют для подтверждения протекания реакции модификации?

Тема (раздел): Методы характеристики структуры и молекулярно-массовых характеристик

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Какие методы ЯМР-спектроскопии используются для анализа полимеров?

2. Как рассчитать степень функционализации полимера по данным ^1H ЯМР?
3. Что такое гель-проникающая хроматография? Принцип разделения.
4. Какие параметры определяют методом ГПХ? Дайте определения.
5. Для чего применяют детектор многоугольного светорассеяния в ГПХ?
6. Что такое дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)? Какие переходы она регистрирует?
7. Как определить температуру стеклования (T_g) по кривой ДСК?
8. Что показывает термогравиметрический анализ (ТГА)? Какую информацию о полимере он дает?
9. В чем отличие определения молекулярной массы методом ГПХ от вискозиметрии (уравнение Марка–Хаувинка)?
10. Какие требования предъявляются к подготовке образцов для ЯМР и ГПХ?

Тема (раздел): Методы оценки адаптивного отклика

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Что такое фотоизомеризация? Приведите пример фотохромной системы (азобензол, спиропиран).
2. Как регистрируют кинетику фотоизомеризации методом УФ-Вид спектроскопии *in situ*?
3. Как рассчитать константу скорости фотоизомеризации по кинетической кривой?
4. Что такое агрегационно-индуцированная эмиссия? Как ее регистрируют методом флуоресцентной спектроскопии?
5. Как определить нижнюю критическую температуру растворения для термочувствительных полимеров?
6. Какие методы используют для оценки рН-чувствительности гидрогелей?
7. Что такое динамический механический анализ (ДМА)? Какие параметры он измеряет?
8. Как оценить эффект памяти формы полимера с помощью ДМА?
9. В чем отличие измерений адаптивных свойств в растворе и в пленке/геле?

Тема (раздел): Метрология, валидация и внедрение методик в лабораторную практику

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Дайте определения прецизионности и правильности аналитической методики.
2. Что такое сходимостъ и воспроизводимостъ результатов анализа?
3. Как оценить погрешностъ измерения (абсолютную, относительную)?
4. Что такое валидация аналитической методики и для чего она проводится?
5. В чем отличие верификации от валидации?
6. Что такое тест «введено-найдено» и как он используется для оценки правильности?
7. Как проводится сравнение двух методик (ГПХ и вискозиметрия) при верификации?
8. Что такое стандартная операционная процедура и какова ее структура?
9. Какие этапы включает планирование внедрения новой методики в лабораторную практику?
10. Какие статистические критерии используют для обработки результатов измерений (среднее, СКО, доверительный интервал)?

Критерии оценивания.

1. Выбор методики: обоснованно выбирает синтетическую или аналитическую методику с учётом её возможностей и ограничений для конкретной исследовательской задачи.
 2. Синтез и модификация: владеет методами контролируемой полимеризации и «клик»-химии для получения полимеров с заданной архитектурой и функциональностью.
 3. Структурная характеристика: корректно интерпретирует данные ЯМР, ГПХ, ДСК, ТГА для установления строения, молекулярно-массовых характеристик и фазовых переходов.
 4. Оценка адаптивных свойств: применяет методы УФ-Вид/флуоресцентной спектроскопии и ДМА для количественной оценки фото-, термо- и pH-отклика полимеров.
 5. Валидация и внедрение: проводит метрологическую оценку (прецизионность, правильность, погрешность), верификацию методик и разрабатывает план их внедрения в лабораторную практику.
- Общее правило: зачёт выставляется, если студент достиг базового уровня по всем пяти критериям или продвинутого хотя бы по трём из пяти. При наличии хотя бы одного «порогового» уровня по любому критерию — незачёт (требуется доработка).

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-2.3	Демонстрирует способность к критическому анализу и выбору современных синтетических и аналитических методик с обоснованием их возможностей, ограничений и области применения для решения конкретных исследовательских задач в области функциональных полимеров. Владеет алгоритмами валидации и верификации экспериментальных подходов, включая оценку метрологических характеристик (прецизионность, правильность, погрешность), и умеет адаптировать протоколы синтеза и анализа под новые объекты исследования с сохранением достоверности результатов. Способен самостоятельно разрабатывать план внедрения новых методик в лабораторную практику, обучать коллег работе с ними и оценивать пригодность методик для целей лаборатории на основе	Устный опрос. Зачет.

	статистической обработки экспериментальных данных.	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачёт по дисциплине – это аттестационное испытание, которое служит формой проверки успешного выполнения студентом практических занятий и оценки полноты и прочности знаний, а также сформированности умений и навыков. Проводится путем проверки умения решать задачи по рассмотренным темам.

Главная задача состоит в том, чтобы у студента в результате подготовки к зачёту из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к зачету, студент приводит в систему знания, полученные на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

1. Классификация функциональных полимеров по типу отклика на внешние стимулы.
2. Преимущества контролируемой радикальной полимеризации перед классической.
3. Принципиальное отличие анионной полимеризации от радикальной.
4. Сравнительный анализ стратегий: полимеризация функциональных мономеров vs. пост-полимеризационная модификация.
5. Сущность «клик»-химии и её роль в синтезе функциональных полимеров.
6. Введение фотохромных групп (спиропираны, азобензолы) в полимерную цепь.
7. Контроль молекулярной массы и полидисперсности в методах КРП.
8. Ограничения и область применения пост-полимеризационной модификации.

Характеризация и структура

9. Какие параметры определяют методами ГПХ/SEC и что означает полидисперсность?
10. Расчёт степени функционализации полимера по данным ^1H ЯМР.
11. Какие фазовые переходы регистрирует ДСК? Как определить T_g ?
12. Что показывает ТГА и какую информацию о термостабильности она даёт?
13. Сравнение ГПХ и вискозиметрии для определения молекулярной массы.
14. Методы регистрации фотоизомеризации и расчёт кинетических констант.
15. Что такое агрегационно-индуцированная эмиссия (AIE) и как её регистрируют?
16. Методы определения LCST для термочувствительных полимеров.
17. Оценка эффекта памяти формы полимера методом ДМА.
18. Определение прецизионности, правильности и погрешности аналитической методики.
19. Валидация и верификация методик: сущность и отличия. Тест «введено-найденно».
20. Структура СОП (стандартной операционной процедуры) и планирование внедрения методики в лабораторную практику.

Пример задания:

1. Классификация функциональных полимеров по типу отклика на внешние стимулы.
2. Валидация и верификация методик: сущность и отличия. Тест «введено-найдено».

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует как знание, так и понимание вопросов, а также проявляет способность применять профессиональные компетенции на практике по профилю обучения.	Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. На лицо отсутствие практического применения профессиональных компетенции на практике по профилю обучения.

7 Основная учебная литература

1. Технология полимеров : учебное пособие / Н. С. Шаглаева, В. В. Баяндин, Т. А. Подгорбунская ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. – Иркутск : ИРНИТУ, 2019.

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

2. Полимеры - носители биологически активных веществ : монография / Е. Ф. Панарин [и др.] ; под ред. Е. Ф. Панарина, Н. А. Лаврова. – Санкт-Петербург : Профессия, 2014. – 303 с.

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

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электротехнологическое и конструкционное материаловедение : учебное пособие / В. В. Потапов, А. В. Чемезов, Е. В. Сердюкова, А. Н. Чеснокова, В. А. Пионкевич. – Иркутск : ИРНИТУ, 2023.

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

2. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики : научное издание / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов ; перев. с англ. А. А. Аэрова. – 2-е изд. – Долгопрудный : Интеллект, 2014. – 303 с.

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

3. Лавров, Николай Алексеевич.

Полимеры на основе N-винилсукцинимиды : монография / Н. А. Лавров. – Санкт-Петербург : Профессия, 2011. – 239 с.

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

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. <https://lab.odanchem.org/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>
3. <https://odanchem.org/>

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

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.