Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Н.В.Лобов
« 03 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Нанотехнологии
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология
(код и наименование направления)

Направленность: Химическая технология неорганических веществ и материалов
(наименование образовательной программы)

Пермь 2019

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области современной технологии наноматериалов.
Задачи дисциплины:
• изучение современных и перспективных нанотехнологий получения уникальных ма-териалов;
• формирование умения использовать знания нанотехнологий с целью производства уникальных материалов по наиболее эффективным технологиям;
• формирование навыков проектирования наиболее эффективных нанотехнологий получения уникальных материалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- сырье для получения наноматериалов, свойства и характеристики наноматериалов;
- применение наноматериалов в различных отраслях промышленности и народном хозяйст-ве;
- физико-химические основы, технологические принципы и методы, лежащие в основе соз-дания современных нанотехнологий;
- современные и перспективные нанотехнологии, направления развития нанотехнологий;
- технологическое оборудование, используемое в нанотехнологиях и новые технические ре-шения в нанотехнологиях;
- методы управления качеством наноматериалов;
- защита интеллектуальной собственности и коммерциализация объектов интеллектуальной собственности;
- оценка экономической эффективности технологических процессов, оценка инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает: - способы оценки эффективности использования материалов и наноматериалов, способы оценки инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий; - сырьевую базу и продукты нанотехнологий, показатели качества; - современные и перспективные нанотехнологии, направления развития нанотехнологий; новые технические решения в нанотехнологиях.	Знает современные способы обработки материалов, наноматериалов и расчета эффективности использования материалов и наноматериалов	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет: - проводить расчет эффективности использования материалов и наноматериалов; - разрабатывать нормы выработки на расход материалов, сырья, топлива и энергии; - производить выбор технологического оборудования и технологических схем.	Умеет проводить расчет эффективности использования материалов и наноматериалов	Экзамен
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками: - анализа эффективности использования материалов при получении нанопродукта высокого качества; - составления оценки технико- экономической эффективности технологиче-ских процессов, используемых в нанотехнологиях; - составления оценки инновационно-технологических рисков при внедрении новых	Владеет навыками анализа эффективности использования материалов.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		технологий.		
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает технологические принципы и методы, лежащие в основе создания современных нанотехнологий; методы управления качеством уникальных наноматериалов.	Знает компьютерные среды моделирования технологических процессов; принципы разработки и внедрения нового технологического процесса, нацеленного на повышение качества выпускаемой продукции	Экзамен
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет планировать разработку и внедрение нового технологического процесса при производства наноматериалов.	Умеет планировать разработку и внедрение нового технологического процесса	Экзамен
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками: - выбора технологического оборудования и технологических схем; - проектирования норм выработки на расход материалов, сырья, топлива и энергии; - формирования плана внедрения нового технологического процесса с целью повышения качества выпускаемой нанопродукции.	Владеет навыками формирования плана разработки и внедрения нового технологического процесса с целью повышения качества выпускаемой продукции	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	40	40
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	104	104
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен	36	36
Дифференцированный зачет		
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Золь-гель технология получения волокон оксида алюминия	3	0	3	18
Тема 1. Поликристаллические волокна на основе оксида алюминия, методы их получе-ния. Физико-химические основы золь-гель технологии. Тема 2. Методы формирования волокон. Пропитка промышленно производимых воло-кон. Тема 3. Применение волокон на основе оксида алюминия. Композиционные материалы. Керамические материалы, упрочненные оксидными волокнами. Металлические композиты, армированные керамическими волокнами. Тема 4. Теплоизоляционные материалы на основе оксида алюминия. Особенности структуры волокнистых материалов. Высокотемпературная теплоизоляция.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Золь-гель технологии получения нанодисперсных прекурсоров и продуктов. Методы предотвращения агрегации и сохранения дисперсности частиц нанодисперсных продуктов.	3	0	3	18
Тема 5. Физико-химические основы золь-гель технологии нанодисперсных прекурсоров и продуктов. Методы предотвращения агрегации и сохранения дисперсности частиц нанодисперсных продуктов. Тема 6. Технология получения нанодисперсного оксида кремния. Методы управления дисперсностью и характеристиками продукта.				
Технология получения ультрадисперсных оксидов магния и титана в пламени.	3	0	3	18
Тема 7. Физико-химические основы и технология получения оксида магния в пламени. Методы управления характеристиками получаемого продукта. Тема 8. Физико-химические основы и технология получения диоксида титана в пламе-ни. Методы управления характеристиками получаемого продукта.				
Плазменная технология получения ультра-высокотемпературной керамики.	3	0	3	18
Тема 9. Физико-химические основы плазменных технологий. Термодинамический анализ процессов плазменного спекания компонентов керамики и прогнозирование термической устойчивости синтезированной керамики к окислению. Тема 10. Плазменная технология получения ультра-высокотемпературной керамики. Оптимальные технологические решения. Аппаратура и оборудование производства.				
Технология получения пленок диоксида марганца с заданными свойствами (фазовым составом, размерами, качеством покрытия, электропроводностью) методом пиролиза прекурсора.	3	0	3	16
Тема 11. Физико-химические основы технология получения пленок диоксида марганца с заданными свойствами методом пиролиза прекурсора. Тема 12. Технология получения пленок диоксида марганца с заданными свойствами методом пиролиза прекурсора. Аппаратура и оборудование производства.				
Нанотехнологии получения углеродных термостойких материалов и покрытий.	3	0	3	16
Тема 13. Нанотехнологии получения углеродных термостойких материалов и покрытий. Тема 14. Технологии получения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
терморасширенного графита и композитов на его основе.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	18	104
ИТОГО по дисциплине	18	0	18	104

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Поликристаллические волокна на основе оксида алюминия, методы их получения. Физико-химические основы золь-гель технологии.
2	Методы формирования волокон. Пропитка промышленно произво-димых волокон.
3	Применение волокон на основе оксида алюминия. Композицион-ные материалы. Керамические материалы, упрочненные оксидны-ми волокнами. Металлические композиты, армированные керами-ческими волокнами.
4	Теплоизоляционные материалы на основе оксида алюминия. Осо-бенности структуры волокнистых материалов. Высокотемператур-ная теплоизоляция.
5	Физико-химические основы золь-гель технологии нанодисперсных прекурсоров и продуктов. Методы предотвращения агрегации и сохранения дисперсности частиц нанодисперсных продуктов.
6	Технология получения нанодисперсного оксида кремния. Методы управления дисперсностью и характеристиками продукта.
7	Физико-химические основы и технология получения оксида магния в пламени. Методы управления характеристиками полу-чаемого продукта.
8	Физико-химические основы и технология получения диоксида ти-тана в пламени. Методы управления характеристиками получаемо-го продукта.
9	Физико-химические основы плазменных технологий. Термодина-мический анализ процессов плазменного спекания компонентов керамики и прогнозирование термической устойчивости синтези-рованной керамики к окислению.
10	Плазменная технология получения ультра-высокотемпературной керамики. Оптимальные технологические решения. Аппаратура и оборудование производства.
11	Физико-химические основы технология получения пленок диоксида марганца с заданными свойствами методом пиролиза прекурсора.
12	Технология получения пленок диоксида марганца с заданными свойствами методом пиролиза прекурсора. Аппаратура и оборудо-вание производства.
13	Нанотехнологии получения углеродных термостойких материалов и покрытий.
14	Технологии получения терморасширенного графита и композитов на его основе.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и приятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Порозова С. Е. Получение наночастиц и наноматериалов : учебное пособие / С. Е. Порозова, В. Б. Кульметьева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	20
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. - Москва: Физматлит, 2010.	1
2	Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография : пер. с англ. / Р. Брайдсон [и др.]. - Долгопрудный: Интеллект, 2011.	8

3	Шабанова Н. А. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем : монография / Н. А. Шабанова, П. Д. Саркисов. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012.	1
2.2. Периодические издания		
1	Наноиндустрия : научно-технический журнал / Техносфера. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
2	Российские нанотехнологии : журнал / Федеральное агентство по науке и инновациям ; Парк-медиа. - Москва: Парк-медиа, 2006 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А .И. Гусев. - Москва: Физматлит, 2009.	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Анциферов В. Н. Проблемы науки о материалах и развитие высоких технологий в России : учебное пособие / В. Н. Анциферов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	20
2	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А .И. Гусев. - Москва: Физматлит, 2007.	2
3	Колокольцев С. Н. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : учебное пособие для вузов / С. Н. Колокольцев. - Долгопрудный: Интеллект, 2012.	2

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Химия металлов и неметаллов. Нанохимия. Наноматериалы	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2816	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Наночастицы и наноматериалы с огромным потенциалом и возможными рисками	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2767	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях	https://e.lanbook.com/book/90253	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Наноматериалы и нанотехнологии	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=3036	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечеая система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть): Монитор: AOC 185LM00013 Мышь: OKLICK 105M Клавиатура: OKLICK 100M BLACK PS/2 Системный блок: Процессор – Intel Pentium CPU G2030 3.00GHz Материнская плата – ASUS P8B75-V Оперативная память – 4 ГБ Жесткий диск – 500 ГБ	10
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть): Монитор: AOC 185LM00013 Мышь: OKLICK 105M Клавиатура: OKLICK 100M BLACK PS/2 Системный блок: Процессор – Intel Pentium CPU G2030 3.00GHz Материнская плата – ASUS P8B75-V Оперативная память – 4 ГБ Жесткий диск – 500 ГБ	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Нанотехнологии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Химическая технология неорганических веществ и материалов
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Химические технологии
Форма обучения:	Очная

Курс: 2 **Семестр**: 1

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:
Экзамен: 1 семестр

Пермь 2019

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок**.** Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 6 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторные лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	**Вид контроля**					
	Текущий		**Рубежный**		**Итоговый**	
	С	**ТО**	**ОЛР**	**Т/КР**		**Экзамен**
Усвоенные знания						
З.1 Знает современные способы обработки материалов, наноматериалов и расчета эффективности использования материалов и наноматериалов	С1	ТО1		КР1		ТВ
З.2 Знает компьютерные среды моделирования технологических процессов; принципы разработки и внедрения нового технологического процесса, нацеленного на повышение качества выпускаемой продукции	С2			КР2		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет проводить расчет эффективности использования материалов и наноматериалов	С1			КР1		ПЗ
У.2 Умеет планировать разработку и внедрение нового технологического процесса	С2			КР2		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками анализа эффективности использования материалов.	С1			КР1		ПЗ
В.2 Владеет навыками формирования плана разработки и внедрения нового технологического процесса с целью повышения качества выпускаемой продукции	С2			КР2		ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача

(индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме тестирования и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля

учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных 3 из 6 модулей дисциплины.

Типовые задания первой КР:

1. Поликристаллические волокна на основе оксида алюминия, методы их получения. Физико-химические основы золь-гель технологии.
2. Технологические принципы и методы, лежащие в основе создания технологии формирования волокон. Пропитка промышленно производимых волокон.
3. Обоснование выбора технологического оборудования и технологических схем производства наноматериалов.

Типовые задания второй КР:

1. Технико-экономическая эффективность технологических процессов, используемых в нанотехнологиях получения терморасширенного графита и композитов на его основе.
2. Составление оценки инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности ***всех*** заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Области потребления продукции нанотехнологий.
2. Современные и перспективные нанотехнологии и оборудование.
3. Современные нанотехнологии и промышленное оборудование, новые технические решения для получения наноматериалов.
4. Направления развития технологических процессов, требовании к качеству наноматериалов и продуктов

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Проведение патентного поиска по новым нанотехнологиям.

2. Разработать документацию на патентование новых технологий получения наноматериалов.

3. Технико-экономическая оценка эффективности технологических процессов, используемых в нанотехнологии.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Выбор технологического оборудования и технологических схем производства наноматериалов.

2. Разработка новых решений и составление документации для патентованиянанотехнологий.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины*.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.