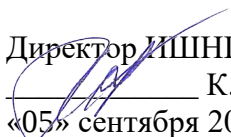


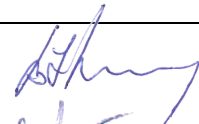
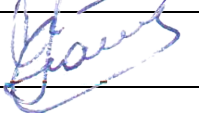
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Директор ИШНПТ
 К.К. Манабаев
«05» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2022 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

2.6.5 ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Группа научных специальностей	2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургии		
Научная специальность	2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы		
Уровень образования	Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации		
Курс	2	семестр	3,4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	72		
Самостоятельная работа, ч	72		
ИТОГО, ч	144		

Вид промежуточной аттестации	Зачет Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения материаловедения		В.А. Клименов	
Руководитель Программы аспирантуры (ПА)		С.В. Панин	

2022 г.

1. Общие положения

1. Рабочая программа составлена на основе самостоятельно устанавливаемых требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (далее СУТ) и Общей характеристики программы аспирантуры (далее ПА) по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы. Прием 2022 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

ФИО	Должность
Профессор ОМ	Панин С.В.

2. Программа рассмотрена и одобрена на заседании в ОМ Протокол № 72 от 30.08.2022 г.

2. Место и цели дисциплины в структуре ПА

Дисциплина А2.1.3 Порошковая металлургия и композиционные материалы относится к образовательному компоненту учебного плана Блок А2.1 программы аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче зачета и кандидатского экзамена.

Целью освоения дисциплины А2.1.3 Порошковая металлургия и композиционные материалы является углубленные знания новейших методов исследования и фундаментальных знаний; новых теоретических подходов и принципов дизайна композиционных материалов с заданными свойствами, включая подходы порошковой металлургии, и решение фундаментальных задач в области современного материаловедения.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

После успешного изучения дисциплины у аспиранта должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

	Планируемые результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам
1	Самостоятельно проектировать технологические процессы производства композиционных, порошковых материалов с заданными характеристиками
2	Создавать композиционные, порошковые материалы
3	Проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов композиционных, порошковых материалов

4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Получение и свойства порошков	Аудиторные занятия	22
	Самостоятельная работа	22
Раздел (модуль) 2. Теория и технология формования	Аудиторные занятия	16
	Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 3. Теория и технология спекания	Аудиторные занятия	18
	Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 4. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий	Аудиторные занятия	16
	Самостоятельная работа	16
Итого:	Аудиторные занятия	72
	Самостоятельная работа	72

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Получение и свойства порошков

Состав, структура и основные свойства порошков, методы исследования и контроля. Механические методы производства порошков. Физико-химические способы производства порошков. Классификация и маркировка металлических порошков. Классификация и разделение порошков на фракции по размерам частиц, составление смесей. Физико-химическая сущность и практика использования. Введение смазывающих, пластифицирующих веществ. Грануляция и распылительная сушка. Технологические присадки для регулирования процесса спекания и достижения желательной структуры изделий. Влияние процессов подготовки и смешивания порошков на свойства смесей и спеченных изделий. Контроль качества смешивания. Оборудование.

Темы практических занятий:

- Тема 1.** Свойства порошков и способы их определения
- Тема 2.** Механические способы получения порошков
- Тема 3.** Физико-химические способы получения порошков
- Тема 4.** Классификация и маркировка металлических порошков
- Тема 5.** Подготовка порошков к формованию

Раздел 2. Теория и технология формования

Классификация методов формования. Общая характеристика процессов уплотнения порошков. Технология холодного прессования в закрытых пресс-формах, изостатическое прессование, непрерывное формование, технология мундштучного прессования, импульсное прессование. Основные характеристики динамического (ударного) холодного и горячего прессования. Различные виды взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневматического прессования. Инжекционное формование, шликерное формование, особенности формования металлических волокон, прочность изделий из металлических волокон. Приборы и методы контроля.

Темы практических занятий:

- Тема 1.** Теоретические основы формования порошковых материалов
- Тема 2.** Процессы формования заготовок и изделий из порошков

Раздел 3. Теория и технология спекания

Дефекты кристаллической решетки, диффузия, ползучесть и рекристаллизация в

металлах и сплавах. Движущие силы процесса спекания. Механизмы процессов спекания однокомпонентных систем. Закономерности и кинетика спекания многокомпонентных систем без образования жидкой фазы. Особенности усадки при спекании систем с образованием твердых растворов и интерметаллических соединений. Закономерности и кинетика спекания систем в присутствии жидкой фазы. Влияние порошков на уплотнение и формирование свойств. Активированное спекание. Виды, особенности и физико-химические явления, лежащие в основе процесса. Горячее изостатическое прессование.

Темы практических занятий:

Тема 1. Теория спекания

Тема 2. Ползучесть кристаллических тел

Тема 3. Спекание многокомпонентных систем

Тема 4. Жидкофазное спекание

Тема 5. Активированное спекание

Раздел 4. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий

Классификация методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности, области применения химических, электрохимических, газофазных и физических методов, основные преимущества и недостатки. Процессы образования низкотемпературной плазмы. Диссоциация, ионизация, потенциал и степень ионизации, дебаевский радиус экранирования, амбиполярная диффузия, уравнение подвижности Ланжевена, рамзауэровские сечения столкновений, теплопроводность плазмы. Плавление, испарение, сублимация и диссоциация материала; состав газовой фазы; взаимодействие распыленных частиц с кислородом, влагой, углеродосодержащими газами, водородом, азотом; кристаллизации и фазовые превращения.

Темы практических занятий:

Тема 1. Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности

Тема 2. Физико-химические основы процессов формирования покрытий

Тема 3. Технология и оборудование для нанесения покрытий

Тема 4. Служебные свойства и методы контроля качества покрытий

5. Организация самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с теоретическим материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- Поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.
- Исследовательская работа и участие в научных конференциях;
- Анализ научных публикаций по определенной тематике;
- Подготовка реферата для сдачи кандидатского экзамена.
- Подготовка к зачету и кандидатскому экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Андриевский Р. А.. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Андриевский Р. А.. - 3-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 255 с. - Книга из коллекции Лаборатория знаний - Нанотехнологии. - ISBN 978-5-00101-475-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94128>. - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Аникин В. Н. Теоретические основы спекания порошков. Кинетика спекания реальных материалов. Курс лекций: учебное пособие / В. Н. Аникин, И. В. Блинков, В. С. Челноков. - Москва: МИСИС, 2014. - 121 с. - ISBN 978-5-87623-699-9 - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/47441>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие / под ред. А. А. Берлина. - 4-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Профессия, 2014. - 591 с.: ил.. - Библиография в конце глав. - ISBN 978-5-91884-056-6. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C277933>
4. Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. П. Ильин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт физики высоких технологий (ИФВТ), Кафедра общей и неорганической химии (ОНХ). — 2-е изд., испр. и доп.. — 1 компьютерный файл (pdf; 4 357 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m006.pdf> (контент)

Дополнительная литература

1. Процессы получения металлических порошков: учебное пособие / В. Ю. Лопатин, Ж. В. Еремеева, Ю. С. Погожев, Е. И. Пацера. - Москва: МИСИС, 2017. - 52 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108093> - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Нано- и биоккомпозиты: учебное пособие / под редакцией А. К.- Т. Лау [и др.]; перевод с английского И. Ю. Горбуновой, Т. П. Мосоловой. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 393 с. - ISBN 978-5-00101-727-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135507> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Витязь П. А. Наноматериаловедение: учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис. - Минск: Вышэйшая школа, 2015. - 511 с. - ISBN 978-985-06-2356-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65571> - Режим доступа: для авториз. пользователей

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс
3. Информационно-справочные системы: Программный комплекс КОДЕКС: ИНТРАНЕТ, Техэксперт
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. SciVal (модули: Overview, Benchmarking, Collaboration)
6. Электронная библиотека <http://grebennikon.ru>
7. InCites Journal Highly Cited Data (JCR и Essential Science Indicators)
8. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip; AdAstra Trace Mode IDE 6 Base; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; DOSBox; Google Chrome; Modus Модус демо-версия; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Top Systems T-FLEX CAD Education; TOR Coop Elcut Student; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для проведения занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 144	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

8. Порядок организации оценивания результатов освоения дисциплины

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, НИД, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена, зачета

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям
55% - 100%		«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0 – 54%		«Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Оценочные мероприятия. Перечень типовых заданий

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
Опрос	1. Физические основы генерации плазменных потоков металла: методы получения атомарных потоков вещества, испарение, распыление, реактивное напыление и энергетическое состояние осаждаемых атомов, ускорение и дополнительная ионизация плазменного потока магнитным полем. 2. Дефекты в покрытиях: микродефекты, избыточная концентрация вакансий, дефекты дислокационного типа, остаточные напряжения, неоднородность состава, форма роста. Закалка. Изменение структуры и свойств при закалке. 3. Термическое взаимодействие частиц с подложкой. Температура и время в контакте. 4. Основные виды генерации металлической плазмы: электродуговая, магнетронная, ионно-лучевая, термоэмиссионная, электронно-лучевая, торцевой холловский ускоритель. 5. ...
Самостоятельное изучение тем дисциплины	Темы: 1. Электрохимические процессы получения порошков, технология производства электрохимических порошков из водных растворов (порошки железа, никеля, меди, кобальта, хрома, марганца) и расплавленных сред (порошки титана, ниобия, тантала, бериллия, молибдена, вольфрама, циркония). 2. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Физико-химические основы. Получение порошков тугоплавких соединений (карбидов, боридов, нитридов, силицидов, гидридов). Физические основы и способы получения аморфных и мелкокристаллических порошков. 3. Уравнения прессования, зависимость плотности брикета от давления прессования, распределение напряжений и плотности при прессовании изделий сложной формы. 4. Различные виды взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневматического прессования. 5. Механизм спекания, поверхностное натяжение на границе твердого и расплавленного металлов, перекристаллизация через жидкую фазу.

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	6. Активированное спекание. Виды, особенности и физико-химические явления, лежащие в основе процесса. Горячее изостатическое прессование. Углеродные наноматериалы с фуллереноподобной структурой. 7. Технологии получения сложнопрофильных изделий с геометрической формой, близкой к конечному изделию (ГИП, аддитивные технологии). 8. Жаропрочные материалы на основе никеля и способы повышения их свойств (на примере интерметаллида NiAl). 9. Способы получения боридов и силицидов тугоплавких металлов. Особенности структуры и свойства боридов и силицидов. 10. Методы получения углеродных материалов с организованной структурой. 11. Композиционные материалы с углеродным волокном. Способы получения, механизм упрочнения, свойства. 12. Алмазосодержащие режущие материалы с наномодифицированной металлической матрицей. 13. Получение и свойства спеченного алюминиевого порошка (САП) 14. Высокопористые материалы. Особенности технологии получения, свойства, области применения. 15. Порошковые технологии получения жаропрочных титановых сплавов. Структура, свойства и применение.
Зачет	Итоговая оценка суммируется по итогам текущего контроля в семестре.
Индивидуальное задание	Индивидуальное задание тематически и содержательно соответствует теме диссертации.
Реферат	Тематика рефератов: 1. Инжекционное формование металлических и керамических порошков. 2. Современные технологии изостатического формования металлических и керамических порошков. 3. Способы активирования процесса спекания металлических порошков. 4. Особенности формования и спекания бидисперсных (бимодальных) порошковых смесей. 5. Композиционные материалы, армированные дискретными волокнами. Критическая длина волокон. 6. Распределение напряжений по длине волокон. 7. Статистическая модель разрушения композиционных материалов. 8. Статистическая прочность композиционных материалов. 9. Формирование и развитие трещин в композиционном материале. 10. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов в композиционном материале. 11. Виды межфазного взаимодействия.
Кандидатский экзамен	Вопросы на экзамен: Физико-химические способы производства порошков: производство порошков восстановлением водородом, углеродом, металлами; получение порошков железа, кобальта, тугоплавких металлов и их сплавов и соединений восстановлением углеродом, водородом, металлами; получение легированных порошков совместным восстановлением из смесей оксидов, плазменные процессы восстановления порошков. Механизм повышения сопротивления пластической деформации и упрочнения композитов частицами. Основные принципы выбора упрочняющих частиц. Зависимость механических свойств от размера частиц и расстояния между ними. Отличие дисперсно-упрочненных композитов от дисперсно-твердеющих сплавов. Дисперсно-упрочненные композиты на основе алюминия и никеля. Их получение, свойства и применение. Физические основы генерации плазменных потоков металла: методы получения атомарных потоков вещества, испарение, распыление, реактивное напыление и энергетическое состояние осаждаемых атомов,

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	ускорение и дополнительная ионизация плазменного потока магнитным полем. Механизмы процессов спекания однокомпонентных систем. Основные стадии процесса спекания. Закономерности и кинетика спекания многокомпонентных систем без образования жидкой фазы. Особенности усадки при спекании систем с образованием твердых растворов и интерметаллических соединений с учетом влияния гетеродиффузии. Преимущества многослойных композитов перед обычными материалами и их свойства. Анизотропия свойств. Модуль упругости, правило смеси для расчета жесткости композитных изделий. Механические свойства при статистическом и динамическом нагружении, зависимость механических свойств от геометрических характеристик слоев, их числа и последовательности укладки. Механизм деформации и разрушения многослойных композитов. Влияние состояния поверхности раздела между слоями на свойства композитов. Взаимодействие напыляемых частиц с подложкой. Физический контакт. Уравнения химической реакции на границе раздела фаз. Энергия активации. Оценка ударного и напорного давления в контакте. Термическое взаимодействие частиц с подложкой. Температура и время в контакте.....

Методические указания по процедуре оценивания

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
Опрос	Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный опрос.
Индивидуальное задание	Индивидуальное задание тематически и содержательно соответствует теме диссертации. Преподаватель оценивает полноту содержания и правильность выполненного задания.
Зачет	Промежуточная аттестация по дисциплине проводится после 3 семестра преподавателем, реализующим дисциплину. Зачет проводится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации ТПУ. Итоговая оценка суммируется по результатам текущего контроля в семестре. Максимум 100 баллов, «не зачтено» – 0-54 балла, «зачтено» – 55-100 баллов.
Реферат	В рамках подготовки к кандидатскому экзамену по дисциплине «Порошковая металлургия и композиционные материалы» аспирант представляет реферат по тематике своего диссертационного исследования. Тема реферата должна быть согласована с научным руководителем диссертации. Проверку подготовленного реферата проводит член экзаменационной комиссии. При наличии оценки «зачтено» за реферат аспирант допускается к сдаче кандидатского экзамена. <i>Требования к оформлению.</i> Реферат выполняется на листах бумаги формата А4. Текст печатается на компьютере 14 шрифтом. Пробел между строками – 1,5 интервала. При написании текста необходимо соблюдать поля: левое - 25÷30 мм, правое – 10÷15 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм. Все страницы реферата нумеруются и брошюруются. Объем работы должен составлять не менее 1-го авторского листа (не менее 24 стр.). <i>Оригинальность текста реферата</i> должна составлять 95%. <i>Структура реферата</i> включает титульный лист, лист рецензии, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. <i>Титульный лист</i> является первым листом реферата и заполняется по образцу. <i>Содержание</i> включает наименование глав, разделов, параграфов с указанием номера страницы, с которой они начинаются. Во <i>введении</i> раскрывается

Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
	значение выбранной темы, степень ее исследованности, цель и задачи работы, формулируются основные положения темы и структура работы. Текст <i>основной части</i> делится на главы, разделы или параграфы, здесь излагается содержание работы. В основной части целесообразно выделение 2-3 вопросов, отражающих разные аспекты темы. В реферате важно привести различные точки зрения на проблему и дать им оценку. В <i>заключении</i> подводятся итоги рассмотрения темы. Приветствуется определение автором перспективных направлений по изучению проблемы. Страницы реферата нумеруются арабскими цифрами, соблюдается сквозная нумерация по всему тексту. Номер ставится внизу страницы по центру. Каждая глава (раздел) должна начинаться с новой страницы. <i>Ссылки</i> на источники, цитаты в тексте в квадратных скобках. <i>Список использованной литературы</i> дается в алфавитном порядке и должен содержать не менее 15 источников, из них не менее 50% последних пяти лет, из которых не менее половины последних двух лет.
Кандидатский экзамен	Промежуточная аттестация в 4 семестре по дисциплине «Порошковая металлургия и композиционные материалы» проводится по окончании курса и направлена на получение информации о владении содержанием курса в виде кандидатского экзамена. Прием кандидатских экзаменов осуществляется в комиссии, утвержденной приказом ректора, в составе которой должно участвовать не менее 3-х членов, очно и в устной форме. В случае особых обстоятельств допускается прием кандидатского экзамена в режиме онлайн. Структура кандидатского экзамена дисциплины «Порошковая металлургия и композиционные материалы». Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса. В случае возникновения спорной ситуации аспиранту задаются дополнительные вопросы, которые фиксируются в соответствующем разделе протокола экзамена. Критерии оценки ответа на кандидатском экзамене: Ответ оценивается на «Отлично» в том случае, если ответ соответствует следующим критериям: аспирант полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебниками; изложил материал грамотным языком в необходимой последовательности; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Возможны одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов. Ответ оценивается на «Хорошо» в том случае, если ответ в основном соответствует требованиям на отличную отметку, но при этом существует один из недостатков: допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущена ошибка или более двух недочетов при ответе на второстепенные вопросы. Ответ оценивается на «Удовлетворительно» в том случае, если в процессе ответа не полностью или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; аспирант не смог привести примеры для прояснения теории. Ответ оценивается как <i>неудовлетворительный</i> в том случае, если аспирант не смог раскрыть теоретическое содержание материала в минимальном объеме, предусмотренном программой; отсутствует последовательность изложения и употребление необходимой терминологии; Все ответы сопровождаются наводящими вопросами преподавателя.