

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Васильевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2025 10:33:41

Уникальный идентификатор документа:

04c19ed8bfb9819b6cb77a48bb9ab78808922519

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)



Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

«Высокомолекулярные соединения»

по направлению подготовки (специальности) 04.03.01 «Химия»

направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза

ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Высокомолекулярные соединения

**Направление подготовки (специальность)
04.03.01 Химия**

**Направленность (профиль)
Аналитическая химия и химическая экспертиза**

**Присваиваемая квалификация
Бакалавр**

**Форма обучения
Очная**

Год(ы) набора 2025

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: *04.03.01 «Химия»*

Направленность (профиль) *Аналитическая химия и химическая экспертиза*

Дисциплина: *Высокомолекулярные соединения*

Семестр изучения: *7*

Формы промежуточной аттестации: *зачет, экзамен.*

Система оценивания: *оценивание результатов осуществляется в рамках системы «Зачет–Незачет» и 5-балльной системы соответственно.*

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Высокомолекулярные соединения» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1-1. Обладает базовыми знаниями в области химических наук;	Знает особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений; принципы классификации полимеров;
		ОПК-1-2. Умеет использовать базовые знания в области химических наук в профессиональной деятельности;	Умеет осуществлять выбор метода определения молекулярной массы полимеров и их полидисперсности; выбор метода синтеза полимера и изучения его состава;
		ОПК-1-3. Имеет навыки решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области	Владеет навыками определения молекулярной массы полимеров, составления схем процессов синтеза полимеров; обосновании выбора по-



		химических наук.	лимера для конкретных практических задач;
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2-1. Знает основы безопасной работы в химической лаборатории;	Знает принципы синтеза полимеров; обладать базовыми знаниями по безопасной работе в химической лаборатории;
		ОПК-2-2. Умеет решать профессиональные задачи из различных областей химии;	Умеет использовать методы изучения физико-химических свойств полимеров;
		ОПК-2-3. Владеет техникой проведения химического эксперимента с использованием серийного оборудования.	Владеет техникой синтеза полимеров и проведения их реакций; обращения с растворами полимеров; использования необходимого для этих целей оборудования; оформления экспериментальных результатов в виде отчета.
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3-1. Знает базовые основы химического и математического моделирования;	Знает модели поведения макромолекул в растворах и механического поведения полимеров;
		ОПК-3-2. Умеет использовать расчетно-теоретические и компьютерные программы для решения профессиональных задач;	Умеет использовать средства ПО для прогнозирования поведения растворов полимеров, оценки физико-механических параметров полимерного материала, состава конечного полимера после протекания химических реакций;
		ОПК-3-3. Имеет практический опыт применения расчетно-теоретических и компьютерных программ в конкретных областях профессиональной	Владеет навыками применения средств ПО для прогнозирования физико-химических свойств полимеров на основе их химической, физической и физико-химической модификации, смешении и



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)
«Высокомолекулярные соединения»
по направлению подготовки (специальности) 04.03.01 «Химия»
направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО
«ЧелГУ»

стр. 5

деятельности.

наполнении; анализа и
представления получен-
ных результатов.



3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ОПК-1-1. Знает особенности свойств высокомолекулярных соединений, принципы их классификации; ОПК-1-2. Умеет осуществлять выбор метода определения молекулярной массы полимеров и их полидисперсности; ОПК-1-3. Владеет навыками в определении молекулярной массы полимеров;	Особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений. Классификация полимеров	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 1
2	ОПК-2-1. Знает принципы синтеза и модификации полимеров; ОПК-1-3. Владеет навыками составления схем процессов синтеза; ОПК-2-3. Владеет техникой синтеза полимеров и проведения их реакций; обращения с необходимым для этих целей оборудованием	Принципы синтеза полимеров	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 2–9, 11–13
3	ОПК-2-1. Знает связь физико-химических свойств полимеров с особенностями их структуры; ОПК-2-2. Умеет использовать методы изучения физико-химических свойств полимеров; ОПК-3-1. Знает конфигурационные и конформационные уровни в макромолекулах;	Структура полимеров	Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 10, 14, 15
4	ОПК-2-3. Владеет навыками обращения с растворами полимеров; ОПК-3-1. Знает модели поведения макромолекул в растворах; ОПК-3-2. Умеет использовать средства ПО для прогнозирования поведения растворов полимеров	Поведение макромолекул в растворах	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 16–25



5	ОПК-2-2. Умеет выбирать методы для изучения физико-механических свойств полимеров; ОПК-3-2. Умеет использовать средства ПО для оценки физико-механических параметров полимерного материала; ОПК-3-3. Владеет навыками применения средств ПО для прогнозирования физико-химических свойств полимеров на основе их химической, физической и физико-химической модификации, смешении и наполнении; анализа и представления полученных результатов.	Физико-химические свойства полимеров	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 26–37
6	ОПК-2-1. Знает принципы синтеза и модификации полимеров; ОПК-1-3. Владеет навыками составления схем процессов синтеза; ОПК-2-3. Владеет техникой синтеза полимеров и проведения их реакций; обращения с необходимым для этих целей оборудованием	Химические превращения полимеров	Отчет по лабораторной работе Вопросы коллоквиума Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 38–43
7	ОПК-1-3. Владеет навыками обоснования выбора полимера для конкретных практических задач	Области применения полимеров	Семестровое задание	Теоретические вопросы к экзамену № 24, 25, 36, 37

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2. Содержание оценочных средств

3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине

- Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Фракционирование (ОПК-1)
План ответа: Средняя молекулярная масса и распределение по молекулярным массам. Методы фракционирования.
- Поликонденсация. Способы проведения поликонденсации (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Классификация. Уравнения Карозерса. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение. Способы проведения поликонденсации.
- Равновесная и неравновесная поликонденсация (ОПК-1)



- План ответа: Определение. Кинетика равновесной поликонденсации.*
4. Термодинамика полимеризации (ОПК-1)
План ответа: Теплота и энтропия полимеризации. Предельная температура полимеризации.
 5. Радикальная полимеризация (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Природа активного центра. Иницирование. Реакции роста, обрыва, передачи цепи. Молекулярная масса.
 6. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения (ОПК-1)
План ответа: Кинетические уравнения стадий полимеризации. Суммарная скорость и энергия активации радикальной полимеризации.
 7. Особенности радикальной полимеризации при высоких степенях превращения. Регуляторы. Ингибиторы (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Ингибиторы и регуляторы. Примеры и механизм действия. Обратимое ингибирование. Гель-эффект.
 8. Катионная полимеризация (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Реакционная способность мономеров в ионных реакциях. Катализаторы, сокатализаторы. Образование активного центра, рост и обрыв цепи. Скорость катионной полимеризации, влияние среды и температуры на кинетику и полидисперсность образующихся полимеров.
 9. Анионная полимеризация (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Реакционная способность мономеров в ионных реакциях. Катализаторы. Образование активного центра, рост и обрыв цепи. Скорость анионной полимеризации, влияние среды и температуры на кинетику и полидисперсность образующихся полимеров.
 10. Стереоспецифические эффекты в реакциях полимеризации (ОПК-1)
План ответа: Оптическая и геометрическая изомерия в макромолекулах. Строение стереорегулярных полимеров.
 11. Ионно-координационная полимеризация (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Катализаторы Циглера–Натта (классические и металлоценовые). Катализ на π -аллильных комплексах. Оксидно-металлические катализаторы. Механизм стереоспецифической полимеризации. Управление стереорегулярностью макромолекул.
 12. Особенности ионной (со)полимеризации циклов (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Примеры мономеров и реакций катионной и анионной полимеризации циклов.
 13. Способы проведения полимеризации (ОПК-2)
План ответа: Полимеризация в массе, растворе, дисперсионная, на твердой поверхности.
 14. Конфигурация и конформация макромолекул. Внутреннее вращение и геометрические характеристики макромолекул (ОПК-3)
План ответа: Конфигурационные и конформационные уровни в макромолекулах. Свободно-сочлененная цепь. Характеристики размеров и формы полимерных цепей.
 15. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Связь гибкости с химическим строением полимера (ОПК-1)



- План ответа: Термодинамическая и кинетическая гибкость. Связь гибкости с химическим строением, влияние внешних факторов. Понятие о статистическом сегменте.*
16. Набухание полимеров (ОПК-2)
План ответа: Ограниченное, неограниченное набухание. Степень и константа скорости набухания.
 17. Термодинамика макромолекул в растворах. Отклонения от идеальности, их причины (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Энтальпия, энтропия макромолекул при растворении. Изменение химического потенциала. Связь с качеством растворителя.
 18. Термодинамические критерии растворимости полимеров. Характеристическая (Θ) температура. Объемные эффекты в растворах полимеров (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Химический потенциал. Осмотическое, парциальное давление растворов полимеров. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Вириальные коэффициенты. Физический смысл характеристической температуры. Понятие об исключенном объеме.
 19. Фазовые диаграммы бинарных систем полимер–растворитель. Критические температуры растворения полимеров (ОПК-2)
План ответа: Применение правила фаз к растворам полимеров. Фазовые диаграммы систем полимер — растворитель. Критические температуры растворения и их связь с молекулярной массой полимера.
 20. Осмотические явления в растворах полимеров. Определение молекулярных масс (ОПК-2)
План ответа: Осмотическое давление и термодинамическое качество растворителя. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
 21. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярных масс (ОПК-2)
План ответа: Вязкость и ее виды. Уравнение Ньютона. Средневязкостная молекулярная масса. Уравнение Марка–Хаувинка–Куна. Уравнение Флори–Фокса.
 22. Полиэлектролиты. Кооперативные реакции полиэлектролитов (ОПК-2)
План ответа: Классификация. Ионная атмосфера. Особенности ионизации полиэлектролитов. Электростатическая составляющая свободной энергии Гиббса полиионов. Полиэлектролитное набухание. Полиэлектролитные комплексы и их устойчивость.
 23. Амфотерные полиэлектролиты (ОПК-2)
План ответа: Особенности свойств растворов в зависимости от pH. Изоэлектрическая, изоионная точки.
 24. Концентрированные растворы полимеров (ОПК-2)
План ответа: Течение неидеальных жидкостей. Кривые течения и причины аномальной вязкости. Студни.
 25. Жидкокристаллическое состояние полимеров (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Лиотропное состояние полимеров. Типы мезофаз. Области применения
 26. Фазовые переходы в полимерах. Кристаллизация. Плавление (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Фазовые переходы в полимерах. Кристаллизация. Плавление полимеров. Влияние структуры и внешних воздействий на фазовые переходы.



27. Аморфное состояние полимеров. Свойства аморфных полимеров (ОПК-2)
План ответа: Особенности надмолекулярной структуры аморфных полимеров. Три физических состояния.
28. Высокоэластическое состояние полимеров (ОПК-2)
План ответа: Термодинамика высокоэластической деформации. Релаксационные явления в эластомерах. Спектр времен релаксации. Релаксация напряжения и деформации.
29. Стеклообразное состояние полимеров (ОПК-2)
План ответа: Теории стеклования и методы определения температуры стеклования. Релаксация в стеклообразном состоянии. Вынужденная эластичность. Хрупкость.
30. Вязкотекучее состояние полимеров (ОПК-2)
План ответа: Механизм вязкого течения. Ньютоновская вязкость, методы определения и зависимость от молекулярной структуры, молекулярной массы полимера, температуры.
31. Пластификация (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Механизмы пластифицирующего действия. Правило мольных концентраций. Правило объемных концентраций.
32. Принцип температурно-временной суперпозиции (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Эквивалентность действия температуры и времени деформации. Уравнение Вильямса-Ландела-Ферри.
33. Механические потери (ОПК-2)
План ответа: Особенности поведения полимеров при статических и динамических нагрузках.
34. Кристаллическое состояние полимеров (ОПК-2)
План ответа: Особенности надмолекулярной структуры кристаллических полимеров. Степень кристалличности. Дефекты полимерных кристаллов. Кристаллизующиеся полимеры. Деформация кристаллических полимеров.
35. Долговечность полимеров. Механизмы разрушения полимеров. Прочность (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Основные теории прочности. Долговечность. Уравнение Журкова. Температурно-временная зависимость долговечности. Особенности разрушения твердых полимеров и эластомеров.
36. Ориентированные структуры в полимерах (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Строение и свойства ориентированных полимеров. Основные способы ориентации и методы ее оценки.
37. Наполненные полимеры (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Межфазные явления на границе раздела полимер–твердое тело. Адгезия. Структура и свойства межфазных слоев. Физические свойства полимерных композиционных материалов (ПКМ). Упругие и вязкоупругие свойства ПКМ. Прочность ПКМ.
38. Особенности химических реакций полимеров. Полимераналогичные и внутримолекулярные превращения (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Сходство химических превращений полимеров и низкомолекулярных соединений. Эффекты, определяющие реакционную способность макромолекул.
39. Реакции сшивания полимеров. Вулканизация. Отверждение (ОПК-1, ОПК-2)



- План ответа: Влияние сшивания на физико-химические свойства полимеров. Примеры и механизм реакций вулканизации каучука и отверждения эпоксидов.*
40. Синтез и свойства блок- и привитых сополимеров (ОПК-1, ОПК-2)
План ответа: Особенности структуры и свойств блок- и привитых сополимеров
41. Деструкция полимеров под действием кислорода, озона и других химических агентов. Стабилизация полимеров (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Механизмы реакций деструкции под действием химических факторов. Примеры и механизм защитного действия антиоксидантов, антиозонантов.
42. Термическая и термоокислительная деструкция. Стабилизация полимеров (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Механизмы реакций деструкции под действием температуры. Способы защиты полимеров от термической деструкции. Примеры и механизм действия стабилизаторов.
43. Деструкция полимеров под действием света, излучений, механических воздействий. Стабилизация полимеров (ОПК-2, ОПК-3)
План ответа: Механизмы реакций деструкции под действием физических факторов. Способы защиты, примеры и механизм действия стабилизаторов.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет выставляется студенту после выполнения 6 лабораторных работ, оформления и сдачи отчетов по выполненным работам, объяснения полученных результатов и ответа (выборочно) на вопросы коллоквиума, а также выполнения семестрового задания, которое включает в себя задачи из разных разделов изучаемой дисциплины. Критерии оценивания приведены в табл. 4.1.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. На подготовку письменного ответа отводится не более 90 мин. После просмотра ответа преподавателем следует устный опрос. Критерии оценивания приведены в табл. 4.2.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1. Критерии оценивания для получения оценки «Зачтено»

Таблица 4.1.

Оценка	Незачтено	Зачтено
Выполнение 6 лабораторных работ в соответствии РПД,	Неполное выполнение	Выполнение всех 6 работ, подготовка отчетов и ответов на вопросы



сдача по ним отчетов и ответов на вопросы коллоквиума	данного пункта	коллоквиума
Выполнение семестрового задания из 7 задач	Выполнение менее 75% заданий варианта	Выполнение не менее 75% заданий варианта

4.2.2. Критерии оценивания ответа на экзамене

Таблица 4.2.

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Высокий уровень освоения проверяемых компетенций	Средний уровень освоения проверяемых компетенций	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций	Недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций
Обучающийся дает развернутый и полный логически выстроенный ответ, допускающий отдельные неточности в изложении материала; демонстрирует владение понятийным аппаратом и содержанием учебного материала, умение связать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, фактами, аргументировать свою точку зрения; делает обоснованные выводы;	Обучающийся дает развернутый ответ на вопрос, демонстрирует владение понятийным аппаратом; аргументирует свою точку зрения; в ответе допускает незначительные ошибки и неточности, которые исправляются студентом после указания на них;	Обучающийся знаком с материалом; дает ответ на вопрос в общих чертах, в ответе допускает фактические ошибки и неточности, которые не могут быть исправлены студентом; имеются недостатки по полноте и содержанию ответа;	Обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы или содержание ответа не соответствует поставленному вопросу.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).



4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяются следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «Отлично» и предполагает:
 - формирование навыков выбора метода определения молекулярной массы и полидисперсности полимера, метода синтеза полимера из определенных мономеров, учета особенностей поведения полимеров в растворах, аморфном и кристаллическом состояниях; выбора метода исследования структуры полимера и его физико-механических свойств;
 - формирование навыков создания полимерных материалов с заданным комплексом физико-химических свойств;
 - способность аргументировать собственную точку зрения, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию о состоянии и проблемах областей применения полимеров.
2. Средний уровень соответствует оценке «Хорошо» и предполагает:
 - формирование навыков комплексного изучения физико-химических свойств полимеров: синтеза, определения их молекулярной массы и физико-механических характеристик;
 - формирование навыков сбора, анализа и обработки данных, необходимых для решения ситуационных задач;
 - студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «Удовлетворительно».
3. Базовый уровень соответствует оценке «Удовлетворительно» и предполагает:
 - формирование компетенций на начальном уровне: владение понятийным аппаратом; умение выполнять отдельные операции синтеза, определения молекулярной массы полимеров и их физико-химических параметров;
 - удовлетворительные навыки анализа и обработки экспериментальных данных.



4. Недостаточный уровень (бессистемные разрозненные знания, затруднения в написании формул, отсутствие навыков анализа и обработки экспериментальных данных) соответствует оценке «Неудовлетворительно».