

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО "ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.ГАМЗАТОВА"**

Кафедра химии



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В. МОДУЛЬ «ЧАСТЬ, ФОРМИРУЕМАЯ УЧАСТНИКАМИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ»
Б1.В.03. СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки - 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) – «Технологии химического образования»

Квалификация выпускника: Магистр

Форма и сроки обучения – очная (2 года), заочная (2 года 6 месяцев)

Год приема – 2025

Форма обучения	Се-местр	Трудо-емкость	Виды учебной работы					СРС	Форма аттеста-ции
			Лек-ции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Проме-жуточный кон-троль			
очная	4	108	14	16			78	Зачет	
заочная	4	108	6	6			96	Зачет	

Махачкала, 2025

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения дисциплины «Современные нанотехнологии» является формирование базовых знаний и основных понятий химических систем и технологий, представлений о фундаментальных законах и основных методах нанотехнологии, необходимых в познании низкоуровневых химических процессов и явлений, а также подготовка высококвалифицированных химиков, способных освещать в курсе химии на уровне современного состояния химической науки и промышленности.

Код компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-8	Способен проектировать педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний и результатов исследований	ОПК 8.1 Знает: особенности педагогической деятельности; требования к субъектам педагогической деятельности; результаты научных исследований в сфере педагогической деятельности ОПК 8.2 Умеет: использовать современные специальные научные знания и результаты исследований для выбора методов в педагогической деятельности ОПК 8.3 Владеет: методами, формами и средствами педагогической деятельности; осуществляет их выбор в зависимости от контекста профессиональной деятельности с учетом результатов научных исследований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.03 «Современные нанотехнологии» входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) для подготовки магистрантов по направлению 44.04.01 – «Педагогическое образование», профиль подготовки – «Технологии химического образования».

Дисциплина Б1.В.03 «Современные нанотехнологии» базируется на компетенциях, знаниях и умениях, сформированных в ходе изучения дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органический синтез», «Химия и химические технологии», «Прикладная химия».

Компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплины необходимы для освоения содержания дисциплин «Проектная деятельность по химии», «Управление системой непрерывного химического образования», «Современные проблемы материаловедения», «Перспективные неорганические материалы», «Основы обратимого аккумулирования тепла», «Химические источники тока», выполнения заданий (учебной, производственной практик, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы).

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин общая и неорганическая химия, физико-химические методы анализа, физическая химия, органическая химия, топология сложных систем прикладная химия, перспективные неорганические материалы, неорга-

нический синтез, органический синтез, химия природных богатств Дагестана и служит основой для выполнения НИР.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Дисциплина направлена на формирование следующего компетенция у выпускника: ОПК-8.

В результате изучения модуля обучающиеся должны:

Код компетенции	Знает	Умеет	Владеет
ОПК-8.	Современную методологию педагогического проектирования; содержание и результаты исследований в области педагогического проектирования.	Определять цель и задачи проектирования педагогической деятельности исходя из условий педагогической ситуации; разрабатывать педагогический проект для решения заданной педагогической проблемы на основе современных научных знаний и материалов педагогических исследований.	Навыками проектирования педагогической деятельности на основе специальных научных знаний и результатов исследований.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Дисциплина изучается в 4 семестре.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		№4	№2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108	108	
1. Контактная работа:			
лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	14	14	
практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	16	16	
лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)			
курсовое проектирование			
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем			
2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)	78	78	
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену (зачету)			
Вид промежуточного контроля:		зачёт	

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		№4	№2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108	
1. Контактная работа:			
лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	6	6	
практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	6	6	
лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)			
курсовое проектирование			
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем			
2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)	96	96	
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену (зачету)			
Вид промежуточного контроля:		зачёт	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах	Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)			
			Лек/ пр. подг. ¹	Лаб / пр. подг.	Пр/ пр. подг.	СР
1	Наноматериалы. Нанотехнология	12	2		2	8
2	Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки	10	2/2		2	6
3	Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки	28	4/2		4/2	20
4	Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки.	28	2		4/2	22
5	Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке	15	2		2	11
6	Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке	15	2/2		2/2	11

¹ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВКУ

	<i>Курсовое проектирование</i>	X				-
	<i>Консультация к экзамену</i>	X				-
	<i>Подготовка к экзамену (зачету)</i>					X
	Итого:	108	14/6		16/6	78

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах	Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)			
			Лек/ пр.подг.	Лаб / пр.подг.	Пр/ пр.подг.	СР
1	Наноматериалы. Нанотехнология	12	2			10
2	Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки	10			2	8
3	Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки	28	2		2	24
4	Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки.	28	2		2	24
5	Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке	15				15
6	Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке	15				15
	<i>Курсовое проектирование</i>	X				-
	<i>Консультация к экзамену</i>	X				-
	<i>Подготовка к экзамену (зачету)</i>					X
	Итого:	108	6		6	96

5.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Наноматериалы. Нанотехнология

Введение и терминология. Основные этапы развития нанотехнологий. Особенности поведения объектов наномира. Примеры наноматериалов и 4 наноустройств. Примеры нанотехнологических процессов: нанопечатная литография, литографически индуцированная самосборка. Обзор учебно-научной литературы по проблемам нанотехнологий.

Тема 2. Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки

Фуллерены Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация. Аллотропные формы углерода: фуллерены, нанотрубки. История открытия фуллеренов, связь с астрофизическими исследованиями. Структура фуллеренов C₆₀ и C₇₀ : геометрия, тип связей, формула Эйлера. Другие кластеры углерода. Методы синтеза и очистки фуллеренов. Основные физико-химические свойства фуллеренов. Соединения на основе фуллеренов: фуллероиды, фуллериты, фуллериды, интеркаллированные и эндодральные структуры. Области применения фуллеренов. Нанотрубки Структура одностенных нанотрубок, индексы хиральности, основные типы хиральности. Архитипичные нанотрубки. Структура многослойных нанотрубок: трубки типа свиток, коаксиально вложенные нанотрубки, канаты из нанотрубок. Влияние дефектов в структуре нанотрубок на геометрию и проводимость нанотрубок. Получение нанотрубок. Методы дугового разряда, лазерного испарения, осаждения из газовой фазы. Возможности методов по синтезу однослойных и многослойных нанотрубок. Стадии очистки нанотрубок. Основные механические, электрические и магнитные свойства нанотрубок. Применение нанотрубок. Другие углеродные наноструктуры, углеродные нанолуковицы. Нанотрубки других материалов: дисульфид вольфрама, хризотил.

Тема 3. Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки

Нанокристаллические материалы. Классификация твердых тел по агрегатному состоянию: моно- и поликристаллические материалы, аморфные материалы. Нанокристаллическое состояние как переход от аморфного состояния к поликристаллическому. Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллических материалах. Методы получения нанокристаллических материалов. Осаждение из газовой и жидкой фазы. Быстрое отвердевание из расплава. Интенсивные пластические деформации. Рекристаллизация из аморфного состояния. Преимущества и недостатки различных методик. 5 Основные физические свойства нанокристаллических материалов: механическая прочность и пластичность, диффузионные свойства. Метастабильность нанокристаллического состояния. Основные применения нанокристаллических материалов.

Нанокompозиты, нанопористые материалы Композиты: от алхимии к современным нанотехнологиям. Молекулярные композиты, «умные» полимерные материалы. Свойства нанокompозитов. Полимерные нанокompозит. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты с сетчатой структурой. Нанокompозиты, содержащие металлы или полупроводники. Полимеры, модифицированные углеродными нанотрубками. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Получение и применение нанокompозитов. Нанопористые материалы. Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов. Пористый кремний.

Тема 4. Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки.

Технологический процесс фотолитографии. Резисты. Фотошаблоны. Экспозиция. Разрешение фотолитографии. Эволюция методов фотолитографии. Современная фотолитография. Литография в области глубокого УФ, рентгеновская и электронная литография. Электронная литография с прямой записью электронным пучком. Нанолитография. Оптические методы нанолитографии. Нанолитография с помощью СЗМ. Наноимпринт литография.

Тема 5. Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке

Сканирующая туннельная микроскопия Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа: туннельный сенсор, режимы постоянного тока и постоянной высоты. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии. Основные типы сканеров, применяемых в сканирующем зондовом микроскопе. Используемые свойства пьезокерамики, триподные, трубчатые и гибридные сканеры. Основные типы кантилеверов, используемых в контактном и бесконтактном режимах атомно-силовой микроскопии. Параметры, влияющие на качество получаемых изображений. 5.2. Атомно-силовая и рентгеновская фотоэлектронная микроскопии 6 Устройство и принцип действия сканирующего атомно-силового микроскопа: оптический силовой сенсор, силы межатомного взаимодействия, диапазоны сил при работе в контактном и бесконтактном режимах. Назначение и принципы работы обратной связи. Рентгеновская фотоэлектронная микроскопия.

Тема 6. Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке

Нанобумага, которая по прочности не уступает чугуну. Негорючая нанобумага из титана. Нанобумага, на которой можно писать без чернил. Нанобумага хранит электричество. Нанобумага из нанотрубок. Нанобумага способна остановить пулю. За нанобумагой будущее электроники. Молекулярная бумага. Упаковочные наноматериалы. Нанопакетирование с улучшенными барьерными свойствами. Нанотехнологии в упаковке: нанокапсулы для лекарств и ядов, клатраты профессора Яковлева. Упаковка с высоким уровнем защиты. Использование нанотехнологий для производства бумаги и картона. Наноструктурированные краски и чернила. Нанопринтер.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы обучающихся
1	Наноматериалы. Нанотехнология	Подготовка и защита рефератов, докладов, презентации, подготовка к лекции, семинарскому занятию, составление кейс-заданий, составление блок-схем и т.д.
2	Перспективные углеродные нанострук-	Подготовка и защита рефератов, докладов,

	туры для полиграфии и упаковки	презентации, подготовка к лекции, семинарскому занятию, составление кейс-заданий, составление блок-схем и т.д.
3	Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки	Подготовка и защита рефератов, докладов, презентации, подготовка к лекции, семинарскому занятию, составление кейс-заданий, составление блок-схем и т.д.
4	Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки.	Подготовка и защита рефератов, докладов, презентации, подготовка к лекции, семинарскому занятию, составление кейс-заданий, составление блок-схем и т.д.
5	Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке	Подготовка и защита рефератов, докладов, презентации, подготовка к лекции, семинарскому занятию, составление кейс-заданий, составление блок-схем и т.д.
6	Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке	Подготовка и защита рефератов, докладов, презентации, подготовка к лекции, семинарскому занятию, составление кейс-заданий, составление блок-схем и т.д.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Средства текущего контроля успеваемости	Перечень компетенций
1	Наноматериалы. Нанотехнология	Лабораторная работа, семинарское занятие, реферат, контрольные срезы, допуск и отчет по лабораторной работе	ОПК-8
2	Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки	Лабораторная работа, семинарское занятие, реферат, контрольные срезы, допуск и отчет по лабораторной работе	ОПК-8
3	Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки	Лабораторная работа, семинарское занятие, реферат, контрольные срезы, допуск и отчет по лабораторной работе	ОПК-8
4	Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки.	Лабораторная работа, семинарское занятие, реферат, контрольные срезы, допуск и отчет по лабораторной работе	ОПК-8
5	Перспективность использования сканирующей зондовой микро-	Лабораторная работа, семинарское занятие, реферат, контрольные срезы,	ОПК-8

	скопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке	допуск и отчет по лабораторной работы	
6	Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке	Лабораторная работа, семинарское занятие, реферат, контрольные срезы, допуск и отчет по лабораторной работы	ОПК-8

Данные для учета успеваемости магистров в БРС

Программа оценивания учебной деятельности магистра. Лекции - от 0 до 14 баллов

Оценивается посещаемость, активность при прослушивании лекции в виде вопросов (от 0 до 1 баллов). Итого - (14 лекций x 1 баллу) =14 баллов.

Лабораторные/практические занятия.

Оценивается самостоятельность при выполнении работы, правильность выполнения заданий, уровень подготовки к занятиям и активность участия в дискуссии, дополнительные знания по смежным предметам (от 0 до 2 баллов за занятие).

Самостоятельная работа включает выполнение опережающих заданий, подготовку к аудиторным занятиям, составление и изложение конспектов по темам, предлагаемым для самостоятельной проработки. За каждый конспект магистр может получить от 0 до 2 баллов (5 конспектов x 2 балла =10 баллов).

Промежуточная аттестация

15 - 20 баллов - ответ на «отлично»;

9 - 14 баллов - ответ на «хорошо»;

5 - 8 баллов - ответ на «удовлетворительно»;

0 - 4 баллов - ответ на «неудовлетворительно».

Таблица пересчета полученной магистром суммы баллов по дисциплине в зачет:

<i>51 балл и более</i>	<i>«зачтено»</i>
<i>Менее 51 балла</i>	<i>«не зачтено»</i>

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности магистра за семестр по дисциплине составляет 100 баллов.

Пересчет полученной магистром суммы баллов по дисциплине в оценку (экзамен):

<i>85-100 баллов</i>	<i>«отлично»</i>
<i>70 - 84 балла</i>	<i>«хорошо»</i>
<i>51 – 69 баллов</i>	<i>«удовлетворительно»</i>
<i>0 - 50 баллов</i>	<i>«неудовлетворительно»</i>

7.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации Семестр – 4; форма аттестации – зачёт.

Перечень тем для самостоятельной работы

и подготовки проектов, рефератов, докладов, эссе, интеллектуальных игр

- Методика и практика нанотехнологии. Прикладные вопросы.
- Классификация наноматериалов.
- Современные проблемы получения наноматериалов.
- Применение наноматериалов в медицине.
- Типы наноматериалов и их синтез.
- История развития нанохимической технологии.
- Принципы рационального использования наноматериалов.
- Безотходная нанотехнология.
- Катализ в нанохимической технологии.
- Нанопроизводство в металлургии.
- Нанобиотехнологии.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Тематика практических работ дана в разделе 5.

Вариант заданий для практических работ:

-проанализировать лекционный материал по теме и дополнить ее согласно дополнительным вопросам и заданиям, полученным от ведущего преподавателя;

-подготовить одно из творческих или НИР, в том числе проект, реферат, доклад, эссе, игру (по выбору и желанию студента).

Вопросы тестовых заданий для проведения текущего контроля

Приведённый ниже перечень контрольных вопросов используется в качестве вопросов при подготовке обучающихся к выполнению задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, а также в качестве вопросов билетов на зачете.

Примерные вопросы задания для контрольной работы

1. Основные этапы развития нанотехнологий.
2. Развитие нанотехнологий в России.
3. Особенности объектов наномира.
4. Два основных принципа получения наночастиц и наноструктур.
5. Химические и физические методы получения наночастиц и наноструктур.
6. Основные области применения наноматериалов и нанотехнологий.
7. Нанокремниевые материалы: усы, углеродные волокна, стеклообразный углерод.
8. Фуллерены: геометрия и структура фуллерена C₆₀..
9. Фуллерен C₇₀. и другие кластеры фуллеренов.
10. Димеры и полимеры фуллеренов.
11. Некоторые свойства фуллерена C₆₀..
12. Фуллероиды. Химические свойства фуллеренов.

13. Гиперфуллерены. Гетерофуллерены.
14. Методы получения фуллеренов. Получение фуллеренов термическим разложением графита
15. Методы очистки и детектирования фуллеренов.
16. Методы получения малых и высших фуллеренов.
17. Интеркалированные соединения фуллеренов Фуллериды C₆₀.
18. Сверхпроводимость фуллеридов.
19. Сферы применения фуллеренов и фуллеренсодержащих смесей.
20. Неорганический «фуллерен».
21. Нанотрубки. Структура и дефекты углеродных нанотрубок. Хиральность УНТ.
22. Многослойные углеродные нанотрубки. Химически модифицированные УНТ.
23. Методы получения нанотрубок: дуговой разряд, лазерное распыление, осаждение из газовой фазы.
24. Стадии очистки углеродных нанотрубок.
25. Механические, электрические, оптические, эмиссионные и другие свойства УНТ.
26. УНТ как квантовые резисторы. Баллистическая проводимость УНТ.
27. Сверхпроводимость в нанотрубках.
28. Возможные сферы применения нанотрубок.
29. Применение наноматериалов в качестве конструкционных и инструментальных материалов.
30. Применение наноматериалов в производственных технологиях в качестве износостойких материалов.
31. Применение наноматериалов в электронной технике.
32. Применение наноматериалов для защиты материалов.
33. Ограничения в использовании наноматериалов.
34. Классификации твердых тел, структура нанокристаллических материалов (НКМ).
35. Проявление размерных эффектов в НКМ.
36. Проблема стабильности НКМ.
37. Свойства НКМ: прочность и суперпластичность НКМ.
38. Получение НКМ осаждением из газовой фазы, осаждением из жидкой фазы, быстрым отвердеванием из расплава, интенсивной деформацией, рекристаллизацией из аморфного состояния.
39. Композиционные материалы, классификация и особенности свойств.
40. Свойства нанокомпозитов.
41. Нанокомпозиты как катализаторы.
42. Полимерные нанокомпозиты, их определение и типы.
43. Барьерные свойства полимерных нанокомпозитов.
44. Слоистые полимерные нанокомпозиты.
45. Полимерные нанокомпозиты, содержащие металлы или полупроводники.

46. Полимеры и углеродные нанотрубки.
47. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена.
48. Получение нанокompозитов.
49. Нанопористые материалы.

Примерные вопросы задания для зачета

1. Эра нанотехнологий, суть молекулярных нанотехнологий.
2. Нанороботы нанофабрики и проблемы их создания
3. Успехи в создании наноустройств: шагающий наноробот, молекулярный тормоз для наномашин, молекулярный «процессор», управляемая ДНК-машина, молекулярный автомобиль, молекулярный автомобиль с мотором, маркированный молекулярный автомобиль с мотором, двигатели для нанороботов, детектор молекул
4. Перспективы молекулярных нанотехнологий в медицине, в геронтологии, в промышленности, в сельском хозяйстве, в биологии, в экологии, в освоении космоса, в кибернетике.
5. Фотолитография, её суть, этапы процесса фотолитографии, альтернативные способы фотолитографии. Фоторезист и фотошаблон. Соотношение Релея.
6. Нанолитография с помощью СЗМ: СТМ литография, АСМ анодно-окислительная литография, АСМ статическая литография – гравировка, АСМ динамическая литография – наночеканка, термохимическая АСМ-нанолитография .
7. Литография в области глубокого УФ.
8. Электронная (электронно-лучевая) литография.
9. Наноимпринт литография.
10. Нанопечатная литография.
11. Литография наносферами.
12. Оптическая нанолитография.
13. Атомная нанолитография.
14. Классификация методов сканирующей зондовой микроскопии.
15. Основы сканирующей зондовой микроскопии.
16. Источники искажений СЗМ микроскопии. Преимущества и недостатки сканирующей зондовой микроскопии.
17. Общие сведения о сканирующей туннельной микроскопии. Схема работы.
18. Общие сведения о туннельном токе.
19. Два режима работы СТМ.
20. Технические возможности сканирующего туннельного микроскопа.
21. Ограничения в использовании сканирующего туннельного микроскопа. Области использования СТМ.
22. Общие сведения и принцип действия атомно-силовой микроскопии.
23. АСМ кантилеверы.
24. Режимы сканирования в АСМ.
25. Нанография - новая технология цифровой печати.
26. Новая технология нанопечати - лучевая литография.

27. Использование нанотехнологий для производства бумаги и картона с улучшенными свойствами.
28. Нанотехнологии в полиграфическом оборудовании.
29. Нанотехнологии в упаковке.
30. Нанобумага и ее разновидности.
31. Электронная бумага.
32. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Правило Дюкло-Траубе.
33. Адсорбция на границе раздела фаз. Образование мономолекулярного слоя.
34. Наноструктурированная фотополимеризующаяся композиция.
35. Наноструктурированные пигменты.
36. Нанокраски для индустрии дизайна.
37. Наноэмульсии, их строение и применение для синтеза нанокластеров.
38. Нанокраска с наночастицами диоксида титана уничтожает микробов.
39. Нанокраска с частицами серебра с дезинфицирующими свойствами.
40. Нанокраска делает самолеты невидимыми для радара.

Тематика рефератов

Тема реферата, для каждого обучающегося утверждается преподавателем в индивидуальном порядке.

Цель написания реферата – привитие обучающемуся навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчётам, обзорам и статьям.

1. Солнечные батареи: используемые при производстве наноматериалы, технологии изготовления, включая печатные, основные проблемы производства и эксплуатации.

2. Транзисторы: используемые при производстве наноматериалы, технологии изготовления, включая печатные, основные проблемы производства и эксплуатации.

3. Фотонные кристаллы: получение, свойства, технологии нанесения, области и примеры применения в полиграфическом и упаковочном производстве.

4. Неорганические наночастицы: получение, свойства, области и примеры применения в полиграфическом и упаковочном производстве (в том числе при производстве печатных красок).

5. Функциональные упаковочные материалы с использованием наноматериалов и нанотехнологий: свойства, технологии изготовления и/или нанесения, включая печатные.

6. OLED: используемые для производства материалы и технологии изготовления, включая печатные.

7. Опалоподобные структуры: свойства, технологии получения, области применения в полиграфическом и упаковочном производстве.

8. Наноматериалы и технологии для изготовления защищенных от фальсификации полиграфических материалов.

9. Использование нанотехнологий для изготовления скрытой маркировки полиграфической и упаковочной продукции.

10. Сенсоры: используемые при производстве наноматериалы, технологии изготовления, включая печатные, основные проблемы производства и эксплуатации.

11. Наноматериалы и технологии для изготовления бактерицидных упаковочных материалов

12. Композитные наноматериалы в полиграфическом и упаковочном производстве

13. Супрамолекулярные ансамбли, разновидности, возможность использования в полиграфическом и упаковочном производстве

Тесты пишутся индивидуально, без консультаций во время проведения теста с преподавателем или с другими обучающимися. Преподавателю можно задать вопрос во время проведения теста в том случае, если есть неясности в вопросе теста.

Время выполнения заданий теста строго ограничено – обычно 30-40 минут, но вполне достаточно для спокойного ответа на все вопросы. Время окончания теста сообщается преподавателем до начала теста.

На каждый вопрос теста имеются четыре варианта ответов. Среди них есть правильные и неправильные ответы. Задача обучающегося найти правильные ответы. Вопросы теста подобраны таким образом, чтобы в каждом варианте были более простые и более сложные вопросы. Некоторые вопросы теста содержат не один правильный ответ. Положительным результатом ответа на такой вопрос является нахождение обучающимся всех правильных ответов. Если отмечены не все правильные ответы, или отмечены как правильный, так и неправильный ответ, то такой результат ответа на вопрос считается неправильным. Обучающийся может написать свои комментарии и дополнения к любому вопросу теста. Если при этом будет продемонстрировано хорошее знание сути вопроса, то такие дополнения являются основанием для добавления преподавателем дополнительных баллов к общей рейтинговой оценке за прохождение теста. Комментарии и дополнения не заменяют собой ответа на соответствующий вопрос теста.

7.3. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, описание критериев оценивания компетенций представляются в таблице

Код компетенции, индикаторы достижения	Уровни освоения компетенций			
	Продвинутый	Базовый	Пороговый	Не освоены компетенции

компетенции (ИДК)	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно» ²
	«зачтено»			«не зачтено»
ОПК-8	Знает на продвинутом уровне: Современную методологию педагогического проектирования; содержание и результаты исследований в области педагогического проектирования.	Знает на базовом уровне: Современную методологию педагогического проектирования; содержание и результаты исследований в области педагогического проектирования.	Знает на пороговом уровне: Современную методологию педагогического проектирования; содержание и результаты исследований в области педагогического проектирования.	Не знает: Современную методологию педагогического проектирования; содержание и результаты исследований в области педагогического проектирования.
	Умеет на продвинутом уровне: Определять цель и задачи проектирования педагогической деятельности исходя из условий педагогической ситуации; разрабатывать педагогический проект для решения заданной педагогической проблемы на основе современных научных знаний и материалов педагогических исследований.	Умеет на базовом уровне: Определять цель и задачи проектирования педагогической деятельности исходя из условий педагогической ситуации; разрабатывать педагогический проект для решения заданной педагогической проблемы на основе современных научных знаний и материалов педагогических исследований.	Умеет на пороговом уровне: Определять цель и задачи проектирования педагогической деятельности исходя из условий педагогической ситуации; разрабатывать педагогический проект для решения заданной педагогической проблемы на основе современных научных знаний и материалов педагогических исследований.	не умеет: Определять цель и задачи проектирования педагогической деятельности исходя из условий педагогической ситуации; разрабатывать педагогический проект для решения заданной педагогической проблемы на основе современных научных знаний и материалов педагогических исследований.
	Владеет на продвинутом уровне: Навыками проектирования педагогической деятельности на основе	Владеет на базовом уровне: Навыками проектирования педагогической дея-	Владеет на пороговом уровне: Навыками проектирования педагогической деятельности на	не владеет: Навыками проектирования педагогической деятельности

	специальных научных знаний и результатов исследований.	тельности на основе специальных научных знаний и результатов исследований.	основе специальных научных знаний и результатов исследований.	на основе специальных научных знаний и результатов исследований.
--	--	--	---	--

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

8.1. Перечень основной учебной литературы

1. Рогов В.А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии: учебник для студентов высших учеб. заведений, 2-е изд., пер.и доп. Юрайт, 2018, 190 с.
2. Воронов В.К. Ким Де Ч., Янюшкин А.С. Свойства и применение наноматериалов: учебник для студентов высших учеб. заведений, 5-е изд. 2018, 210 с. 11
3. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — М.: Машиностроение, 2007. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/802>

8.2. Перечень дополнительной учебной литературы

1. Васильева, Л.Ю. Некоторые проблемы нанотехнологий. Исследования и моделирование наноконструкций: учебное пособие / Л.Ю. Васильева, Соловьев, П.В., Романова Е.Ю.; М-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, МГУП. – М. : МГУП, 2009. – 114 с.
2. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии : учебник [Электронный ресурс] / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – Электрон. дан. – М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. – 400 с. – URL : <http://e.lanbook.com/book/66210>
3. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.Г. Морачевский. – 2-е изд., стер. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2015. – 160 с. – URL : <http://e.lanbook.com/book/64335>

8.3. Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека - elibrary.ru
2. Электронно-библиотечная система – ЭБС - iprbookshop.ru
3. Фундаментальная библиотека ДГПУ - <http://lib.dspu.ru>
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>

8.4 Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- программное обеспечение для проведения вебинаров, онлайн-консультаций, видеоконференций;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет.
- операционная система MS Windows.
- OpenOffice.

9. МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеется следующая материально-техническая база:

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- компьютеры с доступом в интернет.

2. Практические занятия:

- компьютерный класс;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

3. Самостоятельная работа магистров:

- подготовка презентаций по заданным Лекциям;
- подготовка реферата;
- доклады.

4. Прочее: наличие доступного для магистра выхода в Интернет.

Для выполнения исследований в лабораториях собраны и функционируют **экспериментальные установки**: 4- дифференциально-термического анализа (ДТА), 4- визуально-политермического метода (ВПА), 1- комплексная - дифференциально-сканирующего калориметрирования (ДСК) и термогравиметрического анализа (ТГА) (фирмы Нейч, Германия), изучения плотности, вязкости, электропроводности, РФА, стендовые установки для проведения лабораторных и полупромышленных испытаний образцов.

Все исследования обеспечены и **расходными материалами**, в том числе химреактивы, посуда, оборудование и т.п.

9.2.2. Интернет-ресурсы и ИКТ.

Многие установки автоматизированы и в институте имеется **5 компьютеров** с остальной оргтехникой, доступ к интернет-ресурсам для которых обеспечивается через индивидуальные модемы.

9.2.3. Учебно-методическое обеспечение.

В институте функционирует **научная библиотека** книжный фонд, кото-

рой по тематике научных направлений богат, а также периодические издания:

– журналы (неорганической, физической и прикладной химий, химия и химическая технология, расплавы, цветная металлургия, доклады АН, неорганические материалы и т.д.);

-материалы научных конференций;

-более 70 экземпляров диссертаций (кандидатских и докторских);

-более 160 экз. авторефератов диссертаций и множество других материалов.

9.2.4. Аудитории и лабораторные фонды.

В структуре института имеются следующие **помещения и лаборатории:**

- 1 конференц-зал;

-3 кабинета: №1- директора совмещенный с библиотекой, №4- заместителя директора совмещенный с лабораторией термического анализа, №6- аспирантская;

-3 лаборатории: №2 - физико-химического анализа, №3 -лаборатория рентгенофазового анализа, №5- термодинамики расплавов;

- 2 помещения: №7- кладовая, №8- склад химреактивов.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках курса «Современные нанотехнологии» предусмотрены следующие формы работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа магистров. Во время лекций магистр получает систематизированные научные знания о предмете «Современные нанотехнологии». Изучая и прорабатывая материал лекций, магистр должен повторить законспектированный материал и дополнить его по теме литературными данными, используя список предложенных в РПД источников. Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях, через формирование практических навыков работы с лабораторным оборудованием, предметами и материалами, с живыми объектами и фиксированными препаратами. Выполнение практических заданий является обязательным условием успешного освоения курса.

При подготовке к практическому занятию магистру необходимо повторить лекционный материал по заданной теме; изучить теоретический материал, рекомендованный преподавателем, проработать соответствующие разделы практикума; продумать ответы на контрольные вопросы. Важным элемен-

том обучения магистра является самостоятельная работа. Задачами самостоятельной работы является приобретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы на основании анализа текстов литературных источников и применения различных методов исследования; выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу. Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к текущему контролю знаний или промежуточной аттестации. Она включает проработку лекционного материала, а также изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

При самостоятельном изучении теоретической темы магистр, используя рекомендованные в РПД литературные источники и электронные ресурсы, должен ответить на контрольные вопросы или выполнить задания, предложенные преподавателем. В течение семестра проводится текущий контроль знаний и промежуточная аттестация магистров. Текущий контроль знаний магистров по дисциплине осуществляется на практических занятиях в форме письменных контрольных работ, тестов, практических заданий. Самостоятельная работа контролируется либо на лабораторных занятиях, либо в часы индивидуальных консультаций преподавателя.

Промежуточная аттестация осуществляется по завершению изучения дисциплины в форме экзамена. Для освоения обучающимися дисциплины и достижения запланированных результатов обучения, учебным планом предусмотрены лекционные и лабораторные занятия, учебно-ознакомительная практика, самостоятельная работа, подготовка и защита рефератов, электронных презентаций, по выполнению которых и даются рекомендации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение двух семестров, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе преподавателя. Данный вид контроля стимулирует у магистров стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Специфика обучения в вузе, в отличие от обучения в школе состоит в том, что в вузе решающее значение приобретает самостоятельная работа как одна из форм организации учебно-воспитательного процесса. Внутренняя установка магистра на самостоятельную работу делает его учебную и научную деятельность целеустремленным, активным и творческим процессом, насыщенным личностным смыслом обязательных достижений. Магистр, пользуясь программой, основной и дополнительной литературой, сам организует процесс познания. В этой ситуации преподаватель лишь опосредованно управляет его деятельностью.

Самостоятельная работа способствует сознательному усвоению, углублению и расширению теоретических знаний; формируются необходимые

профессиональные умения и навыки и совершенствуются имеющиеся; происходит более глубокое осмысление методов научного познания конкретной науки, овладение необходимыми умениями творческого познания;

Основными формами самостоятельной работы являются:

- конспектирование лекций и прочитанного источника;
- проработка материалов прослушанной лекции;
 - самостоятельное изучение программных вопросов, указанных преподавателем на лекциях и выполнение домашних заданий;
- формулирование тезисов;
- составление аннотаций и написание рецензий;
- обзор и обобщение литературы по интересующему вопросу;
- изучение научной литературы;
- подготовка к семинарским занятиям, зачетам и экзаменам;
- подготовка и защита реферата, электронных презентаций.

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся целесообразно ознакомиться с ее рабочей программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, а также с предлагаемым перечнем заданий.

Рекомендации по подготовке к аудиторным занятиям

Лекционные занятия

Умение сосредоточенно слушать лекции, активно воспринимать излагаемые сведения – это важнейшее условие освоения данной дисциплины. Каждая из лекций сопровождается компьютерной презентацией. Кроме того, в конце каждой лекции с целью создания условий для осмысления содержания лекционного материала обучающимся предлагается ответить на вопрос для размышления. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить материал. Поэтому в ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на самое важное и существенное в нем. Имеет смысл оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, замечания, дополнения. Целесообразно разработать собственную "маркографию" (значки, символы), сокращения слов.

Практические занятия

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом важно учитывать рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Важно также опираться на конспекты лекций. В ходе занятия важно внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы, активно участвовать в обсуждении изучаемых вопросов. В ходе своего выступления целесообразно использовать

как технические средства обучения, так и традиционные, то есть доску и мел (при необходимости).

Организация внеаудиторной деятельности обучающихся

Внеаудиторная деятельность обучающегося по данной дисциплине предполагает самостоятельный поиск информации, необходимой, во-первых, для выполнения заданий самостоятельной работы (инвариантной и вариативной частей) и, во-вторых, подготовку к текущей и промежуточной аттестации. Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у обучающегося умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий.

Подготовка к зачету (экзамену)

В процессе подготовки к зачету, обучающемуся рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы все виды работ и заданий, предусмотренные рабочей программой, были выполнены в срок. Основное в подготовке к зачету - это повторение всего материала учебной дисциплины. В дни подготовки к зачету необходимо избегать чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуя труд и отдых. При подготовке к сдаче зачета старайтесь весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени. При подготовке к зачету целесообразно повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, заданий, которые выносятся на зачет и содержащихся в данной программе.

11. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких магистров, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;

- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию института.

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие магистрам с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Автор рабочей программы дисциплины (модуля):

канд. хим. наук, доцент кафедры химии Расулов Абутдин Исамутдинович

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

«СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ»

(наименование дисциплины (модуля))

1. Цель освоения дисциплины (модуля): «Современные нанотехнологии» является формирование базовых знаний и основных понятий химических систем и технологий, представлений о фундаментальных законах и основных методах нанотехнологии, необходимых в познании низкоуровневых химических процессов и явлений, а также подготовка высококвалифицированных химиков, способных освещать в курсе химии на уровне современного состояния химической науки и промышленности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.03 «Современные нанотехнологии» входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) для подготовки магистрантов по направлению 44.04.01 – «Педагогическое образование», профиль подготовки – «Технологии химического образования».

3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля):

Перечисляются код и наименование компетенций, индикаторы достижения компетенций

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:
ОПК-8 Способен проектировать педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний и результатов исследований

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

5. Семестр: 4

6. Основные разделы дисциплины (модуля):

Нanomатериалы. Нанотехнология
Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки
Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки
Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки.
Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке
Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке

7. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:
зачет

8. Автор: канд. хим. наук, доцент кафедры химии Расулов Абутдин Исамутдинович