

Компонент ОПОП 04.04.01 Химия. Физическая и коллоидная химия
наименование ОПОП

Б1.В.03.04
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Дисциплины
(модуля)**

Реология дисперсных систем

Разработчик (и):

Деркач С.Р.

профессор

д.х.н., профессор

Утверждено на заседании кафедры

ХИМИИ
наименование кафедры

протокол № 5 от 20.02.2026

Заведующий кафедрой химии


подпись

Дякина Т.А.
ФИО

**Мурманск
2026**

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю) ²			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
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	– 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.	– использовать реологические методы как инструмент профессиональной деятельности; – использовать современные реологические методы анализа для решения профессиональных задач – проводить расчеты реологических параметров различных сред	– 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	- комплект заданий для выполнения лабораторных (практических) работ; - тестовые задания; - темы эссе	Экзаменационные билеты Результаты текущего контроля
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	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					

¹ Указываются только те индикаторы, которые закреплены за дисциплиной (модулем) в соответствии с РПД

² В соответствии с РПД

смежных с
химией науках

--	--	--	--	--	--	--

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии ³ оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Зачётное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Набрано зачётное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачётное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачётное количество баллов согласно установленному диапазону

³ Критерии могут быть уточнены/изменены на усмотрение разработчика ФОС

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы ⁴	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной/практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.1. Критерии и шкала оценивания тестирования

Перечень тестовых вопросов и заданий, описание процедуры тестирования представлены в методических указаниях к выполнению лабораторных/самостоятельных работ и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

В ФОС включен типовой вариант тестового задания:

Тест-Задание на тему: Введение, напряжение, деформация, скорость деформации

1. Приведите примеры веществ, которые являются предметом изучения реологии.
2. Почему физики интересуются реологией?
3. Почему химики интересуются реологией?
4. Почему реология важна для технологической практики?
5. Почему при рассмотрении напряжений и деформаций важно рассматривать среду как непрерывную (сплошную)?
6. Почему при одноосном растяжении стержня происходит его сжатие, хотя внешние силы, приложенные в поперечном направлении, отсутствуют?
7. Что такое «малые деформации»?
8. Какова размерность деформации?
9. Почему касательные напряжения максимальны под углом 45° к направлению растяжения?
10. Почему нельзя складывать между собой нормальные и касательные напряжения?
11. Почему под действием гидростатического давления не происходит изменений формы тела?
12. Какие напряжения действуют в изделии, подвешенном за один конец? Как оценить прочность такого изделия?
13. Какие напряжения действуют при двумерном напряженном состоянии? Приведите примеры.

⁴ Шкала оценивания определяется разработчиком ФОС

14. Совпадают ли понятия скорости сдвига и градиента скорости при растяжении стержня и при окружном течении жидкости между двумя вращающимися коаксиальными цилиндрами? Если «нет», то почему?

Тест-Задание на тему: Линейные среды и материалы

1. Что такое математические модели?
2. Что такое упругость?
3. Почему различаются модули упругости при сдвиге и растяжении?
4. Какова размерность коэффициента Пуассона?
5. Если стальной брусок и резиновый стержень с одинаковым поперечным сечением растягиваются с одной и той же силой, то каким будет соотношение между деформациями этих тел?
6. Почему для характеристики свойств твердых тел нужно использовать две константы (например, модуль Юнга и коэффициент Пуассона), а для жидкости достаточно одной константы – вязкости?
7. Почему жидкость после устранения внешних сил не восстанавливает свою первоначальную форму?
8. Могут ли значения модуля упругости быть отрицательными?
9. Модуль упругости углеродного волокна диаметром 80 мкм (толщина человеческого волоса) составляет 500 ГПа. Волокно разрывается при деформации $\gamma^* = 0.8\%$. Какой вес повешенного на него груза может выдержать такое полотно?
10. Докажите, что размерность кинематической вязкости действительно $\text{м}^2/\text{с}$.
11. За какое время напряжения в вязкоупругой среде релаксируют полностью?
12. Насколько повысится температура жидкости, изолированной от окружающей среды, если скорость сдвига равна 100 с^{-1} , и она действует в течение 10 мин, а характеристики таковы: вязкость $1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, плотность $1 \text{ г}/\text{см}^3$, теплоемкость $3 \text{ кДж}/\text{кг}\cdot\text{К}$?
13. Получить реологическое уравнение состояния вязкоупругой жидкости, свойства которой описываются моделью Максвелла.
14. Получить реологическое уравнение состояния вязкоупругого твердого тела, свойства которого описываются моделью Кельвина-Фойхта.
15. Почему время релаксации среды, описываемой моделью Кельвина-Фойхта, неограничено велико?
16. Насколько изменится объем жидкости, если принять коэффициент сжимаемости равным $\beta = 1.5 \cdot 10^{-9} \text{ Па}^{-1}$ (это значение близко к реальным величинам), а рабочее давление составляет $p = 1000 \text{ атм}$.
17. Возможно ли возникновение напряжений в упругом теле без действия внешних сил, Приведите пример и рассчитайте напряжения.

Оценка/баллы ⁵	Критерии оценивания
Отлично	Сформированные систематические знания в части выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. 90-100 % правильных ответов
Хорошо	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в части выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. 70-89 % правильных ответов
Удовлетворительно	Общие, но не структурированные знания в части выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. 50-69 % правильных ответов

⁵ Шкала оценивания определяется разработчиком ФОС

Неудовлетворительно	Фрагментарные знания в части выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. 49% и меньше правильных ответов
----------------------------	---

3.2. Критерии и шкала оценивания эссе

Эссе предназначено для формирования и проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Тематика эссе по дисциплине, требования к структуре, содержанию и оформлению изложены в методических указаниях к самостоятельной работе, включающих рекомендации по написанию эссе.

В ФОС включены примерные темы эссе:

1. Влияние ПАВ на реологические свойства гелей БСА
2. Реологические свойства нефти
3. Реология эмульсий, стабилизированных фосфолипидами
4. Реологические свойства эмульсий, сформированными полимерами, модифицированными наночастицами
5. Реологические свойства гелей в системе цистеин/серебро
6. Реопексия высококонцентрированных эмульсий
7. Вязкоупругие свойства высококонцентрированных эмульсий
8. О пределе текучести

Оценка/баллы ⁶	Критерии оценивания
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите эссе: обозначена проблема, обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
Хорошо	Основные требования к эссе и его защите - выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
Удовлетворительно	Имеются существенные отступления от требований к эссе. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
Неудовлетворительно	Тема эссе не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии и шкала оценивания посещаемости занятий

Посещение занятий обучающимися определяется в процентном соотношении

Баллы	Критерии оценки
10	посещаемость 75 - 100 %
5	посещаемость 50 - 74 %
0	посещаемость менее 50 %

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

4.1. Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины с экзаменом

Для дисциплин, заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из результатов текущего контроля и при проведении экзамена.

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета.

Вопросы блока 1 для проверки сформированности знаний и (или) умений части компетенции ПК-1-н

1. Предмет и задачи реологии. Число Деборы
2. Какими основными структурно-механическими свойствами характеризуются дисперсные системы? Каким методом они выявляются?
3. Деформация. Виды деформаций
4. Напряжение. Напряжение сдвига. Напряжение как тензорная величина.
5. Скорость сдвига (скорость деформации, градиент скорости)
6. Простейшие идеальные реологические модели. Зависимость деформации этих моделей от приложенной нагрузки
7. Реологическая модель, иллюстрирующая упруго-вязкие свойства систем. Время релаксации напряжения. Взаимосвязь (качественная) между временем релаксации и агрегатным состоянием вещества
8. Реологическая модель, иллюстрирующая ползучесть (упругое последствие). Изменение во времени деформации вязко-упругого тела. Податливость, времена запаздывания.
9. Спектры релаксации и запаздывания – определения.
10. Реологическая модель, иллюстрирующая пластические свойства дисперсных систем. Параметры, характеризующие прочность систем.
11. Классификация дисперсных систем по их реологическим свойствам. Типичные кривые течения.
12. Ньютоновские жидкости. Уравнение Ньютона для течения жидкостей. Физический смысл входящих в него параметров.
13. Кривые течения для структурированных систем. Предел текучести (предельное напряжение сдвига) и вязкость при нулевом сдвиге (максимальная ньютоновская вязкость).
14. Явления, происходящие в системах с коагуляционной структурой при напряжениях меньших предела текучести и больших предела текучести.
15. Явления тиксотропии и реопексии.
16. Примеры тиксотропных и реопексных структурированных систем.
17. Динамические функции. Формула Эйлера. Угол механических потерь. Комплексный модуль упругости.
18. Динамические функции. Комплексная податливость.
19. Комплексная динамическая вязкость.
20. Принцип суперпозиции Больцмана-Вольтерры.
21. Теория линейной вязкоупругости.
22. Вязкоупругость и молекулярные модели полимеров.

Вопросы блока 2 для проверки сформированности знаний и (или) умений части компетенции ПК-3-н

1. Уравнение, описывающее зависимость вязкости жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем от концентрации дисперсной фазы. Условия его применения

2. Зависимость вязкости растворов полимеров от их молекулярной массы. Уравнение Марка-Хаувинка и Хаггинса, условия применения
3. Относительная, удельная и характеристическая вязкость. Методы их определения
4. Принцип действия капиллярного вискозиметра. Уравнение Пуазейля для объемной скорости движения жидкости в капилляре. Калибровка капиллярных вискозиметров
5. Принцип действия ротационных вискозиметров. Примеры использования приборов этого типа
6. Эффект Ребиндера. Вещества, используемые для понижения твердости материалов. Примеры использования эффекта Ребиндера.

Типовой вариант экзаменационного билета
МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Естественно-технологический институт
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

Дисциплина: Реология дисперсных систем и материалов

1. Деформация. Виды деформаций
2. Кривые течения для структурированных систем. Предел текучести (предельное напряжение сдвига) и вязкость при нулевом сдвиге (максимальная ньютоновская вязкость).

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «_____» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой химии, профессор _____

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
<i>Отлично</i>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе ⁷	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает тестовые задания.

Комплект заданий диагностической работы

Компетенция ПК-1-н	
1.	Цель изучения реологии а) разработка технологического оборудования б) составление критериальных уравнений технологических процессов в) организация труда на производстве г) закономерности течения пищевых масс д) экономическое обоснование деятельности предприятий АПК
2.	Термин "Реология" ввел ученый а) Ю. Бингам б) И. Ньютон в) Р. Гук г) Р.И. Шищенко д) Б.А. Николаев
3.	Деформация это: а) процесс установления термодинамического равновесия б) изменение формы или размеров тела под действием внешних сил в) способность тела полностью восстанавливать свою форму г) слипание разнородных частиц
4.	Сила, действующая на единицу площади, представляет собой: а) гидростатическое давление б) напряжение в) коэффициент бокового давления г) относительная деформация

⁷ Баллы соответствуют технологической карте

	е) скорость деформирования
5.	Структуры, которые не восстанавливаются после разрушения: а) тиксотропные б) жидкости с) кристаллизационные д) коагуляционные е) жидкие пищевые продукты
6.	По уравнению Гершеля–Балкли можно вычислить ____ из кривых течения. а) модуль упругости б) предел текучести с) скорость сдвига
7.	Структурно-механические свойства характеризуют а) поведение продуктов при термообработке б) поведение продуктов при механической обработке с) изменение в продуктах при хранении д) поведение продуктов в условиях напряженного состояния е) основные физические параметры продуктов
8.	К структурно-механическим сдвиговым характеристикам относятся: а) коэффициент внешнего трения б) плотность с) адгезия д) вязкость е) пределы текучести
9.	К компрессионным характеристикам не относится свойство: а) модуль упругости б) коэффициент бокового давления с) коэффициент внешнего трения д) плотность е) коэффициент Пуассона
10.	К поверхностным характеристикам относят: а) вязкость б) плотность с) пределы текучести д) адгезию е) коэффициент внешнего трения ф) коэффициент Пуассона
Компетенция ПК-3-н	
1.	Вязкость – это свойство жидкости характеризующее сопротивление _____. а) течению б) упругим деформациям с) теплопроводность
2.	Для измерения вязкости применяют: а) пенетрометры б) адгезиометры с) вискозиметры д) дефометры
3.	Физической моделью «пружина» характеризуют: а) вязкость б) упругость с) запаздывание д) псевдопластичность

4.	Динамический коэффициент вязкости характеризует: a) сопротивляемость жидкости b) сопротивляемость твердой фазы c) сопротивляемость любой фазы d) сопротивляемость газовой фазы
5.	Реологическое тело Сен-Венана характеризует: a) тиксотропию b) вязкость c) пластичность d) псевдопластичность
6.	Какое из сдвиговых течений является простым: a) пуазейлевское течение b) куэттовское течение c) течение между двумя параллельными пластинами d) кручение между двумя параллельными пластинами
7.	Адгезия характеризует: a) свойства внутренних слоев материала b) свойства поверхностных слоев материала c) релаксацию напряжений d) течение материала
8.	В основе капиллярной вискозиметрии лежит определение: a) скорости сдвига b) вязкости c) крутящего момента d) периода релаксации
9.	В основе ротационной вискозиметрии лежит определение: a) скорости сдвига b) вязкости c) крутящего момента d) периода релаксации
10.	Какое из свойств не являются прочностными: a) деформация сжатия b) эффективная вязкость c) усилие резания d) усилие среза