



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

_____ А.Л. Каменева
д.т.н., профессор кафедры ИТМ

« 19 » « мая » 2022г.

**Рабочая программа дисциплины «Объемные наноматериалы в
конструкционных и функциональных материалах различного
назначения: разработка и методы получения» по программе аспирантуры**

Научная специальность	2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы
Направленность (профиль) программы аспирантуры Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Нанотехнологии и наноматериалы Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Виды контроля с указанием семестра: Зачет: 4 Диф.Зачет: Экзамен:	

Пермь 2022

1. Общие положения

Программа дисциплины «Объемные наноматериалы в конструкционных и функциональных материалах различного назначения: разработка и методы получения» разработана на основании следующих нормативных документов:

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Объемные наноматериалы в конструкционных и функциональных материалах различного назначения: разработка и методы получения» 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 – изучение аспирантами особенностей структуры, свойств, основных методов получения и практического использования наноструктурных наноматериалов.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Объемные наноматериалы в конструкционных и функциональных материалах различного назначения: разработка и методы получения» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования наноматериалов;
- методы получения объемных наноструктурных материалов.

Уметь:

- выделять решающие факторы, влияющие на свойства наноструктурных материалов;
- обосновывать выбор перспективных способов объемной и поверхностной обработки ультрамелкозернистых материалов, позволяющих сохранить их структуру и уникальные свойства.

Владеть:

- навыками оценки типа структур наноматериалов;
- навыками решения как типовых, так и нестандартных задач экспериментально-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с анализом свойств и технологией новых наноматериалов.

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	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1.

(Л – 0, ПР - 5, СР – 20)

Тема 1. Понятие о наноматериалах. Терминологические подходы к понятию наноматериалов. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования наноматериалов. Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов. Размерные эффекты. Большая доля приповерхностных атомов. Увеличение объемной доли границ раздела. Характер распределения, форма и химический состав наноразмерных элементов (кристаллитов) наноматериалов.

Тема 2. Основные типы структур наноматериалов. Слоистые (пластинчатые), волокнистые (столбчатые) и равноосные наноматериалы. Четыре группы наноматериалов, исходя из особенностей химического состава кристаллитов и их границ: однофазные, на основе кристаллитов различного состава, но с идентичными по своему химическому составу границами; на основе кристаллитов различного химического состава и дисперсно-упрочненные материалы.

Раздел 2. Конструкционные наноструктурные материалы.

(Л – 0, ПР - 5, СР – 20)

Тема 3. Основные методы получения наноматериалов. Методы получения наноматериалов из нанопорошков: формовки (гидростатическое прессование, газостатическое прессование, квазигидростатическое прессование), методы спекания (методы спекания под давлением, метод высокотемпературной газовой экструзии). Методы с использованием аморфизации. Интенсивная пластическая деформация. Методы с использованием технологий обработки поверхности (создание наноразмерных и/или наноструктурных слоев на поверхности материалов, композиционные материалы с наноконпонентами, наноматериалы в виде нано и микроизделий). Перспективные способы объемной и поверхностной обработки ультрамелкозернистых материалов, позволяющие сохранить их структуру и уникальные свойства. Комплексные методы.

Тема 4. Особенности свойств объемных наноструктурных материалов. Наноструктурные многослойные материалы. Механические свойства отдельных видов объемных наноматериалов: стали, титан и его сплавы, алюминиевые сплавы, твердые сплавы, керамика, композиционные материалы. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.

Раздел 3. Основные области применения наноматериалов и возможные ограничения.

(Л – 0, ПР - 6, СР – 11)

Тема 5. Конструкционные материалы. Сверхпрочные наноструктурные материалы. Нанoeлектроника и вычислительная техника. Магнитные и электротехнические материалы. Медицина и биотехнологии. Военные технологии. Использование наноструктурных материалов в качестве катализаторов и фильтров. Ограничения в использовании наноматериалов.

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	2	Определение механических свойств наноструктурных материалов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	4	Металлографическое исследование наноструктурных 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	2	Описание структур наноструктурных материалов по результатам металлографического исследования.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	4	Испытательное оборудование: машины с механическим, гидравлическим или электрогидравлическим приводом, метрологические параметры которых соответствуют ГОСТ. Методика подготовки и проведения испытаний.	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Объемные наноматериалы в конструкционных и функциональных материалах различного назначения: разработка и методы получения» 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; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1		5
1	Утяшев, Ф. З. <i>Научные основы деформационных технологий формирования ультрамелкозернистых и наноструктурных объемных материалов : монография / Ф. З. Утяшев, Г. И. Рааб.</i> — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-9729-0632-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192512	e-книга
2	<i>Методы получения наноматериалов: учебное пособие / сост.: Шабанов Н.С., Исаев А.Б. – Махачкала: Издательство ДГУ, 2019.-80 с.</i>	e-книга
3	Шориоров, М. Х. <i>Моделирование процессов ресурсосберегающей обработки слитковых, порошковых, наноструктурных и композиционных материалов : монография / М. Х. Шориоров.</i> — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 360 с. — ISBN 978-5-9729-0596-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/192525	e-книга
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	<i>Нанотехнологии и специальные материалы: учеб. пособие / под ред. Ю.П. Солнцева. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. - 335 с.</i>	4
2	<i>Наноструктурные материалы / под редакцией Р. Ханнинка. — Москва : Техносфера, 2009. — 488 с.</i>	e-книга
	<i>Объемные наноструктурные металлические материалы. получение, структуры и свойства: книга / Валиев Р.З., Александров И. В. - М. : Академкнига, 2007. 398 с.</i>	2
3	<i>Методы испытаний и исследования / Б.С. Бокштейн [и др.]. - М.: Интермет Инжиниринг, 2004. - (Металловедение и термическая обработка стали и чугуна : справочник : в 3 т.; Т. 1.</i>	35
2.2 Периодические издания		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	Упрочняющие технологии и покрытия = <i>Strengthening Technologies and Coatings</i> : научно-технический и производственный журнал / Издательство "Машиностроение". — Москва : Машиностроение, 2005- . — В вузах: ПНИПУ 2011-2014. — Издаётся с 2005 года .— Ежемесячное.	
2	Реферативные журналы «Металлургия», «Машиностроение»	
3	«Заводская лаборатория»	
4	«Известия вузов». Серии «Чёрная металлургия», «Цветная металлургия»	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
1	Не предусмотрены	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

<https://www.freepatentsonline.com/8216702.pdf>, <https://www.dissercat.com/>
<https://escholarship.org/uc/item/85t453d2> <https://e.lanbook.com/> <https://www.fips.ru/elektronnye-servisy/> <https://findpatent.ru/>

6.2.2. Профессиональные базы данных

elibrary, Scopus, Web of science.

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).....	18	Оперативное управление	212б АДФ
2	Электронный проектор "NEC M300X"	1	Оперативное управление	212б АДФ

3	Система универсальная электромеханическая Instron 5882	1	Оперативное управление	лаборатории ЦЭМ - 100, 101а, 101б, 103, 104, к.Д
4	Электромеханический ударный измерительный стенд-копер для проведения динамических испытаний на удар CEAST 9350	1	Оперативное управление	
5	Специализированная сервоэлектрическая испытательная машина для проведения испытаний на термомеханическую	1	Оперативное управление	
6	Цифровая система для видео анализа и измерения деформации Vic-3D (Correlated solutions)	1	Оперативное управление	
7	Аналитический автоэмиссионный растровый электронный микроскоп «ULTRA 55» (Carl Zeiss, Германия).	1	Оперативное управление	ЦКП «Порошковое материаловедение и наноматериалы»

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.

Текущий контроль

Текущий контроль проводится в виде собеседования или (и) дискуссии с научным руководителем.

Промежуточная аттестация

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного выступления с научным докладом на семинаре. Аспирант должен представить не менее одного научного доклада и не менее двух кратких выступлений (выступление на заданную тему, рецензирование, оппонирование, изложение точки зрения).

8.2. Шкалы оценивания результатов обучения:

Оценка результатов обучения по дисциплине «Объемные наноматериалы в конструкционных и функциональных материалах различного назначения: разработка и методы получения» проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

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

Таблица 5

Шкала и критерии оценки результатов обучения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на научном семинаре. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	Аспирант неуверенно выступил с устным докладом на научном семинаре или не подготовил доклад. При ответах аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

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 вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки освоения дисциплины

10.1 Типовые творческие задания:

1. Методы получения наноструктурных наноматериалов.
2. Изучение физико-механических свойств наноструктурных наноматериалов.
3. Описание структуры наноструктурных наноматериалов.
4. Установление взаимосвязи физико-механических свойств наноструктурных наноматериалов с их структурой.
5. Установление способов улучшения физико-механических свойств наноструктурных наноматериалов.
6. Факторы, влияющие на физико-механические свойства наноструктурных наноматериалов.
7. Оформление результатов исследования свойств с использованием современных графических продуктов.

.....

Лист регистрации изменений

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