

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Методы механохимии», включая  
оценочные материалы**

**1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)**

**1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-2 Способен самостоятельно проводить работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

**1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
УК-1	УК-1.4	Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации, выбирает методы критического анализа, адекватные проблемной ситуации, и определяет достоверность получаемой информации, разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на общий результат планируемой деятельности
ПК-2	ПК-2.2	Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок
ПК-2	ПК-2.3	Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

**1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)**

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – приобретение студентами знаний о механохимических методах получения наноматериалов, механизмах механохимических реакции, о перспективных областях применения механохимических методов.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

**знать:**

- классификацию методов механохимического получения наноматериалов, физико-химические основы механохимии;
- устройство и принцип работы основных приборов, используемых в механохимическом синтезе;

**уметь:**

- корректно рассчитывать физико-химические (кинетические и термодинамические) параметры проведения механохимических процессов
- формулировать технические требования к проведению механохимического синтеза и получаемым продуктам;

**владеть:**

- принципами проведения эксперимента и стандартными методиками механохимического получения наноматериалов;
- методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам механохимического получения наноматериалов.

**2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)**

**2.1. Объем дисциплины (модуля)**

Виды учебной работы	Формы обучения
	Очная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	3/108

<b>Контактная работа:</b>	72
Занятия лекционного типа	18
Занятия семинарского типа	54
<b>Консультации</b>	0
<b>Промежуточная аттестация:</b> зачет с оценкой	0
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	36

## 2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Механохимия и нанотехнология	8	0	24	0	0	0	16
2.	Методы анализа наноматериалов в процессах механоактивации. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимия в промышленности	10	0	30	0	0	0	20

#### Примечания:

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

## 2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

### Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Механохимия и нанотехнология	Механохимия твердого тела. История механохимии. Теории и модели в механохимии. Механическая активация. Термодинамика механохимии. Кинетика механохимических реакций. Основные факторы, влияющие на эффективность механоактивации. Технологические аспекты механоактивации. Потребление энергии при механоактивации. Загрязнения при механоактивации. Температурные воздействия. Агломерация и агрегация. Оборудование для механоактивации. Вибрационные мельницы. Планетарные мельницы. Миксерные мельницы. Аттриторы (шаровые мельницы).
2.	Методы анализа наноматериалов в процессах механоактивации. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимия в промышленности	Методы анализа и идентификации наноматериалов в механохимии. Инфракрасная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Сканирующая электронная спектроскопия. Сканирующая туннельная спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Трансмиссионная электронная микроскопия. Рентгеновская дифракция. Мессбауэровская спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимическое восстановление. Механохимическая переработка твердого вещества в жидкости. Измельчение и выщелачивание, механохимическое выщелачивание. Отдельные области применения механохимии. Переработка полезных ископаемых. Добывающая металлургия. Химическая инженерия. Угольная промышленность. Строительная промышленность. Агрокультура. Фармацевтика. Переработка отходов.

### Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Механохимия и нанотехнология	ПЗ	Расчет выбора шаров на размольный стакан и время измельчения в планетарном мельнице Механохимический синтез наночастиц оксида железа
2.	Методы анализа наноматериалов в процессах механоактивации. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимия в промышленности	ПЗ	Сухое и мокрое измельчение Измельчение при высоких температурах и давлений Механохимический синтез нанокompозитов оксида неодима-железа-бора

### Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Механохимия и нанотехнология	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
2.	Методы анализа наноматериалов в процессах механоактивации. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимия в промышленности	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа

### 3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

#### 3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Механохимия и нанотехнология	
2.	Методы анализа наноматериалов в процессах механоактивации. Механохимическая переработка твердого тела. Механохимия в промышленности	

#### 3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

##### Мини-тест

1. Механохимия - это раздел химии, который занимается химическими и физико-химическими изменениями веществ всех состояний агрегации под воздействием механической энергии» кем основано вышеупомянутое определение?

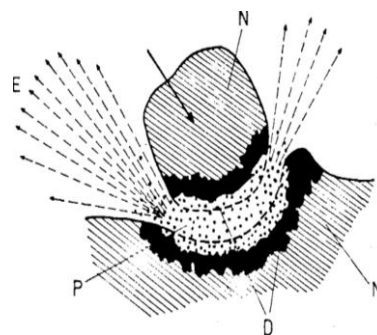
А) В.Ф. Освальдом, Б) А.Л. Лавуазье В) Г.Х. Эрстедом, Г) М. Фарадеем

2. Приведенный ниже рисунок соответствует:

- А) Теорию горячих точек  
Б) Магма-плазменная модели  
В) Сферической модели  
Г) Триболоминесценция

3. Механохимическая реакция между веществами протекает с образованием продуктов, если  $\Delta G < 0$  энергия Гиббса оценивается как

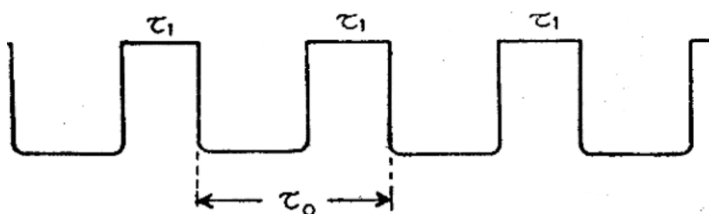
- А)  $\Delta G_{\text{реак}} = \Delta G_{\text{реак}}^0 + RT \ln a_{AB} / (a_A a_B)$   
Б)  $G_{\text{реак}} = \sum \Delta G_{\text{конечные продукты}} - \sum \Delta G_{\text{исходные продукты}}$   
В)  $\Delta G = G_T^* - G_T$



Г)  $\Delta G = \Delta G_1^* + \Delta G_2^*$ .

4. Приведенный ниже рисунок соответствует:

- А) Теорию горячих точек
- Б) Магма-плазменная модели
- В) Сферической модели
- Г) Импульсной модели



5. Укажите характерные особенности механохимических эффектов в кинетической модели?

- А) измельчение и помол
- Б) активация и дезактивация
- В) импульсное действие и локальный характер действия
- Г) возбуждения и расщепления связей

6. Приведенный ниже рисунок соответствует каким дефектам, возникающие при механической активации твердых?

- А) точечным
- Б) дислокацию
- В) границ зерна
- Г) аморфной области



7. Каким уравнением может быть описан процесс формирования новой площади поверхности?

- А)  $S_n = K_m x S_n$
- Б)  $S_n = K_m x S_n (1 - \alpha)(1 - \varepsilon \alpha)$
- В)  $S_n = K \left[ t - \frac{1}{k} (1 - e^{-kt}) \right]$
- Г)  $S_n = S_{nm} (1 - e^{-kt})$

8. Если кубическое твердое тело разбивается на более мелкие кубы, каждая из которых имеет 1/n стороны исходного куба, исходная длина края увеличивается ...

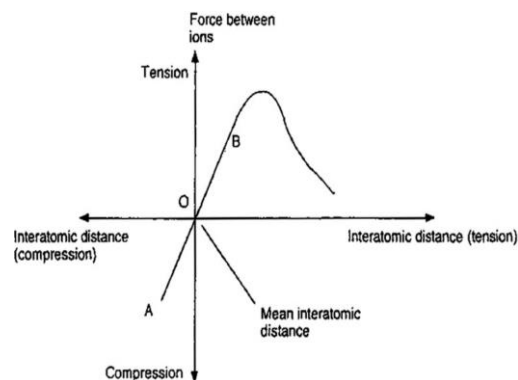
- А) n раз
- Б)  $n^2$  раз
- В)  $n^3$  раз
- Г)  $n^4$  раз

9. Приведенный ниже рисунки участок за пределами точки В соответствует ...

- А) область пластической деформации
- Б) Модулю Юнга материала
- В) без изменения состояний
- Г) возбуждения и расщепления связей

10. Для возбуждения и расщепления связей, удельная энергия разрушения для металлов составляет ...

- А)  $5 \text{ Джм}^{-2}$
- Б)  $50 \text{ Джм}^{-2}$
- В)  $500 \text{ Джм}^{-2}$
- Г)  $5000 \text{ Джм}^{-2}$



### 3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости Тестирование

Является одним из средств контроля знаний обучающихся по дисциплине (модулю).

*Критерии оценивания* – правильный ответ на вопрос

Оценка «отлично» ставится в случае, если правильно выполнено 90-100% заданий.

Оценка «хорошо» ставится, если правильно выполнено 70-89% заданий.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если правильно выполнено 50-69% заданий.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если правильно выполнено менее 50% заданий.

### 3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### 3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,</li> <li>- на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.</li> </ul>
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении продемонстрировал навыки</li> <li>- выделения главного,</li> <li>- связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
ХОРОШО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,</li> <li>- затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.</li> </ul>
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков,</li> <li>- выделения главного,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении;</li> <li>- показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- практически не способен сформулировать выводы и обобщения;</li> <li>- частично владеет системой понятий.</li> </ul>
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении продемонстрировал недостаточность навыков</li> <li>- выделения главного,</li> </ul>

		- изложения мыслей в логической последовательности, - связи теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

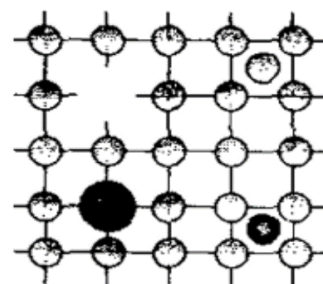
### 3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

- В чем основано модель теории горячих точек?
  - это процесс переноса энергии, приводящий к выравниванию концентрации, реализующийся благодаря перемещениям (скачкам) отдельных частиц (атомов, молекул...) на расстояния большие по сравнению с межатомными,
  - при процессах трения в течение  $10^{-4}$ – $10^{-3}$  с могут возникать температуры свыше 1000 К на поверхностях около  $1 \text{ мкм}^2$  и что они представляют собой важную причину механически инициируемых реакций.
  - большое количество энергии высвобождается в месте контакта сталкивающихся частиц. Эта энергия ответственна за формирование особого плазменного состояния, которое характеризуется испусканием довольно коротких временных фрагментов достаточно возбужденных фрагментов твердого вещества, электронов и фотонов,
  - что ударное напряжение сочетается с появлением разных видов. Это состояние ограничено очень маленькими пространствами и очень короткими временами и квалифицируется как трибоплазма
- В случае, когда система находится в равновесии  $\Delta G = 0$ . При механохимической реакции  $A_{\text{твер}} + B_{\text{твер}} = AB_{\text{твер}}$ , энергия Гиббса оценивается как
  - $\Delta G_{\text{реак}} = \Delta G_{\text{реак}}^0 + RT \ln a_{AB} / (a_A a_B)$
  - $G_{\text{реак}} = \sum \Delta G_{\text{конечные продукты}} - \sum \Delta G_{\text{исходные продукты}}$
  - $\Delta G = G_T^* - G_T$
  - $\Delta G = \Delta G_1^* + \Delta G_2^*$
- Кем впервые описан механохимическое восстановление в книге «О камнях или De Lapidibus», в котором дано предложение «родная киноварь натиралась уксусом в медной ступке с медным пестиком, дающим жидкий металл»?
  - Майкл Фарадей
  - Фрэнсис Бэкон
  - Георгиус Агрикола
  - Феофраст Эрезский
- Укажите характерные особенности механохимических эффектов в кинетической модели?
  - импульсное действие и локальный характер действия
  - активация и дезактивация
  - измельчение и помол
  - возбуждения и расщепления связей

5. Приведенный ниже рисунок соответствует каким дефектам, возникающие при механической активации твердых?

- А) аморфной области
- Б) дислокацию
- В) границ зерна
- Г) точечным



6. Скорость реакции в мельнице может быть оценена как

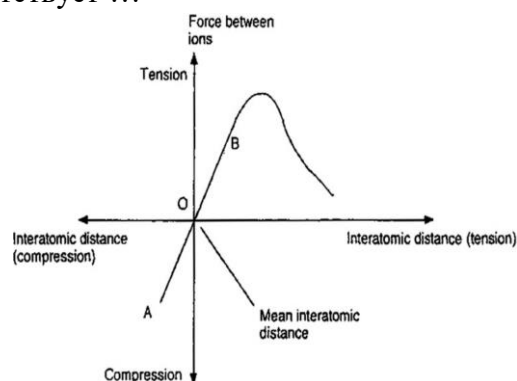
- А)  $v = K_m x S_n (1 - \alpha)(1 - \varepsilon \alpha)$
- Б)  $v = K_m x S_n$
- В)  $S_n = S_{nm}(1 - e^{-kt})$
- Г)  $v = K_m x S_{2nm}$

7. Если кубическое твердое тело разбивается на более мелкие кубы, каждая из которых имеет  $1/n$  стороны исходного куба, удельная площадь поверхности увеличивается ...

- А)  $n$  раз
- Б)  $n^2$  раз
- В)  $n^3$  раз
- Г)  $n^4$  раз

8. Приведенный ниже рисунки АВ участок соответствует ...

- А) измельчение и помол
- Б) область пластической деформации
- В) Модулю Юнга материала
- Г) возбуждения и расщепления связей



9. Для возбуждения и расщепления связей, удельная энергия разрушения для хрупких твердых тел составляет ...

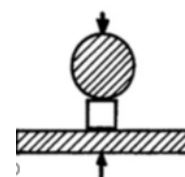
- А)  $5 \text{ Джм}^{-2}$
- Б)  $50 \text{ Джм}^{-2}$
- В)  $500 \text{ Джм}^{-2}$
- Г)  $5000 \text{ Джм}^{-2}$

10. Укажите формулу Риттегера, необходимая энергия для уменьшения размера частиц.

- А)  $4E = C_B \left( \frac{1}{\sqrt{x_2}} - \frac{1}{\sqrt{x_1}} \right)$
- Б)  $E = C_R \left( \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right)$
- В)  $E = C_K \ln \left( \frac{x_1}{x_2} \right)$
- Г)  $\frac{dE}{dx} = -C \frac{1}{x^N}$

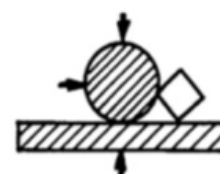
11. Какой из основных типов напряжений в мельницах приведенный ниже рисунки?

- А) сдвиг (истирание)
- Б) сжатие
- В) удар (удар)
- Г) удар (столкновение),



12. Какой из основных типов напряжений в мельницах приведенный ниже рисунки?

- А) сдвиг (истирание)
- Б) сжатие
- В) удар (удар)
- Г) удар (столкновение),



13. Укажите ниже приведенных рисунках эскиз шаровой мельницы.

- А) Б) В) Г)

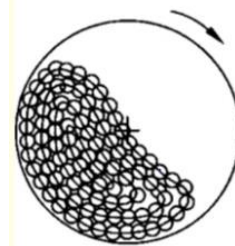


14. Какой из основных типов напряжений проходит штифтовых мельницах

- А) сдвиг (истирание) Б) сжатие В) удар (удар) Г) удар (столкновение),

15. Укажите какой из типов движения в шаровых мельницах представлено ниже приведенной рисунки?

- А) каскадирование  
Б) падение или катаракта  
В) центробежное  
Г) Эксцентричное

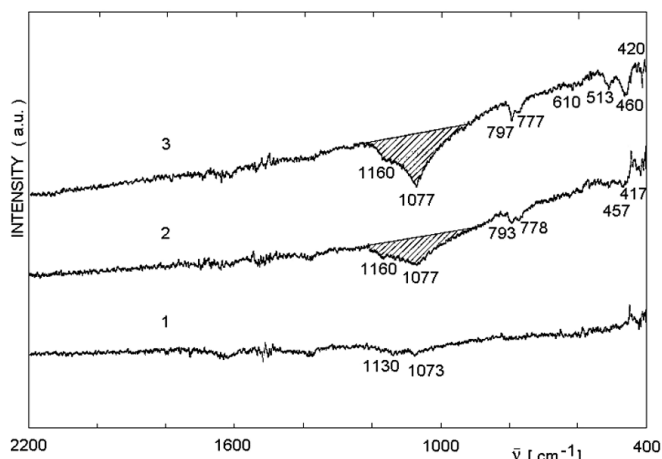


16. Как называется  $12500 - 4000 \text{ см}^{-1}$  область ИК-спектроскопии?

- А) ближняя  
Б) средняя  
В) дальняя  
Г) мелькая

17. Ниже представленной ИК-спектра неактивированного сульфида свинца PbS содержит слабые полосы при  $1130$  и  $1073 \text{ см}^{-1}$ , но началом механоактивации какая спектр фазы растет?

- А)  $PO_4^{3-}$   
Б)  $NO_3^-$   
В)  $CO_3^{2-}$   
Г)  $SO_4^{2-}$



18. Метод визуализации, при котором пучок электронов фокусируется на образце, в результате чего увеличенная версия появляется на флуоресцентном экране или слое фотопленки или может быть обнаружена камерой устройства с зарядовой парой (ПЗС).

- А) Привечающая электронная микроскопия  
Б) Сканирующая туннельная микроскопия  
В) Атомно силовая микроскопия  
Г) оптический микроскоп

19. Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:

- А) Дифракции рентгеновских лучей  
Б) Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой  
В) Просвечивании образца рентгеновскими лучами  
Г) Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении  $200-400 \text{ кВ}$

20. Что означает относящийся к созданию нанобъектов термин "Bottom up"?

- А) Диспергирование, уменьшение размера объекта  
Б) Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул  
В) Создание наноструктурированного слоя на нижней поверхности объекта  
Г) Создание наноструктурированного слоя осадительными методами

### 3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

#### Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий



### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- требуемый объем и структура</li> <li>- изложение материала без фактических ошибок</li> <li>- логика изложения</li> <li>- использование соответствующей терминологии</li> <li>- стиль речи и культура речи</li> <li>- подбор примеров их научной литературы и практики</li> </ul>
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминология

### Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделение и понимание проблемы</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения</li> <li>- полнота использования источников</li> <li>- наличие авторской позиции</li> <li>- соответствие ответа поставленному вопросу</li> <li>- использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных</li> <li>- логичность изложения</li> <li>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач</li> <li>- умение привести пример</li> <li>- опора на теоретические положения</li> <li>- владение соответствующей терминологией</li> </ul>
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

## 4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 4.1. Электронные учебные издания

- Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1542-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211475>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518726>.
- Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 179 с. — (Высшее образование). —

ISBN 978-5-534-13938-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515169>.

4. Преображенская, Т. Н. Физические методы интенсификации химических процессов : учебное пособие / Т. Н. Преображенская, Х. Э. Харлампиди, Д. Х. Сафин. — Казань : КНИТУ, 2011. — 175 с. — ISBN 978-5-7882-1004-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13349>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. — URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. — URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. — URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. — URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. — URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. — URL: <http://fcior.edu.ru/>.

#### **4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. — URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. — URL: <http://ivo.garant.ru/>.

#### **4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

#### **4.5. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения	Учебная аудитория укомплектована специализированной

учебных занятий	мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

\* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.