

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

 Ю.А. Очередко
«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
фундаментальной и прикладной химии

 Л.А. Джигола
«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Современные вопросы нанохимии и нанотехнологий»

Составитель

**Золотарева Н.В., доцент, к.т.н.,
доцент кафедры ХМ**

Согласовано с работодателями:

**Фидурова С.Н., заместитель начальника
отдела физико-химических исследований
ИТЦ «Газпром добыча Астрахань»,
Федорова И.В., начальник химико-
аналитического отдела испытательный
Центр филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»-
ЦЛАТИ по Астраханской области**

Направление подготовки / специальность

04.04.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) ОПОП

НЕФТЕХИМИЯ

Квалификация (степень)

Магистр

Форма обучения

очная

Год приема

2024

Курс

2

Семестр

4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью изучения дисциплины «Современные вопросы нанохимии и нанотехнологий» является ознакомить магистрантов с современными проблемами нанохимии и нанотехнологиями.

1.2. Задачи освоения дисциплины «Современные вопросы нанохимии и нанотехнологий»: изучить современные проблемы нанохимии и нанотехнологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Современные вопросы нанохимии и нанотехнологий» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 4 семестре. Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

Для успешного освоения дисциплины необходимо обладать следующими «входными» знаниями, умениями и навыками: физических основ термодинамики и кинетики процессов; объяснять механизм протекающих процессов, сформулировать задачи и предлагать пути решения; решение задач на скорость реакций, вычислять термодинамические функции.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- «Физическая химия»

Знания: представления об основных химических законах, описывающих химическое равновесие;

Умения: решать задачи по теме ступенчатой диссоциации в растворах;

Навыки: решения задач по термодинамике, кинетике химических реакций и каталитических процессов; обработка экспериментальных данных.

- «Физические методы исследования»

Знания: основные способы исследования состава и структуры веществ, их значение в химии, норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях;

Умения: применять знания математики и естественнонаучных дисциплин обработки и интерпретации результатов физических методов анализа;

Навыки: методами планирования, моделирования и обработки данных химического эксперимента, полученных физическими методами исследования.

- «Квантовая механика и квантовая химия»

Знания: основные физико-химические величины, постулатов квантовой механики, понятия об операторах и их свойствах;

Умения: вычислять энергетические характеристики молекул, ионов, формулировать выводы;

Навыки: практические навыки работы с комплексами вычислительных программ.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Преддипломная практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

б) профессиональных (ПК):

ПК-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
		Знать (1)	Уметь (1)	Владеть (1)
ПК-1	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	о наиболее актуальных направлениях научных исследований в развитии теоретической и экспериментальной нанохимии и нанотехнологии, научно-фундаментальные школы, направленные на синтез нанотрубок, развитие и продвижение нанотехнологий.	формировать и обрабатывать информацию с использованием специализированных баз данных о наиболее актуальных направлениях в развитии теоретической и экспериментальной нанохимии и нанотехнологий, проводить выбор метода расчета, согласно модели (микроскопическая, термодинамическая, квантово-статистическая, компьютерная, структурная и др.).	современными подходами, алгоритмами анализа и обработки литературных данных по тематике исследования, технологией проведения расчета физико-химических параметров углеродных нанотрубок, фуллеренов и ряда нанокластеров.
	ПК-1.2. Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	существующие открытые источники информации и специализированные базы данных	формулировать заключения и выводы по результатам анализа вычислительных и экспериментальных работ	техникой обработки вычислительных и экспериментальных данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108

Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	12
- занятия лекционного типа, в том числе:	6
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	6
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- консультация (предэкзаменационная)	-
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	96,00
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр(ы)	Зачёт – 4 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)
для очной формы обучения

[illegible]

Контроль промежуточной аттестации								-	Зачёт
ИТОГО за семестр:	6				6		96	108	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Разделы, темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1	
Раздел. 1 Классификация и методы получения нанокластеров	17	+	1
Раздел. 2 Физические методы исследования поверхности наноструктур	19	+	1
Раздел. 3 Проблемы нанохимии поверхности твердых тел (микроскопич. и термодинамич. аспекты)	19	+	1
Раздел. 4 Схемы построения кластерных моделей	17	+	1
Раздел. 5 Виды кластеров (углеродные, инертных газов и малых молекул, коллоидные и др.)	19	+	1
Раздел. 6 Оптические, электронные и магнитные свойства наностистем и наноматериалов	17	+	1
Итого	108		1

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Раздел. 1 Классификация и методы получения нанокластеров

Введение в нанотехнологию. Цели и задачи нанотехнологии. Физические и технологические проблемы и ограничения микроминиатюризации полупроводниковых устройств. Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Визуализация и контроль результатов нанотехнологий - обязательное условие для их реализации и развития.

Классификация и методы получения нанокластеров. Классификации, методы получения, стабилизации и исследования наноразмерных систем. Коллоидные лиофильные, лиофобные, твердофазные, супрамолекулярные нанокластеры. Фуллериты. Наноккомпозиты и наноструктурированные пленки. Углеродные нанотрубки. Проблемы устойчивости ультратонких частиц, термодинамика и кинетика гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.

Раздел. 2 Физические методы исследования поверхности наноструктур

Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевого испарения положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.

Дифракционные методы. Полевые методы. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая и магнитно-силовая микроскопия. Электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Ультрафиолетовая электронная спектроскопия. Электронная Оже-спектроскопия. Оптическая и колебательная спектроскопия. Мессбауэровская спектроскопия. Адсорбционная и эмиссионная МС. Радиоспектроскопические методы. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс.

Раздел. 3 Проблемы нанохимии поверхности твердых тел

Актуальные проблемы стабилизации и исследования наноразмерных систем: атомные слои, двумерные композиции, кластеры, ансамбли, островковые осадки, мембраны; проблемы устойчивости ультратонких частиц, термодинамика и кинетика гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Нанопористые неорганические материалы: углеродные наноструктуры, твердые электролиты и перспективы их применения. Наночастицы и полимерная химия. Спектрокинетический метод изучения образования, стабилизации и эволюции ансамблей наночастиц золота и серебра в присутствии мономеров и полимеров. Нанообъекты в технике. Бицидные свойства наночастиц серебра и золота. Явление биосорбции.

Раздел. 4 Схемы построения кластерных моделей

Схемы построения кластерных моделей и виды кластеров. Микроскопическая, термодинамическая модель кластера. Фрактальные модели кластеров. Модель диффузионно-лимитируемой агрегации. Оболочные модели кластера. Модель сверхоболочек металлических кластеров. Молекулярные лигандные кластеры. Безлигандные металлические кластеры. Углеродные кластеры. Кластеры инертных газов и малых молекул. Коллоидные кластеры и наноструктуры. Фуллериты и УНТ. Тонкие пленки. Супрамолекулярные нанокластеры.

Раздел. 5 Виды кластеров

Видовая характеристика углеродных, инертных газов и малых молекул, коллоидных кластеров. Теоретический анализ кластеров и нанометаллических частиц и их реакционной способности. Адсорбция и катализ на наночастицах. Квантово-химическое моделирование адсорбции ионов металлов, органических соединений на поверхности наноматериалов. Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные ионы на поверхности оксидов.

Раздел. 6 Оптические, электронные и магнитные свойства наносистем и наноматериалов

Размерные эффекты (зависимости работы выхода электрона и электросопротивления). Исследование металлических наночастиц оптическими методами. Магнитные свойства малых частиц. Магнитоадсорбционный и магнитокаталитический эффекты. Особенности свойств ультратонких частиц металлов I и VIII групп в виде островковых пленок, ультрадисперсных порошков, нанесенных катализаторов и коллоидных систем.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

Лабораторные занятия способствуют закреплению знаний, полученных студентами в ходе обучения и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного занятия преподаватель планирует 6-7 минут для

подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

При подготовке к лабораторным работам студентам отводится время на самостоятельную работу в объеме 96 часов, которая включает проработку лекционного курса, ознакомление с материалом, изложенным в учебниках, в открытых источниках информации и в специализированных базах данных, включая поисковую работу в интернете. Полезно использовать ресурс электронного образования Moodle (<https://moodle.asu.edu.ru/>) и/или общий почтовый ящик группы, на котором периодически обновляется информация о текущих заданиях и присутствует необходимый материал по курсу учебной дисциплины.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций также можно по электронной почте (zoloto.chem@mail.ru).

Готовясь к лабораторной работе, необходимо составить план-конспект своего выступления, отчета по работе. В ходе занятия внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы. Лабораторная работа направлена на получение навыков активного использования современных комплексов программ, вычислительных методов и расчетно-графических схем для имитационного моделирования наноструктурированных поверхностей. Студенты должны принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания изучаемой темы. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения, доску и мел. С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету акцентировать внимание на пройденном материале в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся:

1. Авдин В.В. Мембранные технологии и нанотехнологии для обеспечения экологической безопасности: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>
2. Агафонова Г. В. Наноматериалы и нанотехнологии / Г. В. Агафонова, Л. М. Гуревич; ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – 96 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия. Учебное пособие. 2-е изд. – М.: Издательство Московского ун-та, 2006. 336 с.
4. Шабатина Т.И. Нанохимия и наноматериалы: Учеб. пособие / Т. И. Шабатина, А. М. Голубев. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 63 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839652.html>

5. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий. / Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109888.html>
6. Глуховской Е.Г. Нанотехнологии на границах раздела / Глуховской Е.Г., Чернова Р.К., Беглецова Н.Н., Шинкаренко О.А., Селифонова Е.И., Цветкова О.Ю., Глуховская Е.В. – Саратов: Саратовский Источник, 2017. – 105 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>
7. Толстой В.П. Основы нанотехнологии ионного наслаивания. – СПб.: 2020. – 142 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся
для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Молекулярные лигандные и газовые безлигандные кластеры. Коллоидные лиофильные и лиофобные нанокластеры. Твердофазные и супрамолекулярные нанокластеры. Фуллериты. Наноккомпозиты. Наноструктурированные пленки. Углеродные нанотрубки.	16	«Круглый стол»
Дифракция медленных электронов. Дифракция быстрых отраженных электронов. Полевые методы. Полевой электронный микроскоп. Полевой ионный микроскоп. Рассеяние рентгеновского излучения на аморфных и частично упорядоченных системах. Метод малоуглового рассеяния. Методы рентгеновской спектроскопии поглощения. Электронная спектроскопия. Электронная Оже-спектроскопия. Оптическая и колебательная спектроскопия. Мессбауэровская спектроскопия. Радиоспектроскопические методы.	16	Имитационное моделирование, решение задач
Введение в квантовую теорию строения атомов и молекул. Атомные и молекулярные орбитали. Адсорбция и катализ на наночастицах. Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные ионы на поверхности оксидов. Характеристика поверхностных центров. Структура поверхности и межфазных границ. Рост нанокластеров в нанопорах вещества.	16	Вычислительный эксперимент: отчет
Фрактальные модели кластеров. Модель диффузионно-лимитируемой агрегации. Кластер – кластер агрегация.	16	«Круглый стол»
Молекулярные лигандные кластеры. Безлигандные металлические кластеры. Углеродные кластеры. Кластеры инертных газов и малых молекул. Кластерные реакции. Коллоидные кластеры и наноструктуры. Фуллериты и УНТ. Тонкие пленки. Супрамолекулярные нанокластеры. Особенности свойств ультрамалых частиц металлов, ультрадисперсных порошков и коллоидных систем.	16	Лабораторная работа «Имитационное моделирование»: отчет
Пористый кремний. Полупроводниковые наноструктуры. Электропроводимость одномерных, двумерных, трехмерных наноструктур. Размерные эффекты. Магнитные свойства малых частиц.	16	«Круглый стол»

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

Необходимым условием успешного усвоения дисциплины является систематический текущий контроль знаний студентов в течение двух семестров, который осуществляется в форме выполнения расчетных задач и постановки вычислительного эксперимента на ПК по основным модулям курса.

Методические указания по подготовке круглых столов

1. Наиболее важное значение в ходе подготовки к проведению круглого стола отводится выбору его темы. Тема должна не только отражать современные проблемные моменты теории и практики системы образования, но и быть интересной ее участникам. В этой связи студентам необходимо проанализировать все предложенные преподавателем темы и выбрать несколько тем на обсуждение студентам.
2. Необходимо изучить источники в научной литературе и периодической печати по выбранной проблеме. По желанию студенты могут скорректировать тему или дополнить ее, какими-то аспектами.
3. Далее, из числа желающих назначаются ответственные за основные доклады. Кроме того, при необходимости могут быть назначены и содокладчики.
4. На подготовку к круглому столу необходимо отводить не менее двух недель. Число докладов должно быть оптимальным (не более четырех), что позволяет не только заслушать результаты проведенных теоретических исследований студентами, но и обсудить их и сделать определенные выводы.

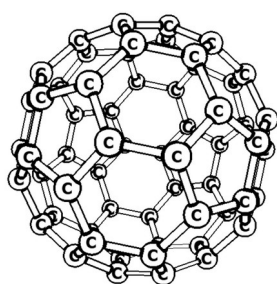
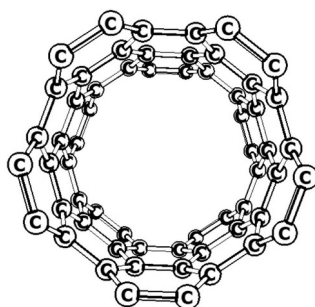
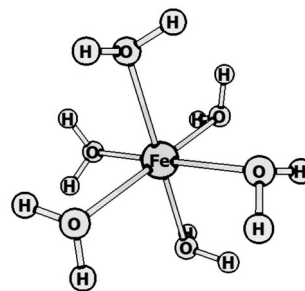
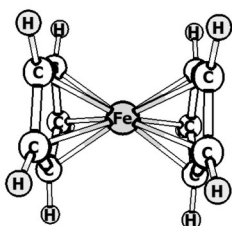
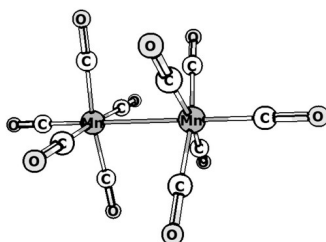
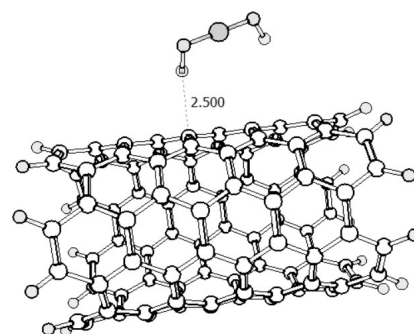
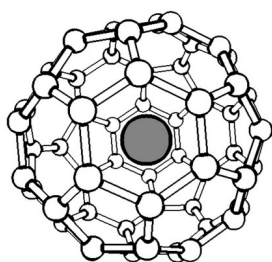
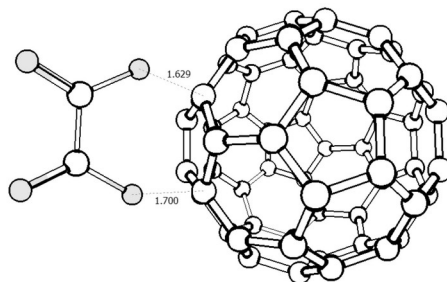
Методические указания при выполнении имитационного моделирования

1. Необходимо ознакомиться с открытыми источниками информации (профильными научными журналами): журнал «Российские нанотехнологии» (<https://sciencejournals.ru/journal/nano/>); журнал «Наногетерогенный катализ» (<http://nanohetcat.ips.ac.ru/>); журнал «Наноиндустрия» (<http://www.nanoindustry.su/>); журнал «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование» (<https://nano-journal.ru/>); экспресс-бюллетень «Перспективные технологии: сверхпроводники, фуллерены, наноструктуры» (<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>); журнал «Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов» (<https://physchemaspects.ru/>) и существующими специализированными базами данных в области нанохимии, химической технологии и нанотехнологии: Nano (<https://nano.nature.com/>); The Nanodatabase (<https://nanodb.dk/en/search-database/>); Nanowerk (<https://www.nanowerk.com/>).
2. Подготовить краткий аннотированный обзор по актуальности изучаемой темы (шрифт - Times New Roman, размер – 12, поля – верхнее : нижнее : левое : правое – 2:2:2:1 см, отступ красной строки – 1 см).
3. Ознакомиться с планом постановки вычислительного эксперимента. Изучить: алгоритм расчета, модель объекта исследования, программную реализацию. Добавить к аннотированному обзору описание и результаты вычислительного эксперимента.

Программное обеспечение, материалы и оборудование:

- пакет офисных программ: OpenOffice или Microsoft Office 2013;
- онлайн графические редакторы молекул: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/edit3/index.html>; <https://acetyl.ru/>; <https://molview.org/>; <http://avogadro.cc/>.
- онлайн генератор нанотрубок: <https://turin.nss.udel.edu/research/tubegenonline.html>.
- методические рекомендации по выполнению работы.

Объекты исследования (варианты):

 C_{60}  $@C_{n,m,k}(5,5,3)$  $Fe(H_2O)_6$  $Fe(C_5H_5)_2$  $Mn(CO)_{10}$  $Mg(OH)_2@C_{n,m,k}(5,5,5)$  $Na@C_{60}$  $(CO_2)_2@C_{60}$

4. Обработать полученные результаты, проанализировать данные вычислительного эксперимента и сформировать выводы по изучаемой теме. Докладить подготовленный отчет, обсудить полученные результаты.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине возможно применение в том числе электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (мини-опросы, компьютерное моделирование при реализации вычислительного практикума, разбор конкретных модельных ситуаций во внеурочной работе) с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

В рамках учебного курса предусмотрены открытые видеоконференции, лекции и мастер-классы с представителями других ВУЗов с целью получения новых умений в рамках изучаемой дисциплины.

6.1. Образовательные технологии

Освоение дисциплины предполагает использование как традиционных (лекции с использованием методических материалов), так и образовательных технологий с

использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: компьютерные презентации лекций; видеоматериалами по предложенной тематике; использование ресурса электронного образования Moodle; выполнение лабораторных работ с использованием ПК.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел. 1 Классификация и методы получения нанокластеров			
Фуллериты. Нанокompозиты. Наноструктурированные пленки. Углеродные нанотрубки	Интерактивные лекции	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
Раздел. 2 Физические методы исследования поверхности наноструктур			
Электронная спектроскопия. Электронная Оже-спектроскопия. Оптическая и колебательная спектроскопия. Мессбауэровская спектроскопия. Радиоспектроскопические методы.	Интерактивные лекции	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
Раздел. 3 Проблемы нанохимии поверхности твердых тел (микроскопич. и термодинамич. аспекты)			
Адсорбция и катализ на наночастицах. Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные ионы на поверхности оксидов.	Интерактивные лекции	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
Раздел. 4 Схемы построения кластерных моделей			
Фрактальные модели кластеров.	Интерактивные лекции	Не предусмотрено	Выполнение задания за ПК: подготовка отчета
Раздел. 5 Виды кластеров (углеродные, инертных газов и малых молекул, коллоидные и др.)			
Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные ионы на поверхности оксидов.	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Выполнение работы за ПК: подготовка отчета
Раздел. 6 Оптические, электронные и магнитные свойства наностистем и наноматериалов			
Магнитоадсорбционный и магнитокаталитический эффекты.	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Выполнение работы за ПК: подготовка отчета

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;

- использование возможностей электронной почты преподавателя (zoloto.chem@mail.ru);
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2013 – Пакет офисных программ.
2. OpenOffice – Пакет офисных программ.
2. Google Chrome – Браузер.
3. Notepad++ – Текстовый редактор.
4. Blender – Средство создания трехмерной компьютерной графики.
5. Scilab – Пакет прикладных математических программ.
6. MathCad 14 (Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается лёгкостью использования);
7. Платформа дистанционного обучения LMS Moodle – Виртуальная обучающая среда.

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com>
Имя пользователя: AstrGU
Пароль: AstrGU
2. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>
4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек <http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Современные вопросы нанохимии и нанотехнологий» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Классификация и методы получения нанокластеров	<i>ПК-1</i>	«Круглый стол»
Физические методы исследования поверхности наноструктур	<i>ПК-1</i>	Имитационное моделирование. Рейтинг. контр. раб.
Проблемы нанохимии поверхности твердых тел (микроскопич. и термодинамич. аспекты)	<i>ПК-1</i>	Вычислительный эксперимент: отчет
Схемы построения кластерных моделей	<i>ПК-1</i>	«Круглый стол»
Виды кластеров (углеродные, инертных газов и малых молекул, коллоидные и др.)	<i>ПК-1</i>	Имитационное моделирование
Оптические, электронные и магнитные свойства наностистем и наноматериалов	<i>ПК-1</i>	Собеседование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки,

«удовлетворительно»	испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Ниже приводятся типовые задачи и вопросы для самоконтроля, над которыми целесообразно работать при изучении основного материала, задания вычислительного практикума, типовой перечень вопросов к зачету.

Раздел. 1 «Классификация и методы получения нанокластеров»

Тема «Классификация и методы получения нанокластеров и наноразмерных систем»

1. Темы круглого стола

1. Перечислить и дать характеристику основным классам наноразмерных систем.
2. Нанотрубки, их свойства и использование в микроэлектронике.
3. Углеродные наноструктуры. История открытия, структура, возможности модифицирования, области применения.
4. Фуллерен. История открытия, структура, возможности модифицирования, области применения.
5. Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.
6. Супрамолекулярные структуры. Структуры с переходными металлами. Дендритные молекулы. Супрамолекулярные дендримеры. Возможности практического использования.
7. Наноструктурированные материалы. Основные методы получения и направления практического использования.
8. Биологические наноматериалы.
9. Пористые наноструктуры. Методы получения и возможности практического использования.

Раздел. 2 «Физические методы исследования поверхности наноструктур»

Тема «Физические методы исследования поверхности наноструктур»

1. Имитационное моделирование

Составить блок-схему проведения физического исследования поверхности наноструктур. Установите входные и выходные параметры имитационной модели. Приведите аннотированный обзор изучаемой темы.

1. Физические методы синтеза нанопорошков: метод электровзрыва.
2. Физические методы синтеза нанопорошков: механическое и ультразвуковое диспергирование.
3. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая и магнитно-силовая микроскопия: общая характеристика, аппаратная реализация, актуальные исследования.
4. Электронная спектроскопия: общая характеристика, аппаратная реализация, актуальные исследования.
5. Оптическая и колебательная спектроскопия: общая характеристика, аппаратная реализация, актуальные исследования.
6. Адсорбционная и эмиссионная МС: общая характеристика, аппаратная реализация, актуальные исследования.
7. Ядерный магнитный резонанс: общая характеристика, аппаратная реализация, актуальные исследования.
8. Электронный парамагнитный резонанс: общая характеристика, аппаратная реализация, актуальные исследования.

2. Типовая рейтинговая контрольная работа.

Вариант 1.

1. Приведите пример процесса, позволяющего получить наночастицы с использованием нисходящего подхода.
2. Сколько наночастиц состава Au_2O можно получить из 3 см^3 металла, если суммарный выход всех операций составляет 90%? Плотность золота равна $19,32 \text{ г/см}^3$
3. Какие методы можно использовать для получения нанопорошка оксида алюминия?
4. Дайте определение следующим терминам – нанотрубка, квантовая точка, комплементарность.
5. Объясните, почему перманганат калия нерастворим в бензоле, но может быть растворен в нем в присутствии краун-эфиров.

Вариант 2.

1. Приведите пример процесса, позволяющего получить наночастицы с использованием восходящего подхода.
2. Из какого объема металлического палладия можно получить $6,83 \cdot 10^{22}$ наночастиц, каждая из которых состоит из восьми атомов металла? Плотность палладия равна $12,02 \text{ г/см}^3$
3. Какие методы можно использовать для получения тонких пленок полупроводниковых материалов?
4. Дайте определение следующим терминам – туннельный эффект, графен, наночастица, кластер.
5. Приведите пример, иллюстрирующий в чем заключается принцип комплементарности.

Раздел 3. «Проблемы нанохимии поверхности твердых тел»

Тема «Актуальные проблемы стабилизации и исследования наноразмерных систем»

1. Темы вычислительного эксперимента.

Исследовать структуру и свойства модельной системы: а) атомные слои, б) двумерные композиции, в) кластеры, г) мембраны, д) углеродные наноструктуры. Вычислить координаты, структурные параметры. Приведите примеры существующих (изученных) модельных систем, свойства, синтез и практическое применение.

Раздел. 4 «Схемы построения кластерных моделей»

Тема 1 «Схемы построения кластерных моделей»

1. Темы круглого стола.

- 1) Микроскопическая, термодинамическая модель кластера.
- 2) Фрактальные модели кластеров.
- 3) Модель диффузионно-лимитируемой агрегации.
- 4) Оболочные модели кластера.
- 5) Модель сверхоболочек металлических кластеров.

Тема 2 «Виды кластеров»

1. Темы круглого стола.

- 1) Молекулярные лигандные и безлигандные металлические кластеры.
- 2) Углеродные кластеры.
- 3) Кластеры инертных газов и малых молекул.
- 4) Коллоидные кластеры и наноструктуры.
- 5) Фуллериты и УНТ.
- 6) Тонкие пленки.
- 7) Супрамолекулярные нанокластеры.

Раздел. 5 «Виды кластеров»

Тема «Анализ реакционной способности нанометаллических частиц и малых молекул: адсорбция и катализ»

1. Темы вычислительного эксперимента.

- а) С применением вычислительных методов оценить термодинамику процесса образования комплекса «Na – фуллерен».
- б) С применением вычислительных методов изучить механизм межмолекулярного взаимодействия CO с молекулой фуллерена.
- в) С применением вычислительных методов оценить энергетику процесса активации однослойной УНТ 10×10 путем взаимодействия с *n*-нитроанилином.

Результаты представить в форме отчета. Дать описание модельной схемы взаимодействия.

Раздел. 6 Физические свойства наносистем и наноматериалов

Тема «Вопросы изучения оптических, электронных и магнитных свойства наносистем»

1. Темы круглого стола.

1. Исследование металлических наночастиц.
2. Магнитные свойства малых частиц.
3. Магнитоадсорбционный и магнитокаталитический эффекты.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачёт

1. Основные классы наноразмерных систем.
2. Углеродные наноструктуры и фуллерен.
3. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы. Основные принципы приготовления квантовых наноструктур.
4. Нанoeлектроника как одно из направлений применения нанотехнологий.
5. Применение наноматериалов в медицине и биологии: хирургический и стоматологический инструментарий, диагностика, искусственные органы и ткани.
6. Применение наноструктур в химии и химической технологии. Адсорбция и катализ на наночастицах.
7. Газодиффузионное разделение газовых смесей с использованием пористых наноматериалов «молекулярных сит».
8. Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц и др.).
9. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.
10. Нанoeнергетика. Возможности использования нанотехнологий для создания топливных элементов и устройств для хранения энергии.
11. Нанотехнология. Основные технологические принципы: «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Механизмы самоорганизации.
12. Физические методы синтеза нанопорошков (метод электровзрыва, механическое и ультразвуковое диспергирование).
13. Физические методы исследования структуры и поверхности наноматериалов.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-1 – Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с				

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>химией науках</i>				
1.	Задание закрытого типа	Нановолокном называется любое волокно, независимо от его химической природы и методов получения, если оно по одному из размеров, т.е. по диаметру укладывается в шкалу: а) 10-100 нм б) 1-100 нм в) 1-10 нм г) 1-100 мкм	б	1
2.		Наночастицы и нанообъекты по размерному признаку делят на: а) Квази-нульмерные, квази-одномерные, двухмерные б) Одномерные, квази-двухмерные, объемные в) Одномерные, двухмерные, трехмерные г) Нульмерные, микромерные, фентомерные	а	1
3.		Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах это: а) Фуллерены б) Мезопоры в) Ассемблер г) Углеродные наночастицы	г	1
4.		Что такое фуллерен? а) Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине б) Углеродная нанотрубка в) Семейство шарообразных полых молекул общей формулы C_n г) Плоский лист графита мономолекулярной толщины	в	1
5.		Чем обуславливается применение цеолитов в качестве нанокатализаторов? а) Наличием множества каналов и полостей диаметром от 0,2 до 20 нм б) Наличием полостей диаметром от 1 до 100 нм в) Наличием микро-шероховатостей г) Отсутствие микро-шероховатостей	а	1
6.	Задание открытого типа	Составьте математическую модель реакции гидрирования этилена на никелевом катализаторе: $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$	Введем обозначение, где A соответствует реагенту (этилен), B – продукту реакции (этан), тогда c_A –	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			концентрация вещества A, c_B – концентрация вещества B. Концентрацию вещества водорода в газовой фазе можно считать постоянным множителем, который входит в константу скорости реакции k, поэтому в кинетической модели концентрация H_2 не записывается. Таким образом, общая схема реакции будет иметь вид: $A \rightarrow B$, а кинетическая модель данной реакции $\frac{dc_A}{dt} = -k \cdot c_A$ запишется Отрицательный знак свидетельствует о том, что вещество A расходуется в данной реакции. Константа скорости реакции вычисляется по закону Аррениуса: $k = A \cdot \exp(-E/RT)$ где A – предэкспоненциальный множитель; E – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная; T – температура. Используя закон сохранения массы: $c_A + c_B = 1(\text{const})$, концентрацию вещества B можно вычислить по формуле: $c_B = 1 - c_A$. Необходимо заметить, что для любой реакции первого порядка	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			кинетическая модель, а значит и математические методы исследования будут одинаковы.	
7.		Идея нанотехнологии «сверху–вниз», приведите примеры?	Нанотехнология типа «сверху вниз» ("top–down") - технология получения наноструктурированных материалов, в которой нанометровый размер частиц достигается с помощью измельчения более крупных частиц, порошков или зёрен твёрдого тела. При этом под измельчением понимают уменьшение начального размера частиц материала путем разрушения их под действием внешних усилий, преодолевающих внутренние силы сцепления	5-8
8.		Перечислите этапы процесса построения математической модели.	Большинство программ, реализующих математические модели, состоят из трех основных частей: препроцессора (подготовка и проверка исходных данных модели); процессора (решение задачи, реализация вычислительного эксперимента); постпроцессора (отображение полученных результатов). Соответственно, к основным этапам можно отнести: -формулировку	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			проблемы; -формализацию; -постановку целей и задач моделирования; -выбор численного аппарата и проведение вычислений и с последующим решением уравнений; -отладка и корректировка модели; -оценка точности и интерпретация полученных результатов; -встраивание подходящих решений в ранее созданные системы.	
9.		Идея нанотехнологии «снизу-вверх», приведите примеры?	Сборка создаваемой конструкции «bottom-up» осуществляется непосредственно из элементов «низшего порядка» (атомов, молекул, структурных фрагментов биологических клеток), располагаемых в требуемом порядке. Этот подход можно считать «обратным» по отношению к привычному методу миниатюризации «сверху-вниз», когда заведомо просто уменьшаются размеры деталей. Типичным примером подхода «снизу-вверх» может служить поштучная укладка атомов на кристаллической поверхности при помощи сканирующего туннельного микроскопа или других	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			устройств этого типа. Метод позволяет наносить друг на друга не только отдельные атомы, но и слои атомов.	
10.		Ниже приведен список онлайн открытых электронных ресурсов. Установите какая база данных решает кристаллографические задачи химии и опишите типовой протокол? а) ChemSpider - http://www.chemspider.com/ б) Chemical Synthesis - https://www.chemsynthesis.com/ в) Milk Composition Database - https://mcdab.ca/ г) Crystallography Open Database - http://www.crystallography.net/cod/ д) DrugBank - https://go.drugbank.com/	Crystallography Open Database это коллекция открытого доступа кристаллических структур органических, неорганических, металлоорганических соединений и минералов, кроме биополимеров. Типовой протокол содержит следующую информацию идентификационный номер и кристаллографическую решетку Браве с указанием структурных параметров - координат а, b, c и углов; объем ячейки; соотношение с пространственными группами симметрии Холла; ссылки на литературу. Необходимо отметить, что файл можно загрузить на компьютер и использовать его для дальнейших исследований	5-8
11.		Если наночастицы трудно увидеть и сложно получить, также, ими трудно манипулировать, то почему же ими так интересуются?	наночастицы имеют особые свойства	3-5

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов

обучения по дисциплине (модулю)

Методические материалы составляют систему текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, закрепляют виды и формы текущего контроля, сроки проведения, а также виды промежуточной аттестации по дисциплине, ее сроки и формы проведения. В системе контроля указывается процедура оценивания результатов обучения по данной дисциплине при использовании балльно-рейтинговой системы, показывается механизм получения оценки, основные положения БАРС, указывается система бонусов и штрафов, примерный набор дополнительных показателей.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ пп	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/ баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок (4 семестр)				
1	Посещение занятий	0.5 балла за занятие	6	по расписанию
2	Активность студента на занятии	0.5 балла за занятие		по расписанию
3	Участие в работе «Круглого стола»:			
3.1	полный ответ по вопросу	1 балл за занятие	6	по расписанию
3.2	дополнение	0.1 балла за занятие	4	
4	Выполнение вычислительной работы	6 баллов за работу	24	по расписанию
5	Выполнение контрольной работы	25 баллов за работу	50	по расписанию
Всего			90	-
Дополнительный блок				
6.	Зачет		10	по расписанию
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатели	Балл
Опоздание (более двух раз)	-2
Не готов(а) к практической части лабораторных занятий	-3
Нарушение учебной дисциплины	-2
Пропуск лекций без уважительной причины (за одно занятие)	-3
Пропуск лабораторного занятия без уважительной причины (за одно занятие)	-3
Нарушение правил техники безопасности	-2

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

дифференциальные (модули)		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Авдин В.В. Мембранные технологии и нанотехнологии для обеспечения экологической безопасности: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>
2. Агафонова Г. В. Наноматериалы и нанотехнологии / Г. В. Агафонова, Л. М. Гуревич; ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – 96 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия. Учебное пособие. 2-е изд. – М.: Издательство Московского ун-та, 2006. 336 с.
4. Шабатина Т.И. Нанохимия и наноматериалы : Учеб. пособие / Т. И. Шабатина, А. М. Голубев. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 63 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839652.html>
5. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий. / Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109888.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Колокольцев С.Н. Природные энергоносители и углеродные материалы: Состав и строение. Современная классификация. Технология: [учеб. пособие]. - 2-е изд. - М. : URSS (ЛЕНАНД), 2015. - 224 с.
2. Суздалев И.П. Нанотехнология Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов – М.: КомКнига, 2006. 592 с.
3. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии / пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. – М.: Техносфера, 2004. 328 с.; 2005. 336 с.
4. Глуховской Е.Г. Нанотехнологии на границах раздела / Глуховской Е.Г., Чернова Р.К., Беглецова Н.Н., Шинкаренко О.А., Селифонова Е.И., Цветкова О.Ю., Глуховская Е.В. – Саратов: Саратовский Источник, 2017. – 105 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>
5. Толстой В. П. Основы нанотехнологии ионного наслаивания. – СПб.: 2020. – 142 с. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com>
Имя пользователя: AstrGU
Пароль: AstrGU
2. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»

<https://library.asu.edu.ru/catalog/>

3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>

4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек <http://mars.arbicon.ru>

5. Электронная библиотечная система IPRbooks www.iprbookshop.ru

6. Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://book.ru>

7. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги» www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>

8. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» <https://biblio.asu.edu.ru> Учётная запись образовательного портала АГУ

9. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, оснащенную проекционным оборудованием, экраном, ЭВМ с презентационным ПО и компьютерный класс для проведения практических и семинарских работ. В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства – компьютерное, мультимедийное оборудование для проведения практических занятий.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и

т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).