

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

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры



В.З. Пойлов

д.т.н., профессор кафедры ХТ

«11» «мая» 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Инновации в нанотехнологиях»**

<b>Научная специальность</b>	2.6.7. Технология неорганических веществ
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Технология неорганических веществ
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Химические технологии
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 3</b>	<b>Семестр (ы): 5</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен:	Зачет: 5 Диф.зачет

Пермь 2022

## 1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Инновации в нанотехнологиях» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области нанотехнологий неорганических веществ и новых материалов.

### 1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инновации в нанотехнологиях» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.7 - Технология неорганических веществ и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- физико-химические основы, нанотехнологии и пути совершенствования наиболее распространенных химических и физико-химических процессов синтеза нановеществ;
- процессы и оборудование нанотехнологий неорганических веществ и композиционных материалов;
- инновации в нанотехнологиях неорганических веществ и композиционных материалов.

### **Уметь:**

- анализировать и разрабатывать перспективные технологические процессы и нанотехнологии неорганических веществ и композиционных материалов;
- составлять доклад по результатам информационно-аналитического поиска в области перспективных нанотехнологий неорганических веществ и композиционных материалов.

### **Владеть:**

- опытом планирования экспериментальных исследований технологических процессов и использования их результатов для обоснования оптимальных технологических параметров;

- опытом выступления перед аудиторией с докладом о результатах информационно-аналитического поиска в области инноваций в нанотехнологиях неорганических веществ и композиционных материалов.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### Раздел 1. Инновации в нанотехнологиях

(Л –5, ПЗ-6, СР – 55)

Тема 1. Физико-химические основы золь-гель технологии и инновации в этих технологиях.

- Физико-химические основы золь-гель технологии и инновации в технологиях получения диоксида кремния и оксида алюминия, используемых в качестве связующих для получения керамики. Использование возможностей ультразвуковой диспергации для регулирования размеров частиц золь.
- Тенденции развития и последние достижения в золь-гель технологии получения легированного диоксида кремния высокой чистоты, используемого в технологии получения оптоволокна.

Тема 2. Физико-химические основы технологии и инновации в технологиях получения композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок.

- Физико-химические основы технологии получения нанотрубок. Инновации в технологии получения углеродных нанотрубок. Управление процессом формирования нанотрубок с заданными характеристиками.
- Физико-химические основы технологии получения композиционных материалов. Инновации в технологии композиционных материалов различного назначения.

Тема 3. Физико-химические основы и технология получения нанодисперсных оксидов металлов.

- Физико-химические основы и технология получения нанодисперсных оксидов металлов из органо-минеральных сред с заданными характеристиками.
- Тенденции развития и инновации в технологии получения катализаторов на основе нанодисперсных прекурсоров.

Тема 4. Инновации в технологии получения высокотемпературных и коррозионно-стойких материалов.

- Инновации в технологии получения ультравысокотемпературных материалов путем плазменного спекания компонентов керамики, прогнозирование термической устойчивости синтезированной керамики к окислению.
- Физико-химические основы и инновации в технологии получения покрытий на танталовых анодах пленок диоксида марганца с заданными характеристиками в производстве электролитических конденсаторов.

- Инновации в технологии создания коррозионно-стойких материалов (на основе наноматериалов), работающих в агрессивных средах.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Физико-химические основы золь-гель технологии и инновации в этих технологиях.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Физико-химические основы технологии и инновации в технологиях получения композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Физико-химические основы и технология получения нанодispersных оксидов металлов.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Инновации в технологии получения высокотемпературных и коррозионно-стойких материалов.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Изучить физико-химические основы золь-гель технологии и инновации в технологиях получения диоксида кремния и оксида алюминия, используемых в качестве связующих для получения керамики. Выявить тенденции развития и последние достижения в золь-гель технологии получения легированного диоксида кремния высокой чистоты, используемого в технологии получения оптоволокна.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Изучить физико-химические основы	Собеседование.	Вопросы по

		технологии получения нанотрубок. Выявить инновации в технологии получения углеродных нанотрубок. Изучить физико-химические основы технологии получения композиционных материалов. Определить инновации в технологии композиционных материалов различного назначения.	Творческое задание.	темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Изучить физико-химические основы технологии получения нанодispersных оксидов металлов из органо-минеральных сред. Определить тенденции развития и инновации в технологии получения катализаторов на основе нанодispersных прекурсоров.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Выявить инновации в технологии получения ультравысокотемпературных материалов путем плазменного спекания компонентов керамики. Изучить физико-химические основы и инновации в технологии получения покрытий на танталовых анодах пленок диоксида марганца с заданными характеристиками в производстве электролитических конденсаторов. Выявить инновации в технологии создания коррозионно-стойких материалов, работающих в агрессивных средах.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	1..4	Формулирование научной новизны и практической значимости	Творческое задание	Темы творческих заданий
6	1..4	Обработка экспериментальных данных	Творческое задание	Темы творческих заданий

## 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Инновации в нанотехнологиях» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается 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, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; место нахождения электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Шабанова Н.А. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем : монография / Н. А. Шабанова, П. Д. Саркисов .— Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .— 328 с.	1
2	Методы исследований характеристик твердых катализаторов (учебное пособие)/ К.Г. Кузьминых, В.З. Пойлов, Е.О. Кузина; Пермский нац. исслед. политехн. ун-т.- Пермь, 2012. 65 с.	5
3	Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2009, - 416 с.	5
4	Рогов В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2016. 190 с. 12,13 усл. печ. л.	3
5	Кирчанов В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016. 240 с. 15,0 усл. печ. л.	15
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие / В. А. Илюшин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 114 с. — ISBN 978-5-7782-3858-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/98719.html">https://www.iprbookshop.ru/98719.html</a>
2	Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 480 с. — ISBN 978-5-00101-741-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/135513">https://e.lanbook.com/book/135513</a>
3	А.И. Гусев Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Изд.2. М. Физматлит, 2009, 416 с.	5
4	Шабанова Н.А. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем : монография / Н. А. Шабанова, П. Д. Саркисов .— Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .— 328 с.	1
5	Анциферов В.Н. Проблемы науки о материалах и развитие высоких технологий в России : учебное пособие / В. Н. Анциферов ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010 .— 169 с.	30+ЭБ
6	Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; Под ред. Ю. Д. Третьякова .— Москва : Физматлит, 2010 .— 452 с. : ил. — Библиогр.: с. 451-452 .	1
7	Порозова С.Е. Получение наночастиц и наноматериалов : учебное пособие / С. Е. Порозова, В. Б. Кульметьева ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010 .— 134 с.	20+ЭБ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; место нахождение электронных изданий
1	2	3
8	Щурик А.Г. Искусственные углеродные материалы. Пермь, 2009, 342 с.	2
9	Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография : пер. с англ. / Р. Брайдсон [и др.] ; Под ред. Р. У. Келсалла, А. У. Хамли, М. Геогегана .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 527 с.	3
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Кинетика и катализ : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и наук о материалах. - Москва: Наука, 1960 - .	
2	Химическая промышленность : научно-технический журнал / Теза; Прикладная химия. - Санкт-Петербург: Теза, Прикладная химия, 1924	
3	Химическая промышленность сегодня	
4	Журнал прикладной химии	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.	Техэксперт
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс
3	Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	КонсультантПлюс

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. 1. Информационная система *Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс]* : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. **Консультант Плюс** [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	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	Оперативное управление	305
2	Электронный микроскоп «S3400-N»	1	Оперативное управление	303а
3	Рентгеновский дифрактометр XRD-7000 «Shimadzu»	1	Оперативное управление	303б
4	Прибор синхронного термического анализа (дериватограф с ИК-Фурье спектрометром) фирмы «NETZSCH»	1	Оперативное управление	318
5	Анализатор импульсной хемосорбции TPD/TPR/TPO для исследования каталитической активности катализаторов	1	Оперативное управление	317
6	Оптический микроскоп «Axio Imager» фирмы Carl Zeiss	1	Оперативное управление	318
7	Климатическая камера для контроля температуры и влажности воздуха TH-ME-025, 065, 100	1	Оперативное управление	318
9	Ультразвуковой излучатель ПИ1320	1	Оперативное управление	318
10	Прибор для измерения числа и размеров частиц в растворе Lasentec PVM-900	1	Оперативное управление	318

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

##### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

##### • Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

##### • Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.

Оценка	Критерии оценивания
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

## 9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

## 10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных знаний по дисциплине:

1. Обоснуйте физико-химические основы золь-гель технологий и инновации в этих технологиях?
2. Обоснуйте физико-химические основы технологии и инновации в технологиях получения композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок?
3. Обоснуйте физико-химические основы и технологию получения нанодисперсных оксидов металлов?
4. На основе научно-технической литературы проанализировать инновации в технологии получения высокотемпературных материалов?
5. На основе научно-технической литературы проанализировать инновации в технологии получения коррозионно-стойких материалов?

Типовые задания для оценивания приобретенных умений и владений по дисциплине осуществляется при выполнении практических заданий по дисциплине:

**Задание 1.** Провести информационно-аналитический поиск в области перспективных нанотехнологий получения нанодисперсного оксида кремния высокой чистоты, сделать доклад.

**Задание 2.** С использованием информационно-аналитического поиска выявить тенденции в инновациях в области композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок, сделать доклад.

**Задание 3.** На основе патентно-информационных исследований выявить аналоги в области перспективных нанотехнологий получения ультравысокотемпературных керамических материалов, сделать доклад.

Темы творческих заданий могут быть изменены и скорректированы в зависимости от темы диссертационной работы аспиранта.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ХТ».

**Программа**  
Технология неорганических веществ

**Кафедра**  
Химические технологии

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГАОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Дисциплина**  
«Инновации в нанотехнологиях»

**БИЛЕТ № 1**

1. Обоснуйте физико-химические основы технологии и инновации в технологиях получения композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок.
- 2 Провести патентно-информационные исследования по золь-гель технологии.
3. На основе патентно-информационных исследований выявить аналоги в области перспективных нанотехнологий получения ультравысокотемпературных керамических материалов.

Заведующий кафедрой ХТ \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.Г. Рябов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ г.

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		