

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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

 С.А. Оглезнева
д.т.н., профессор кафедры МКМК
«23» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**«Техника эксперимента и методы исследования функциональных
порошковых и композиционных материалов» по программе аспирантуры**

Научная специальность

2.6.5. Порошковая металлургия и
композиционные материалы

**Направленность (профиль)
программы аспирантуры
Выпускающая(ие) кафедра(ы)**

Порошковая металлургия и композиционные
материалы
Механика композиционных материалов и
конструкций

Форма обучения

Очная

Курс: 2

Семестр (ы): 3

Виды контроля с указанием семестра:

Экзамен: -- Зачёт: 3

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Техника эксперимента и методы исследования функциональных порошковых и композиционных материалов» 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 – обеспечение способности самостоятельного осуществления постановки эксперимента, выбора оборудования для выполнения научно-исследовательской работы.

Дисциплина «Техника эксперимента и методы исследования функциональных порошковых и композиционных материалов» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- современные подходы к организации эксперимента и исследовательской работы;
- методы исследования структуры и физико-механических свойств функциональных порошковых и композиционных материалов;

Уметь:

- осуществлять выбор необходимых методов эксперимента, исследований и соответствующих приборов, оборудования;
- применять методы обработки результатов НИР;

Владеть:

- навыками использования методик и оборудования в экспериментах и исследованиях функциональных порошковых и композиционных материалов;
- навыками обработки полученных экспериментальных данных.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 сем
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	66
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Определение методики проведения эксперимента и исследований (ПЗ – 16, КСР – 4, СР – 30)

Тема 1. Обоснование выбора методов эксперимента и исследования.

Анализ цели и задач исследования. Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках НИР. Рекомендация списка методической и научной литературы.

Тема 2. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента.

Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента.

Раздел 2. Современные технологии получения функциональных порошковых и композиционных материалов (ПЗ – 16, КСР – 3, СР – 36)

Тема 3. Приборы и оборудование для проведения эксперимента и исследования.

Технологическое производственное и экспериментальное оборудование в производстве порошковых функциональных материалов. Оборудование для получения и обработки порошков. Оборудование для консолидации порошков.

Тема 4. Анализ структуры и свойств функциональных порошковых и композиционных материалов

Подготовка первичных данных к анализу. Статистические характеристики объектов. Содержательный анализ данных и получение выводов. Сопоставление результатов анализа с отечественным и зарубежным уровнем исследований.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Анализ цели и задач исследования на основе критического обзора темы диссертационной работы.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2	2	Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

		эксперимента.		
3	3	Оборудование для консолидации порошков.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
4	4	Статистические характеристики объектов.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

4.3. Содержание 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	Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках НИР.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	Технологическое производственное и экспериментальное оборудование в производстве порошковых функциональных материалов. Оборудование для получения и обработки порошков.	Собеседование Творческое задание	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Подготовка первичных данных к анализу. Содержательный анализ данных и получение выводов.	Собеседование	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Техника эксперимента и методы исследования функциональных порошковых и композиционных материалов» 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;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

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, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1. Основная литература		
1	Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для вузов / Н. И. Сидняев. - Москва: Юрайт, 2011. – 399 с.	5
2	Планирование эксперимента и измерение физических величин : учебное пособие / А. В. Казаков ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014 .— 88 с.	5
3	Краткая энциклопедия по структуре материалов : пер. с англ. / Х. И. Ааронсон [и др.]. - Москва: Техносфера, 2011. – 607 с.	2
4	Анциферов В. Н. Перспективные материалы и технологии порошковой металлургии : учебное пособие / В. Н. Анциферов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. – 108 с.	5 ЭБ ПНИПУ
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1.	Ньюнхем Р. Э. Свойства материалов. Анизотропия, симметрия, структура : пер. с англ. / Р. Э. Ньюнхем. - Москва Ижевск: Ин-т компьют. исслед., Регуляр. и хаот. динамика, 2007. – 651 с.	2
2.	Цаплин А. И. Основы научных исследований в технологии машиностроения : учебное пособие / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. – 227 с.	5
3.	Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. Учебное пособие. СПб: Лань, 2015. – 320 с.	ЭБС Лань
4.	Гуртов В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие для вузов / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. - Москва: Техносфера, 2007. – 518 с.	12
5	Выбор оборудования при составлении технологического процесса изготовления деталей способом порошковой металлургии : Электрон. учеб. пособие (бум. копия). - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2000. – 22 с.	1
6	Анциферов В. Н. Порошковое материаловедение : монография / В. Н. Анциферов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2012. – 455 с.	4
2.2. Периодические издания		
1	Заводская лаборатория. Диагностика материалов.	
2	Материаловедение.	
3	Металловедение и термическая обработка металлов.	
4	Приборы и техника эксперимента.	
2.3. Электронные информационно-образовательные ресурсы		
	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов	

изданных в Изд-ве ПНИПУ]. — Электрон. дан. (1 912 записей). — Пермь, 2014- . — Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . — Загл. с экрана.	
---	--

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](#) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.
6. Научная электронная библиотека, <http://www.elibrary.ru>
7. Российская государственная библиотека, <http://www.rsl.ru>
8. Научная электронная библиотека «Киберленинка», <http://cyberleninka.ru/>
9. Бесплатная социальная сеть для ученых ResearchGate, <https://www.researchgate.net>
10. Ресурсы Open Access, <http://library.unecon.ru/e-resursy/open-access>
11. Directory of Open Access Journals (DOAJ), <https://doaj.org>
12. Электронная научная библиотека ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com>

6.2.2. Профессиональные базы данных

1. справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
2. 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.

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

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта

Таблица 4

№ п.п.	Помещения			Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория с мультимедийным обеспечением	Кафедра МТиКМ	21 корпуса МТиКМ	40	30
2	Технологическая лаборатория	Кафедра МТиКМ	22 корпуса МТиКМ	20	10
3	Компьютерный класс (учебный лабораторный комплекс «Фемтоскан»)	Кафедра МТиКМ	23 корпуса МТиКМ	40	20

Таблица 5

№ 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)	10	Оперативное управление	23
2	Мультимедиа-проектор, ноутбук, акустическая система	1	оперативное управление	21

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 и практическое задание.

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

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится путем выборочного контроля во время зачета.

Критерии оценки результатов обучения приведены в табл. 6.

Таблица 6

Шкала оценивания результатов освоения материала

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Не зачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

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

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

Типовые контрольные вопросы и задания для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

- 1) Планирование эксперимента по получению спеченного материала с вариацией температурно-временных параметров.
- 2) Планирование эксперимента механоактивации порошковой композиции с вариацией соотношений обрабатываемого материала и мелющих тел в планетарной мельнице типа Pulverizette
- 3) Планирование эксперимента механоактивации порошковой композиции с вариацией технических параметров планетарной мельницы и обрабатываемой шихты.
- 4) Подбор параметров испытаний для определения механических характеристик керамических материалов.
- 5) Компьютерное моделирование с помощью ПО CASINO глубины проникновения первичного луча в сканирующей электронной микроскопии для металлических материалов.
- 6) Компьютерное моделирование с помощью ПО CASINO глубины проникновения первичного луча в сканирующей электронной микроскопии для керамических материалов.
- 7) Расчет с помощью ПО PowderCell_2.4 теоретической дифрактограммы порошкового материала
- 8) Графическое представление результатов измерений с помощью ПО.

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

Программа

Порошковая металлургия и композиционные материалы

Кафедра

Механика композиционных материалов и конструкций

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

Дисциплина

«Техника эксперимента и методы исследования функциональных порошковых и композиционных материалов»

БИЛЕТ № 1

1. Планирование эксперимента по получению спеченного материала с вариацией температурно-временных параметров (*контроль знаний*).
2. Статистическая обработка результатов измерений с помощью ПО (*контроль умений и владений*).

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Аношкин А.Н.

« ____ » _____ 202 ____ г.

Лист регистрации изменений

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