

Компонент ОПОП 04.04.01 Химия. Физическая и коллоидная химия
наименование ОПОП
Б1.В.03.04
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Реология дисперсных систем

Разработчик (и):

Деркач С.Р.

профессор

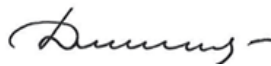
д-р. хим. наук, профессор

Утверждено на заседании кафедры

химии
наименование кафедры

протокол № 5 от 20.02.2026

Заведующий кафедрой химии



подпись

Дякина Т.А.
ФИО

**Мурманск
2026**

Пояснительная записка

Объем дисциплины 5 з.е.

- 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой**

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1-н. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Знать: – основные разделы реологии дисперсных систем; основные понятия и методы анализа веществ, их сущность и области применения, – основные метрологические характеристики методов, необходимые для профессиональной деятельности – основные реологические методы анализа материалов, их сущность и области применения. Уметь: – использовать реологические методы как инструмент профессиональной деятельности; – использовать современные реологические методы анализа для решения профессиональных задач – проводить расчеты реологических параметров различных сред Владеть: – навыками выполнения реологических лабораторных операций; методами определения реологических характеристик в различных средах – навыками решения типовых задач реологии; планирования и постановки эксперимента и обработки результатов – основными реологическими характеристиками различных дисперсных систем, сред и материалов, необходимыми для профессиональной деятельности
ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	

- 2. Содержание дисциплины (модуля)**

Модуль 1. Введение в реометрию

Модуль 2. Основные понятия реометрии

2.1. Основной закон, деформация, напряжение сдвига, скорость сдвига, вязкость (динамическая, кинематическая), кривые течения и вязкости, параметры вязкости.

(Ш) Механика сплошных сред в реологии. (М)

2.2. Классификация материалов по их реологическому поведению (твердые тела,

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

ньютоновские жидкости, неньютоновские жидкости, пластичные материалы).
Граничные условия. Абсолютная реометрия (вискозиметрия). (Ш)

Модуль 3. Вязкоупругость

3.1. Ползучесть (запаздывающая деформация), релаксация. Определения спектров релаксации и запаздывания. Динамические функции. (М)

3.2. Основные механические модели вязкоупругого поведения. (М) Соотношение между вязкоупругими функциями, расчет релаксационного спектра. (М)

3.3. Вязкоупругость и молекулярные модели. Молекулярные движения индивидуальной макромолекулярной цепи, релаксационные свойства концентрированных растворов и расплавов, вязкоупругость полидисперсных полимеров. (М)

Модуль 4. Жидкости

4.1. «Ньютоновские» и «неньютоновские» жидкости, определения.

Неньютоновское течение вязкоупругих жидкостей. Неньютоновские свойства структурированных систем – пластичность жидкостей. Вязкость анизотропных жидкостей. (М)

4.2. Уравнения для вязкости и кривых течения. Значение вискозиметрических измерений. Уравнения степенного типа, уравнения с пределом текучести.

Основные зависимости вязкости от состава материала. Неньютоновское течение как следствие полидисперсности материала. (М)

4.3. Упругость при сдвиговом течении. Высокоэластические сдвиговые деформации. Нормальные напряжения при сдвиговом течении, нормальные напряжения и упругость. (М)

4.4. Структурные явления при сдвиговом течении. Переходные режимы деформирования. Тиксотропия и реопексия. Фазовые переходы, вызванные деформированием. (М)

4.5. Пределы сдвигового течения – неустойчивость потока. Инерционная турбулентность. Эффект Томса. Неустойчивость при течении упругих жидкостей. (М)

4.6. Продольное течение. Заключение: реальные жидкости – сложные реологические среды. (М)

Модуль 5. Упругие материалы

5.1. Линейные упругие (гуковские) материалы. Линейные анизотропные упругие материалы. Большие упругие деформации и нелинейные свойства твердых материалов. (М)

5.2. Пределы упругости. Пластичность, критерии пластичности и разрушения. Структурные явления. (М)

Модуль 6. Реометрия – экспериментальные методы

6.1. Классификация экспериментальных методов.

Капиллярная вискозиметрия. Основы метода, течение в капилляре. Пределы капиллярной вискозиметрии. Капиллярные вискозиметры. Вискозиметры с регулируемой скоростью течения. (М) Вискозиметры, действие которых основано на гравитации. (Ш)

6.2. Ротационная реометрия. Основы метода. Задачи и возможности метода, ограничения ротационной вискозиметрии. Ротационные приборы. (М) Сравнение принципиально различных конструкций, сравнение CS- и CR-реометров. Уравнения для расчета скорости сдвига, напряжения сдвига и вязкости. Критерии качества измерений. Сравнение цилиндрических измерительных систем с системами конус-плоскость. (Ш)

6.3. Пластомеры и пенетрометры. Сдвиговые пластомеры, сжимающие пластомеры. Метод телескопического сдвига. (М)

6.4. Измерение вязкоупругих свойств динамическим методом (вибрационные

методы). Однородная деформация образца. Неоднородные деформации. Торсионные (крутильные) колебания. Резонансные колебания. Затухающие (свободные) колебания. Вибрационная вискозиметрия. Экспериментальная техника. (М)

Модуль 7. Тиксотропия и предел текучести – два важных реологических явления

7.1. Измерение тиксотропии. Оценка прочности тиксотропных структур.

Измерение скорости восстановления структуры геля.

7.2. Измерение предела текучести. Применение CS- и CR-реометров для измерения предела текучести. Построение зависимости деформации от напряжения сдвига.

Использование кривых ползучести и восстановления для оценки поведения образцов ниже предела текучести. Применение лопастных мешалок для измерения предела текучести.

Модуль 8. Экспериментальные методы поверхностной реологии

Определения поверхностно (2D) реологии. Методы сдвиговой реологии, методы, основанные на осцилляциях капли/пузырька. Капиллярные волны.

Модуль 9. Прикладная реология

9.1. Реологические свойства реальных материалов: полимеров, нефтепродуктов, пищевых продуктов, изделий косметической и фармацевтической промышленности, биологических жидкостей, концентрированных суспензий, высококонцентрированных эмульсий.

9.2. Реологические свойства межфазных 2D слоев на жидких границах. Модели реологического поведения слоев высокомолекулярных соединений.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Малкин, А. Я. Реология: концепции, методы, приложения: авториз. пер. с англ. / А. Я. Малкин, А. И. Исаев. - Санкт-Петербург: Профессия, 2010, 2007. - 557 с.
2. Мачихин, Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. - Москва: Лег. и пищевая пром-сть, 1981.

Дополнительная литература:

3. Максимов, А. С. Реология пищевых продуктов: лаб. практикум: учеб. пособие для

- вузов / А. С. Максимов, В. Я. Черных. - Санкт-Петербург: Гиорд, 2006. - 169 с.
4. Деркач, С. Р. Реология эмульсий: очерки по коллоидной химии / С. Р. Деркач. - Санкт-Петербург: Наука, 2012. - 211 с.
 5. Маслова, Г. В. Реология рыбы и рыбных продуктов / Г. В. Маслова, А. М. Маслов. - Москва: Лег. и пищевая пром-сть, 1981. - 216 с.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Аналитическая химия в России <http://www.wssanalytchem.org/default.aspx>
2. Российский химико-аналитический портал <http://anchem.ru/>
3. Химия: новости науки <http://www.chemport.ru>
4. DjVu БИБЛИОТЕКИ – Химия <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
5. Реология <https://himya.ru/reologiya.html>
6. Rheologica Acta <https://link.springer.com/journal/397>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
 - помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;
- Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности ²	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения			
	Очная			Всего часов
	Семестр			
	2			
Лекции	36			36
Практические занятия	18			18
Лабораторные работы	36			36
Самостоятельная работа	54			54
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36
Всего часов по дисциплине	180			180

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+			
Зачет/зачет с оценкой	-/-			
Курсовая работа (проект)	-			
Количество расчетно-графических работ	-			
Количество контрольных работ	-			
Количество рефератов	-			
Количество эссе	1			

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1.	Капиллярная вискозиметрия 1
2.	Капиллярная вискозиметрия 2
3.	Реологических свойства гелей белков (Ротационная вискозиметрия) 1
4.	Реологических свойства гелей белков (Ротационная вискозиметрия) 2
5.	Реология высококонцентрированных эмульсий
6.	Реологические свойства гелей белков с полисахаридами (пенетрационный метод)

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1.	Вязкоупругость, вязкоупругие материалы
2.	Ньютоновские жидкости, неньютоновское поведение жидкостей
3.	Линейные упругие материалы
4.	Тиксотропия и предел текучести – два важных реологических явления