

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Физхимия наноматериалов

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. (профессор) Верещагина Я.А. (Кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Jana.Vereschagina@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать классификацию и способы получения нанокластеров и наноструктур, их структуру и свойства; физические методы исследования наноструктур; сущность размерных эффектов в нанохимии; строение и превращение поверхности под действием адсорбции и катализа; термодинамику поверхности и поверхностные явления.

Должен уметь:

Уметь самостоятельно выбирать методы исследования нанообъектов; ориентироваться в современной литературе по физической химии нанокластеров, наноструктур и наноматериалов.

Должен владеть:

Владеть основами теории фундаментальных разделов химии.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знать классификацию и способы получения нанокластеров и наноструктур, их структуру и свойства; физические методы исследования наноструктур; сущность размерных эффектов в нанохимии; строение и превращение поверхности под действием адсорбции и катализа; термодинамику поверхности и поверхностные явления.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.09.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (Химия)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	Само- стоя- тель- ная ра- бота
1.	Тема 1. Основные понятия и термины нанонауки и нанохимии. Классификация и способы получения нанобъектов.	7	4	0	0	0	0	0	
2.	Тема 2. Методы исследования нанобъектов.	7	4	0	0	0	0	0	6
3.	Тема 3. Поверхностные явления и катализ. Кластерные модели и размерные эффекты.	7	10	2	0	0	0	0	
4.	Тема 4. Молекулярные кластеры. Углеродные наноструктуры: фуллерены, графен, нанотрубки.	7	12	6	0	0	0	0	
5.	Тема 5. Коллоидные, твердотельные, матричные и супрамолекулярные кластеры и наноструктуры. Биологические нанобъекты	7	8	4	0	0	0	0	10
6.	Тема 6. Вопросы безопасности нанотехнологий.	7	2	0	0	0	0	0	16
	Итого		40	12	0	0	0	0	32

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Основные понятия и термины нанонауки и нанохимии. Классификация и способы получения нанобъектов.

История и предпосылки возникновения, этапы развития. Основные понятия и термины нанонауки и нанохимии: нанотехнология, наночастица, кластер, наноструктура, наносистема, наноматериалы.

Историческая справка. Основные предпосылки возникновения наноструктур. Основные этапы возникновения наук, изучающих наноструктуры.

Классификация нанобъектов: нанокластеры, наночастицы, наноструктуры. Способы получения нанобъектов. Молекулярные кластеры металлов. Газовые безлигандные кластеры, источники получения и детектирование кластеров. Коллоидные кластеры. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры. Матричные нанокластеры. Супрамолекулярные наноструктуры. Кластерные кристаллы и фуллериты. Компактированные наносистемы и нанокompозиты. Тонкие наноструктурированные пленки. Углеродные нанотрубки.

### Тема 2. Методы исследования нанобъектов.

Дифракционные методы: дифракция электронов, рентгенография. Полевые методы: полевая электронная и полевая ионная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия: сканирующая туннельная, атомно-силовая и магнитно-силовая микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Электронная спектроскопия: рентгеновская фотоэлектронная, УФ электронная и электронная Оже-спектроскопия. Оптическая и колебательная спектроскопия. Мес-бауэровская спектроскопия. Радиоспектроскопия: ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс, микроволновая спектроскопия.

### Тема 3. Поверхностные явления и катализ. Кластерные модели и размерные эффекты.

Поверхность твердых тел. Поверхностные явления. Атомные и молекулярные орбитали. Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные атомы. Поверхность металлов и оксидов металлов, электронные и магнитные свойства. Поверхностные центры кислотного и основного типа. Явление адсорбции, примеры адсорбции. Катализ. Типы каталитических превращений.

Химический потенциал. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца. Термодинамика поверхности и поверхностей раздела. Термодинамика криволинейной поверхности. Структура поверхности и межфазных границ. Нуклеация и рост нанокластеров в нанопорах вещества и на основе твердотельных реакций.

Размерные эффекты в нанонауке и нанотехнологии, причины их возникновения, влияние размера частиц на физико-химические свойства вещества.

Микроскопическая модель. Термодинамическая модель. Квантово-статистическая модель. Компьютерные модели. Фрактальные модели. Оболочечные модели. Структурная модель.

Неэмпирические и полуэмпирические методы расчетов, их возможности, преимущества и ограничения. Моделирование структуры нанобъектов. Гибридные методы квантовой механики / молекулярной механики.

### Тема 4. Молекулярные кластеры. Углеродные наноструктуры: фуллерены, графен, нанотрубки.

Классификация кластеров: кластеры щелочных металлов, алюминия и ртути, металлов и оксидов металлов, кластеры переходных металлов, углеродные кластеры и фуллерены, ван-дер-ваальсовы кластеры. Взаимосвязь строения и электронных и магнитных свойств. Топологическое соответствие между строением кластерных соединений металлов и полиэдрических соединений неметаллов. Нейтральные и положительно заряженные кластеры инертных газов. Особенности строения и свойства кластеров инертных газов. Потенциал Леннарда-Джонса, моделирование основного состояния. Структура кластеров малых молекул. Примеры кластеров с ван-дер-ваальсовыми и водородными связями. Исследование электронной структуры, расчетные методы.

Углеродные кластеры. Особенности нанокластера. Фуллерены: открытие и получение, механизм образования, строение, физические и химические свойства. Эндоэдральные и экзоэдральные фуллерены. Фуллерены замещения. Применение фуллеренов. Графен: получение, структура и электронные свойства. Модификация графена. Применение графеновых структур.

Различные подходы, использующие возбужденное состояние кластера: теория РРК, теория промежуточного комплекса РРКМ. Модель РРК. Модель РРКМ и переходное состояние.

Фуллериты - организованные структуры на основе фуллеренов. Структура в твердом теле и жидкой фазе. Материалы на основе фуллеритов. Фуллериды. Углеродные нанотрубки: структура, получение. Одно- и многослойные трубки. Хиральность нанотрубок. Электронные свойства (электропроводимость, полевая электронная эмиссия) и применение.

### Тема 5. Коллоидные, твердотельные, матричные и супрамолекулярные кластеры и наноструктуры. Биологические нанобъекты

Коллоидные системы, образование и свойства. Формирование коллоидных наноструктур. Высокодисперсные системы: золи, лиофильные и лиофобные кластеры; мицеллы, типы мицелл; микроэмульсии. Организация и самоорганизация коллоидных структур. Оптические и электронные свойства коллоидных кластеров. Коллоидные кристаллы.

Способы получения нанокластеров и наноструктур: твердотельные химические реакции, механохимические реакции, ударно-волновой синтез, наноструктурирование под действием давления, кристаллизация аморфных структур, компактирование. Структурные особенности: дефекты и напряжения, фазовые переходы. Механические и тепловые свойства. Тонкие пленки.

Матричные и супрамолекулярные нанокластеры и наноструктуры. органические вещества как матрица для нанокластеров металлов и оксидов металлов. Макромолекулярные и супрамолекулярные наноструктуры. Биологические нанообъекты: нуклеиновые кислоты, белковые наночастицы, полипептиды; строение и свойства. Биополимеры.

#### **Тема 6. Вопросы безопасности нанотехнологий.**

Возможности и перспективы развития и применения нанонауки и нанотехнологий. Вопросы безопасности нанотехнологий. Оценка потенциальных рисков: воздействие наноматериалов на живые организмы в промышленности и повседневной жизни.

Проблемы лицензирования наноматериалов, причины регулирования использования наноматериалов.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ACS Nano - <http://pubs.acs.org/journal/ancac3>

<http://thesaurus.rusnano.com> - <http://thesaurus.rusnano.com>

<http://www.rusnano.com> - <http://www.rusnano.com>

Nature Nanotechnology Journal - <http://www.nature.com/nnano/index.html>

United Nations Environment Program - <http://www.unep.org>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий следует вести конспектирование учебного материала. Необходимо обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. 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. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.</p> <p>План - это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект. Конспект - это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.</li> <li>- Текстуальный конспект - это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника. .</li> <li>- Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.</li> <li>- Тематический конспект - составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).</li> </ul>



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>В процессе подготовки к занятиям при необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p> <p>Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.</p> <p>Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов.</p> <p>Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.</p> <p>В ходе подготовки к занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом требуется учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p> <p>Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p>
зачет	<ol style="list-style-type: none"> <li>Подготовка к зачету заключается в изучении и тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учётом учебников, лекционных и семинарских занятий, сгруппированном в виде контрольных вопросов.</li> <li>Зачет проводится в виде тестирования или по билетам. В случае проведения итогового тестирования ведущему преподавателю предоставляется право воспользоваться примерными заданиями или составить новые задания в полном соответствии с материалом учебной дисциплины.</li> <li>На зачет (в том числе и на итоговое тестирование) студент обязан предоставить: <ul style="list-style-type: none"> <li>- полный конспект лекций (даже в случаях разрешения свободного посещения учебных занятий);</li> <li>- полный конспект семинарских занятий;</li> <li>- реферат (рефераты) по указанной преподавателем тематике (в случае пропусков (по неуважительной или уважительной причине) в качестве отработки пропущенного материала);</li> <li>- конспекты дополнительной литературы по курсу (по желанию студента).</li> </ul> </li> <li>На зачете по билетам студент даёт ответы на вопросы билета после предварительной подготовки. Студенту предоставляется право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса, если затруднительно однозначно оценить ответ, если студент не может ответить на вопрос билета, если студент отсутствовал на занятиях в семестре.</li> <li>Качественной подготовкой к зачету является: <ul style="list-style-type: none"> <li>- полное знание всего учебного материала, выражающееся в строгом соответствии излагаемого студентом материалу учебника, лекций и семинарских занятий;</li> <li>- свободное оперирование материалом, выражающееся в выходе за пределы тематики конкретного вопроса с целью оптимально широкого освещения вопроса (свободным оперированием материалом не считается рассуждение на общие темы, не относящиеся к конкретно поставленному вопросу);</li> <li>- демонстрация знаний дополнительного материала;</li> <li>- чёткие правильные ответы на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменатором с целью выяснить объём знаний студента.</li> </ul> </li> </ol> <p>Неудовлетворительной подготовкой, вследствие которой студенту не зачитывается прохождение курса, является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточное знание всего учебного материала по курсу, выражающееся в слишком общем соответствии либо в отсутствии соответствия излагаемого студентом материалу учебника, лекций и семинарских занятий;</li> <li>- нечёткие ответы или отсутствие ответа на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменатором с целью выяснить объём знаний студента; – отсутствие подготовки к зачету или отказ студента от сдачи зачета.</li> </ul>



**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "Химия".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

#### Основная литература:

1. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий / Ю. И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 656 с. - ISBN 978-5-94275-662-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5793> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий : учебное пособие / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2291> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Верещагина, Я. А. Физическая химия наноматериалов: учебное пособие / Я. А. Верещагина. - Казань: Казанский университет, 2016. - 120 с. - Текст : электронный. - URL: [https://kpfu.ru//staff\\_files/F867215308/Ucheb\\_posobie\\_FHNM\\_elektronnoe.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F867215308/Ucheb_posobie_FHNM_elektronnoe.pdf) (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: открытый.
5. Наноструктуры в биомедицине / под редакцией К. Гонсалвес [и др.] ; перевод с английского С. А. Бусева [и др.]. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 538 с. - ISBN 978-5-00101-729-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135509> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 400 с. - ISBN 978-5-906828-26-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - Москва: ЛИБРОКОМ, 2013. - 589 с.
3. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие. - Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. - 236 с.
4. Сергеев Г.Б., Нанохимия: монография / Сергеев Г.Б. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Московского государственного университета, 2007. - 336 с. - ISBN 978-5-211-05372-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211053724.html> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.