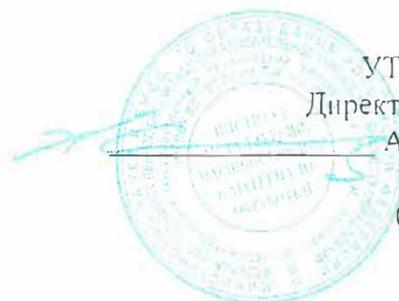




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиТ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)
15.03.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Системная инженерия в машиностроении

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 727)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения

26.01.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  Р.Н. Амиров

Рецензент:

доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является формирование у студента профессиональных компетенций в области микро- и нанотехнологии, способствующих социальной мобильности, конкурентоспособности и устойчивости на отечественном и мировом рынке труда и основанных на усвоении современных представлений о физических основах процессов и методов, используемых в нанотехнологии и о свойствах и типах наноразмерных объектов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Цифровое моделирование физико-химических процессов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Технология конструкционных материалов

Физика

Материаловедение

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Физика

Технология конструкционных материалов

Материаловедение

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Цифровое моделирование физико-химических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
ОПК-4.1	Осуществляет поиск, анализ и синтез информации с использованием информационных технологий
ОПК-4.2	Применяет технологии обработки данных, выбора данных по критериям; строит типичные модели решения предметных задач по изученным образцам
ОПК-4.3	Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,2 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 51,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Физикохимия наноструктур								
1.1 Классификация нанодисперсных материалов и систем.	3	2		2	10	Сравнение существующих точек зрения об уровне развития нанотехнологий.	Собеседование.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.2 Виды межмолекулярных взаимодействий.		2		2	10	Поиск дополнительной информации о видах взаимодействия веществ и материалов.	Собеседование.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.3 Характерные особенности структуры и свойств наноматериалов. Размерные эффекты.		2		4	10,2	Поиск дополнительной информации о проявлении размерных эффектов в наноструктурах и наноматериалах.	Собеседование.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.4 Супрамолекулярные ансамбли		2		4	10	Поиск дополнительной информации о видах супрамолекулярных соединений.	Собеседование	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу		8		12	40,2			
2. Физикохимия наноматериалов								

2.1 Особенности нанокристаллического строения металлов и сплавов.	3	2	4	2,9	Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.2 Физикохимия нанопористых и нанокomпозиционных материалов.		2	4		Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.3 Механизмы роста нанопленок. Виды структур нанопокpытий.		2	4		Поиск дополнительной информации об особенностях строения нанопленок и нанопокpытий.	Собеседование	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.4 Механизмы формирования нанодисперсных систем.		2	4		Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу		8	16	2,9			
3. Самоорганизация и самосборка наноструктур и наноматериалов							
3.1 Роль процессов самоорганизации при формировании наноструктур и наноматериалов. Особенности протекающих процессов. Виды формирующихся наноструктур и наноматериалов.	3		4	4	Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
3.2 Роль процессов самосборки при формировании наноструктур и наноматериалов. Особенности протекающих процессов. Виды формирующихся наноструктур и наноматериалов.			4	4	Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
3.3 Методология физико-химического моделирования		2			Подготовка к сдаче практической работы.	сдача практической работы.	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу		2	8	8			
Итого за семестр		18	36	51,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18	36	51,1		экзамен	

5 Образовательные технологии

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Цифровое моделирование физико-химических процессов» применяются традиционная и компетентностно-модульная технологии обучения, включающие в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, работу на практических занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, элементы теории игр, проводится анализ физики и химии существующих наноматериалов и наноструктур, используются элементы моделирования наноматериалов и наноструктур. На занятиях студенты выполняют задания на индивидуальное речевое проговаривание известных законов физики и химии, правил, определений; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы и т.п.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления. Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Долوماتов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Долوماتов, Р. З. Бахтизин, М. М. Долوماتова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449293> (дата обращения: 25.05.2023).

2. Дерябин, В. А. Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие для вузов / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтowa ; под научной редакцией Е. А. Кулешова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 86 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05375-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454613> (дата обращения: 25.05.2023).

3. Будилов, В. В. Физические методы нанесения нанопокровтий : учебное пособие для вузов / В. В. Будилов, В. С. Мухин, С. Р. Шехтман. — 2-е изд., перераб. и

доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12050-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446761> (дата обращения: 25.05.2023).

б) Дополнительная литература:

1. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453913> (дата обращения: 26.04.2021).

2. Капустин, В. И. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур : учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 244 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c359a09b32044.60767097. - ISBN 978-5-16-013806-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=339390>

в) Методические указания:

1. Технологические свойства металлических порошков: метод. указ. / Полякова М.А., Голубчик Э.М. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 11 с.

2. Кинематические параметры процесса деформирования некомпактных керамических масс: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Бакаев Д.Р. — Магнитогорск: МГТУ, 2005. — 25 с.

3. Исследование уплотняемости металлических порошков: Метод. указ. / Гун Г.С., Ильина Н.Н., Полякова М.А / Магнитогорск: МГТУ, 2005. — 8 с.

4. Ситовый анализ: Метод. указ. / Рубин Г.Ш., Ильина Н.Н., Полякова М.А - Магнитогорск: МГТУ, 2007. — 12 с.

5. Плотность и пористость изделий из некомпактных материалов: Метод. указ. / Ильина Н.Н. — Магнитогорск: МГТУ, 2003. — 5 с.

6. Исследование реологических свойств политетрафторэтилена: Метод. указ. / Гун Г.С., Чукин М.В., Барышников М.П., Анцупов А.В. — Магнитогорск: МГТУ, 2003. — 14 с.

7. Эмалирование металлических изделий: Метод. указ. / Полякова М.А., Чукин М.В. — Магнитогорск: МГТУ, 2008 — 9 с.

8. Гальваническое цинкование стали: Метод. указ. / Мустафина В.Г. — Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. — 11 с.

9. Механизмы формирования мелкодисперсной структуры в процессах ОМД: Метод. указ. / Харитонов В.А., Ямашева Е.Ю. — Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. — 36 с.

10. Моделирование процесса равноканальной угловой протяжки с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Кузнецова А.С. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. — 20 с.

11. Моделирование процессов интенсивной пластической деформации с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Мохнаткин А.В. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. — 20 с.

12. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа: Метод. указ. / Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А. Барышников М.П. — Магнитогорск: МГТУ, 2011. — 6 с.

13. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А., Гулин А.Е. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 34 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкапами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Цифровое моделирование физико-химических процессов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает участие в собеседовании на заданную тему, подготовке обоснованных ответов на вопросы преподавателя и участие в устном опросе, разбор теоретических и практических вопросов создания наноструктур и наноматериалов.

Темы собеседований:

1. Аргументировано и обоснованно привести примеры преимуществ и недостатков наноструктур и наноматериалов перед аналогичными материалами на макроуровне.
2. Привести аргументы и обосновать свою точку зрения по теме «Специфические свойства наноструктур и наноматериалов: мифы и реальность».

Устный опрос:

Тема 1. Существующие подходы к классификации наноструктур и наноматериалов.

Тема 2. Особенности строения и свойств наноструктур и наноматериалов (привести примеры).

Тема 3. Особенности взаимодействий на наноуровне.

Тема 4. Особенности строения и свойств нанокристаллических металлов.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы, материалов интернет-ресурсов по соответствующей теме для выбора материала для участия в собеседованиях и устных опросах.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;		
ОПК-4.1	Осуществляет поиск, анализ и синтез информации с использованием информационных технологий	<p>Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Наноматериалы, термины и определения, классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные (органо- неорганические и неорганно-органические) материалы. 2. История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Междисциплинарность и мультидисциплинарность. Примеры нанообъектов и наносистем, их особенности и технологические приложения. Объекты и методы нанотехнологий. 3. Основные принципы формирования наносистем. Физические и химические методы. Процессы получения нанообъектов «сверху — вниз». 4. Процессы получения нанообъектов «снизу — вверх». 5. Квантовые точки, квантовые ямы. Принципы разработки технологий получения. 6. Кластеры. Методы получения кластеров. Принципы создания технологических процессов и приемов получения. 7. Технологии «сверху-вниз» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов. Принципы создания процессов и оборудования для получения наночастиц методами «сверху-вниз». 8. Технологии «снизу вверх» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов. Принципы создания процессов и оборудования для получения наночастиц методами «снизу-вверх». 9. Золь-гель метод: достоинства, недостатки. Применение золь-гель метода для получения наноматериалов. Принципы разработки

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>технологических приемов и оборудование.</p> <p>10. Принципы разработки технологических приемов для получения углеродных наноструктур.</p> <p>11. Принципы разработки технологических приемов для физических методов получения нанопленок.</p> <p>12. Принципы разработки технологических приемов для химических методов получения нанопленок.</p> <p>13. . Принципы разработки технологических приемов для получения нанопленок методом Ленгмюра-Блоджетт.</p> <p>14. Поверхностное микролегирование.</p> <p>15. Ионная имплантация.</p> <p>16. Принципы разработки технологических приемов для получения нанокерамики.</p> <p>17. Принципы разработки технологических приемов для непрерывных методы интенсивной пластической деформации.</p> <p>18. Методы интенсивной пластической деформации. Принципы разработки технологических приемов.</p> <p>19. Процесс самосборки, полупроводниковые островковые структуры, монослои.</p> <p>20. Самоорганизация как прием получения наноструктур. Принципы разработки технологических приемов.</p> <p>21. Принципы разработки технологических приемов для получения аморфных металлов.</p> <p>22. Литография. Принципы разработки технологических приемов.</p> <p>23. Бионанотехнологии. Принципы разработки технологических приемов.</p> <p>24. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание. Полимерные макромолекулы, методы их получения. Самоорганизация в полимерных системах. Супрамолекулярные полимеры.</p> <p>25. Физика наноустройств. Механические и электромеханические микро и наноустройства. Сенсорные элементы микро- и нано-системной</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>техники.</p> <p>26. Нанокomпозиционные материалы, особенности структуры, свойства. Принципы разработки технологических приемов.</p> <p>27. Нанопористые структуры, особенности структуры, свойства, принципы разработки технологических приемов.</p> <p>28. Перспективы применения нанотехнологий для создания материалов и структур с заданными свойствами.</p> <p>29. Экологические аспекты нанотехнологий.</p> <p>30. Обеспечение охраны окружающей среды и здоровья человека при разработке нанотехнологий, производстве и эксплуатации наноматериалов и наноструктур.</p>
ОПК-4.2:	<p>Применяет технологии обработки данных, выбора данных по критериям; строит типичные модели решения предметных задач по изученным образцам</p>	<p align="center">Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение особенностей структурного состояния наноматериалов различной мерности. 2. Методы изучения состава и свойств наноструктур и наноматериалов различной мерности 3. Физико-химические основы и технологические особенности получения 0D-наноструктур методом порошковой металлургии. 4. Физико-химические основы и технологические особенности применения 1D-наноструктур для модифицирования конструкционных материалов 5. Физико-химические основы и технологические основы формирования нанопленок и нанопокровов. 6. Физико-химические основы и технологические основы получения металлов и сплавов с ультрамелкозернистой структурой методами обработки давлением

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>7. Проблемы нанотехнологий. Охрана окружающей среды и здоровья человека при разработке нанотехнологий и использовании наноматериалов различной мерности.</p> <p>8. Физико-химические основы получения наноструктур и наноматериалов самосборкой.</p> <p>9. Физико-химические основы получения наноструктур и наноматериалов самоорганизацией.</p>
ОПК-4.3:	Использует современные информационные технологии для решения профессиональной деятельности	<p>Примерный перечень заданий для подготовки к собеседованиям и устным опросам.</p> <p>1. Анализ действующих стандартов на термины и определения в области нанотехнологий и наноматериалов.</p> <p>2. Поиск специальной научно-технической литературы, патентной информации, тематических Интернет-ресурсов, специализирующихся в области нанотехнологий и наноматериалов.</p> <p>3. Изучение основных принципов конструирования технологий и их адаптация для разработки нанотехнологий с учетом мерности наноструктур и наноматериалов.</p> <p>4. Установление междисциплинарных связей, необходимых для анализа и разработки элементов нанотехнологий для получения наноматериалов и наноструктур различной мерности.</p> <p>5. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора наноматериалов и наноструктур различной мерности для работы в определенных условиях эксплуатации.</p> <p>6. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора наноматериалов и наноструктур различной мерности для выбора технологии их получения.</p> <p>7. Поиск научно-технической информации и анализ вредных и опасных факторов нанотехнологий, оказывающих влияние на окружающую среду и здоровье человека.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Цифровое моделирование физико-химических процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности компетенций, проводится в форме экзамена.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Цифровое моделирование физико-химических процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по представленным к экзамену вопросам.

Критерии аттестации экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень знаний, всестороннее, систематическое и глубокое понимание учебного материала, и/или свободно выполняет практические задания, свободно оперирует полученными знаниями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения.