

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 14.07.2025 15:28:08
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

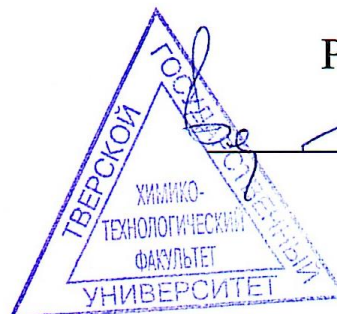
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

14 мая 2025г.



Рабочая программа дисциплины

Методы анализа поверхностно-активных веществ

Закреплена за кафедрой:	Органической химии
Направление подготовки:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль):	Экспертная и медицинская химия: теория и практика.
Квалификация:	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения:	очная
Семестр:	9

Программу составил(и):

канд. хим. наук, доц., Журавлев Олег Евгеньевич

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

формирование знаний, умений и навыков в области методов анализа по-верхностно-активных веществ (ПАВ)

Задачи:

формирование базовых знаний о методах оценки свойств поверхностно-активных веществ: определение технологических свойств ПАВ, экологиче-ских характеристик ПАВ, количественный анализ индивидуальных ПАВ;

формирование представлений о применении поверхностно-активных ве-ществ в современных областях промышленности, основанном на механиз-ме действия ПАВ;

приобретение навыков владения качественными методами анализа инди-видуальных ПАВ;

формирование умений, позволяющих применять количественные методы анализа ПАВ в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Физическая химия

Физические методы исследования

Коллоидная химия

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Научно-исследовательская работа

Преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе:	
аудиторные занятия	39
самостоятельная работа	23

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК-1.2: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

ПК-1.3: Готовит объекты исследования

ПК-2.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)

ПК-2.2: Анализирует и обоб-щает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической техно-логии)

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	9

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Введение					
1.1	Введение. Цель и задачи курса. Применение поверхностно-активных веществ в современных областях промышленности, основанное на свойствах и механизмах действия ПАВ.	Лек	9	4		
	Раздел 2. Тема 1. Качественный анализ поверхностно-активных веществ					
2.1	Определение класса ПАВ. Определение класса ПАВ с применением смешанного индикатора. Определение анионных ПАВ. Качественное определение катионных ПАВ с применением индикаторов. Определение неионогенных ПАВ (качественная реакция производных полиэтиленгликолей).	Лаб	9	6		
2.2	Эмульгирующая способность ПАВ. Характеристика и методы оценки эмульсий: типы эмульсий, устойчивость эмульсий, дисперсность. Методы определения смачивающей способности ПАВ: определение краевого угла смачивания, продолжительности и теплоты смачивания.	Лек	9	5		
2.3	Основные качественные реакции на различные классы ПАВ	Ср	9	6		
	Раздел 3. Тема 2. Титриметрические и гравиметрические методы анализа индивидуальных поверхностно-активных веществ					

3.1	Титриметрические и гравиметрические методы анализа индивидуальных поверхностно-активных веществ	Лек	9	4		
3.2	Лабораторная работа №1 Определение кислотного числа	Лаб	9	4		
3.3	Лабораторная работа №2 Определение эфирного числа.	Лаб	9	4		
3.4	Лабораторная работа №3 Определение аминного числа.	Лаб	9	4		
3.5	Хроматографические методы анализа ПАВ	Ср	9	6		
	Раздел 4. Тема 3. Спектральные и кондуктометрические методы анализа ПАВ					
4.1	Лабораторная работа №4 Спектрофотометрическое определение средней молекулярной массы и степени оксиэтилирования неионогенного ПАВ	Лаб	9	4		
4.2	Лабораторная работа №5 Количественное определение анионактивных ПАВ в водных растворах методом кондуктометрии.	Лаб	9	4		
4.3	ИК-спектральные методы для качественного и количественного анализа ПАВ	Ср	9	6		
4.4	Методы количественного анализа поверхностно-активных веществ в технологических водах и объектах	Ср	9	5		

Образовательные технологии

Список образовательных технологий

1	Информационные (цифровые) технологии
2	Технологии развития критического мышления
3	Активное слушание

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущей аттестации представлены в приложении 2

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации представлены в приложении 2

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Рейтинг-контроль по дисциплине
«Методы анализа поверхностно-активных веществ»,
9 семестр – зачет – 100 баллов

I модуль

Качественный анализ поверхностно-активных веществ

Самостоятельная работа 10 баллов

Лабораторная работа 10 баллов

Титриметрические и гравиметрические методы анализа индивидуальных
поверхностно-активных веществ

Лабораторные работы 30 баллов

Самостоятельная работа 10 баллов

Спектральные и кондуктометрические методы анализа ПАВ

Лабораторные работы 30 баллов

Самостоятельная работа 10 баллов

Итого: 100 баллов

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман ; перевод Г. П. Ямпольская. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 529 с. — ISBN 978-5-00101-767-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/26036.html (дата обращения: 26.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей: https://www.iprbookshop.ru/26036.html
----	---

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	WinDjView
4	OpenOffice
5	Google Chrome

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Репозиторий ТвГУ
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
3	ЭБС ТвГУ
4	ЭБС BOOK.ru
5	ЭБС «Лань»
6	ЭБС IPRbooks
7	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

8	ЭБС «ЮРАИТ»
9	ЭБС «ZNANIUM.COM»

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-411	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, весы лабораторные, доска классная, лаборатория подготовительная, печь муфельная, горелка,

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические материалы приведены в приложении 1 и 3

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образовательные технологии:

1. Проектная технология
2. Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
3. Информационные (цифровые)
4. Кейс –методы

Примерный перечень вопросов для контроля знаний

1. Назовите основные технологические свойства поверхностно-активных веществ.
2. В каких областях промышленности используется эмульгирующая способность ПАВ?
3. Приведите различные типы эмульсий, как они характеризуются?
4. Флокуляция и ее использование в промышленных процессах.
5. Что обозначает термин коалесценция, где она применяется?
6. Назовите методы определения смачивающей способности ПАВ.
7. Приведите примеры статических и динамических методов определения пенообразующей способности ПАВ.
8. В чем заключается механизм моющего действия ПАВ?
9. Назовите косвенные и прямые методы определения солубилизирующей способности ПАВ.
10. В чем заключается диспергирующая способность ПАВ?
11. Приведите примеры использования ПАВ в промышленности, основанное на свойствах и механизмах действия молекул ПАВ.
12. Что представляет величина гидрофильно-липофильного баланса ПАВ?
13. Расскажите о взаимосвязи между гидрофильно-липофильным балансом и областями применения поверхностно-активных веществ.
14. Назовите экологические характеристики поверхностно-активных веществ.
15. Приведите критерии токсикологической оценки поверхностно-активных веществ.
16. В чем заключается оценка биоразлагаемости поверхностно-активных веществ?

17. Как определяют биоразлагаемость ПАВ? Назовите основные приемы, используемые в промышленности.
18. Как условно можно разделить ПАВ по способности к биохимическому окислению?
19. В какие классы классифицируют ПАВ по токсичности?
20. Каково воздействие катионных ПАВ на кожные покровы человека?
21. Каково раздражающее действие алифатических аминов при увеличении их молекулярного веса?
22. какие методы очистки сточных вод от катионных ПАВ применяются в настоящее время?

Рейтинг-контроль по дисциплине

«Методы анализа поверхностно-активных веществ»,

9 семестр – *зачет* – 100 баллов

Модули	Темы	Виды работ	Баллы
9 семестр			
I модуль	Качественный анализ поверхностно-активных веществ	Самостоятельная работа	10
		Лабораторная работа	10
	Титриметрические и гравиметрические методы анализа индивидуальных поверхностно-активных веществ	Лабораторные работы	30
		Самостоятельная работа	10
	Спектральные и кондуктометрические методы анализа ПАВ	Лабораторные работы	30
		Самостоятельная работа	10
Итого:			100

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы

1. В чем заключаются фотоколориметрические методы определения различных типов ПАВ?
2. Назовите спектрофотометрические методы определения поверхностно-активных веществ.
3. В чем принцип двухфазного титрования катионных поверхностно-активных веществ?
4. Для каких ПАВ используют гравиметрический метод анализа? В чем заключается этот метод?
5. Как определяют ПАВ в технологических водах и объектах?

6. Расскажите, в чем заключается спектрофотометрический метод определения производных пиридина и ЧАС?
7. Для каких поверхностно-активных веществ находят точки помутнения?
8. Для каких поверхностно-активных веществ используют определение гидроксильного числа в количественном анализе?
9. С какой целью используют определение водного числа по Гриффину?
10. Перечислите виды хроматографий, используемых в методах анализа ПАВ.
11. В чем заключается метод адсорбционной хроматографии?
12. Каким видом хроматографии можно разделить различные типы ПАВ?
13. В чем заключается принцип ионно-обменной хроматографии?
14. Для каких поверхностно-активных веществ применима газовая хроматография?
15. В каком методе хроматографии используют подвижную и стационарную фазу?
16. Какие стационарные фазы используют в адсорбционной хроматографии?
17. Какие ионообменники можно использовать для определения ПАВ в ионно-обменной хроматографии?
18. Приведите пример ионно-обменной смолы.
19. В чем заключается принцип применения в анализе ПАВ газовой хроматографии?

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

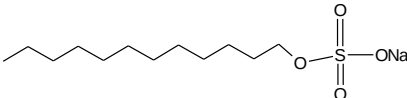
1. Определение аминного числа катионных поверхностно-активных веществ.
2. Определение кислотного и эфирного числа анионных поверхностно-активных веществ.
3. Определение температуры помутнения неионогенных поверхностно-активных веществ.
4. Особенности анализа поверхностно-активных веществ.
5. Определение класса ПАВ с применением различных индикаторов.
6. Гравиметрические методы анализа ПАВ различных классов.
7. Титриметрические методы анализа ПАВ различных классов.
8. Оптические методы анализа ПАВ различных классов.
9. Определение молекулярной массы ПАВ осмометрическим методом.
10. Определение молекулярной массы ПАВ эбуллиоскопическим и криоскопическим методами.
11. Определение средней молекулярной массы НПАВ по методу Раstra и методом ионообменной хроматографии.
12. Разделение смеси ПАВ методом ионообменной хроматографии.
13. Хроматографические методы анализа ПАВ различных классов.
14. Фотометрический метод анализа ЧАС и третичных аминов.
15. Приведите примеры хроматографических систем с использованием катионных и анионных ПАВ.
16. ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия в анализе поверхностно-активных веществ.
17. Анализ ПАВ в сточных, промышленных и отработанных водах.

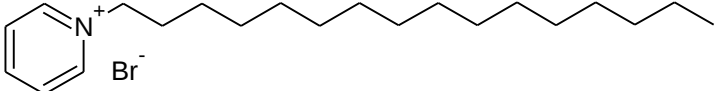
5.2. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

ПК-1, Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

(код, наименование компетенции)

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	Б	Для определения класса поверхностно-активных веществ используют: А. Титрование с фенолфталеином Б. Реакцию с применением метиленового голубого В. Разделительные колонки Г. ЯМР-спектроскопию	1 балл за правильный ответ
2	А	Что является носителем поверхностной активности у молекул КПАВ? А. Катион Б. Анион В. Вся молекула Г. Мицеллы	1 балл за правильный ответ
3	Б	Что является носителем поверхностной активности у молекул АПАВ? А. Катион Б. Анион В. Вся молекула Г. Мицеллы	1 балл за правильный ответ
4	А	В соответствии с правилом Дюкло-Траубе, во сколько раз возрастает поверхностная активность при увеличении длины углеводородного радикала на 2 метиленовые группы? А. в 3–3,5 раза; Б. в 6–7 раз В. в 1,5–2 раза; Г. 9–10,5 раз.	1 балл за правильный ответ
5	Б	Для количественного определения анионных ПАВ можно использовать один из	1 балл за правильный ответ

		следующих методов: А. термогравиметрия; Б. фотоколориметрия В. Поляриметрию Г. ЯМР-спектроскопия	
Задания открытого типа			
6	Приведите 3 фактора, влияющие на температуру (точку) Крафта растворов ПАВ		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Увеличение длины алкильной цепи приводит к увеличению точки Крафта. 2. Точка Крафта также значительно зависит от природы полярной группы. 3. Точка Крафта, как правило, повышается при добавлении солей.		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла	
7	Перечислите статические методы определения поверхностного натяжения растворов		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Метод поднятия жидкости в капилляре. 2. Метод Вильгельми 3. Метод лежащей капли		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла	
8	Перечислите динамические методы определения поверхностного натяжения растворов		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Метод Дю-Нуи (метод отрыва кольца) 2. Стагмометрический (метод счета капель) 3. Метод максимального давления пузырька (метод П.А. Ребиндера)		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла	
9	Изобразите структурную формулу лаурилсульфата натрия. Назовите это соединение по IUPAC. К какому классу ПАВ оно относится?		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1.  2. Додecilсульфат натрия 3. Анионное ПАВ		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла	
10	Изобразите структурную формулу цетилпиридиний бромида. Назовите это		3 балла

	соединение по IUPAC. К какому классу ПАВ оно относится?	
Правильный ответ (ключ):  1. 2. N-гексадецилпиридиний бромид 3. Катионное ПАВ		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла

ПК-2, Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	Точка (температура) Крафта – это температура, при которой ККМ равна растворимости. Ниже этой точки растворимость ПАВ слишком мала для мицеллообразования. Выше, как правило с увеличением температуры, растворимость значительно возрастает.	Что такое точка Крафта?	1 балл за правильный ответ
2	Солюбилизация – явление резкого повышения растворимости ПАВ.	Что такое солюбилизация?	1 балл за правильный ответ

	мости в воде малополярных органических соединений в присутствии ПАВ.		
3	Мицеллы – организованные агрегаты большого числа молекул ПАВ	Что такое мицеллы?	1 балл за правильный ответ
4	В	В каком диапазоне концентраций лежат значения ККМ для большинства ПАВ? А. 1-10 моль/л Б. 0,1-1 моль/л В. 10 ⁻² -10 ⁻⁵ моль/л Г. 10 ⁻⁶ -10 ⁻⁹ моль/л	1 балл за правильный ответ
5	А	Додecilсульфат натрия это: А. АПАВ Б. КПАВ В. нПАВ Г. Амфотерное ПАВ	1 балл за правильный ответ
Задания открытого типа			
6	Приведите 3 фактора, влияющие на величину ККМ?		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Длина алкильной цепи в молекуле ПАВ 2. Величина заряда противоиона в молекуле ПАВ 3. Принадлежность ПАВ к классу неионогенных			1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
7	Назовите основные классификации ПАВ?		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. По молекулярной массе 2. По физическому состоянию 3. По заряду гидрофильных (ионогенных) групп			1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
8	Назовите практические аспекты применения солюбилизации		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. В текстильной промышленности для повышения растворимости красителей в воде			1 балл

2. В фармакологии		1 балл
3. В производстве полимеров путем эмульсионной полимеризации		1 балл
		Итого: 3 балла
9	Можно ли использование ПАВ при кислотно-основном титровании? Приведите пример.	3 балла
Правильный ответ (ключ):		2 балла
1. Использование ПАВ при кислотно-основном титровании основано на их солюбилизующем действии по отношению к водонерастворимым гидрофобным кислотам и основаниям и позволяет не только исключить применение органических растворителей, но и направленно изменять протолитические свойства титруемых веществ, способствуя улучшению избирательности реакций.		1 балл
2. Например, в присутствии ПАВ могут быть оттитрованы в водном растворе длинноцепочечные карбоновые кислоты (лауриловая, стеариновая, лаурилдикарбоновая).		Итого: 3 балла
10	Опишите механизм образования мицеллярных систем. Что такое мицеллы?	3 балла
Правильный ответ (ключ):		2 балла
1. Молекулы поверхностно-активных веществ содержат гидрофобную часть и полярную гидрофильную группу. При растворении ПАВ в воде происходит структурирование молекул воды вокруг неполярных углеводородных радикалов, что приводит к уменьшению энтропии системы.		1 балл
2. Мицеллы - это самопроизвольно организованные ассоциаты из молекул ПАВ		Итого: 3 балла

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
6.1. Рекомендуемая литература	
Основная:	
1. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах [Электронный ресурс] / К. Холмберг [и др.]. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 531 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/135520	
2. Неудачина Л. К. Применение поверхностно-активных веществ в анализе : учебное пособие / Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. - 76 с. – Режим доступа:	

Дополнительная:

1. Заббаров Р. Р. Основные продукты нефтехимического синтеза для получения поверхностно-активных веществ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Р. Заббаров. - Казань : КНИТУ, 2017. - 92 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Химия. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/138531>
2. Чернова, Р. К. Определение органических аналитов в растворах ПАВ : ионные и мицеллярные эффекты / Р. К. Чернова, С. Ю. Доронин. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2017. - 200 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83569.html>
3. Применение поверхностно-активных веществ в процессах подготовки и транспортировки нефти [Электронный ресурс] / Н. Ю. Башкирцева [и др.]. - Казань : КНИТУ, 2016. - 168 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101888>

4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

№п.п .	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
3.	Раздел IV Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Разработаны фонды оценочных средств по каждой компетенции	Протокол №1 от 31.08.22г. заседания ученого совета химико-технологического факультета