

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский технологический  
университет «МИСиС»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям

М.Р. Филонов

«03» сентября 2018г.

Проректор по учебной работе

В.Л. Петров

«03» сентября 2018г.



## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки/специальность  
22.06.01 «Технологии материалов»

Направленность (профиль)/специализация  
«Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Форма обучения  
очная

Квалификация (степень) выпускника аспирантуры  
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва 2018

ДИРЕКТОР ЦПКВ  
ИГНАТОВ А.С.

## **1. Общая характеристика государственной итоговой аттестации**

**1.1 Целью проведения государственной итоговой аттестации (далее ГИА)** является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы высшего образования соответствующим требованиям стандартов ФГОС ВО по направлению 22.06.01 Технологии материалов (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

**1.2 Основные задачи государственной итоговой аттестации направлены на формирование и проверку освоения следующих компетенций:**

УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
УК-6	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии
ОПК-2	способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции
ОПК-3	способностью и готовностью экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества
ОПК-4	способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности
ОПК-5	способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития

	материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
ОПК-6	способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
ОПК-7	способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей
ОПК-8	способностью и готовностью обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады
ОПК-9	способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ
ОПК-10	способностью выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов
ОПК-11	способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов
ОПК-12	способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий
ОПК-13	способностью и готовностью участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления
ОПК-14	способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий
ОПК-15	способностью и готовностью разрабатывать мероприятия по реализации разработанных проектов и программ
ОПК-16	способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества
ОГТК-17	способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований
ОПК-18	способностью и готовностью вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий
ОПК-19	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

ПК-1	углубленно знает теоретические и технологические основы получения порошковых и композиционных материалов, покрытий и изделий на их основе владеет навыками прогнозирования и исследования свойств различных видов порошковых, композиционных материалов и покрытий способен применять полученные знания для решения задач в области разработки, изготовления, применения и тестирования изделий порошковой металлургии
ПК-2	способен использовать современные представления на о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов применять углубленные знания о специфике различных типов наночастиц и нанобъектов, основных подходах к синтезу наноструктур и методах их исследования на практике
ПК-3	углубленно знает физико-химические и технологические основы процессов получения керамических и композиционных материалов владеет методами исследования, прогнозирования и регулирования их основных физических и эксплуатационных характеристик

ПК-4	углубленно знает физико-химические основы поверхностных явлений и процессов, протекающих на границах раздела фаз способен использовать современные представления о структуре и свойствах дисперсных систем, о влиянии микро- и нано- масштаба на свойства материалов для анализа задач фундаментального материаловедения и технологии новых материалов .
ПК-5	готовность к организации научной деятельности по специальности
ПК-6	готовность к педагогической деятельности в области технологии материалов
ПК-7	способность самостоятельно планировать эксперимент, проводить его в соответствии с намеченным планом, обрабатывать экспериментальные данные с использованием современных компьютерных программ
ПК-8	способность анализировать результаты моделирования процессов, оценивать пределы их применения и прогнозировать использование в технологиях черной и цветной металлургии
ПК-9	способность разрабатывать новые и совершенствовать, оптимизировать существующие технологические процессы в области порошковой металлургии
ПК-10	готовность самостоятельно проводить научно-исследовательскую работу и получать научные результаты, удовлетворяющие установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы
ПК-11	способность разработать курс (дисциплину) по тематике профиля подготовки на основе литературных источников, результатов научных исследований, в том числе, собственных

### 1.3 Формы проведения государственной итоговой аттестации

ГИА проводится в форме:

- государственного экзамена;
- представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

### 1.4 Объем государственной итоговой аттестации в ЗЕ

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 22.06.01 «Технологии материалов» в Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» входят: сдача государственного экзамена и научный доклад об основных результатах подготовленной научной квалификационной работы.

Общая трудоемкость ГИА составляет 9 зачетных единиц (324 часа).

Вид ГИА	Трудоемкость (з.е. / часы)	Семестры
1. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	1,5 з.е. / 54 часа	8
2. Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).	7,5з.е. /270 часов	8

### 1.5 Особенности проведения ГИА

Язык, на котором проводится ГИА – русский.

## 2 Структура и содержание государственной итоговой аттестации

### 2.1 Государственный экзамен

Государственный экзамен проводится по дисциплинам, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

#### 2.1.1 Государственный экзамен проводится письменно.

#### 2.1.2 Состав учебных дисциплин, включенных в программу государственного экзамена:

- История и философия науки.
- Технология материалов
- Методы аналитического материаловедения
- Педагогика высшей школы.
- Порошковая металлургия и композиционные материалы
- Теория формования и спекания порошковых материалов
- Теоретические основы структурообразования при спекании порошковых сталей

- Тенденции формирования функциональных поверхностей методами плазменного напыления
- Закономерности и механизмы горения в СВС-системах
- Педагогическая практика

### 2.1.3 Контрольные вопросы к экзамену:

## ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

1. Философия науки в историческом развитии и социокультурном контексте.
2. Преднаука и две стратегии порождения научных знаний.
3. Становление первых форм теоретического знания в античной культуре. Эпистеме и докса.
4. Роль христианской теологии в формировании философии и науки в средние века. Вера и разум.
5. Особые формы знания в средние века: алхимия, астрология и магия.
6. Формирования идеалов классической науки в философии Нового времени. Эмпиризм и рационализм (Ф. Бэкон и Р. Декарт).
7. Философия науки в немецкой классической философии (И. Кант и Ф. Гегель).
8. Позитивистская традиция в философии науки. Этапы развития позитивизма в XIX- XX веках.
9. Постпозитивистская традиция в западной философии науки. (Концепции науки К. Поппера, И. Лакатоса, Т. Куна, П. Фейерабенда, М. Полани).
10. Многообразие форм познавательной деятельности. Особенности научного познания.
11. Три аспекта бытия науки: наука как познавательная деятельность, как социальный институт, как особая сфера культуры.
12. Понятие науки, ее предмет, структура и функции. Типы научного знания.
13. Всеобщие методы научного познания. Диалектика и метафизика.
14. Сущность, структура и методы эмпирического познания.
15. Сущность, структура и методы теоретического исследования.
16. Понятие творчества. Идеалы и нормы научного творчества.
17. Понятие научной теории. Классический и неклассический варианты формирования научной теории.
18. Понятие научной истины. Основные и дополнительные критерии истины.
19. Научная истина в окружении паранаучного знания. Пределы научности в познании мира, общества и человека.
20. Научные традиции и научные революции. Глобальные революции и типы научной рациональности: классический, неклассический и постнеклассический.
21. Основные модели развития науки: кумулятивизм и антикумулятивизм, интернализм и экстернализм.
22. Философские основания науки. Функции философии в научном познании.

23. Этические проблемы науки в начале XXI в. Социальная ответственность ученого и свобода научного исследования.
24. Проблемы экологической этики в современной западной философии (Б. Калликот, О. Леопольд, Р. Аттфильд).
25. Наука и мировоззрение. Научная картина мира в исторической динамике.
26. Постнеклассическая наука и изменение мировоззренческих установок техногенной цивилизации. Сциентизм и антисциентизм в XX- XXI веках.
27. Современные процессы интеграции и дифференциации наук.
28. Наука как социальный институт. Научные сообщества и научные школы в исторической динамике. Научные школы НИТУ «МИСиС».
29. Роль науки в преодолении современных глобальных кризисов.
30. Взаимоотношение науки с государственной властью. Проблема государственного регулирования науки.

### ***Основная литература***

1. Берков В.Ф. Философия и методология науки. Минск, 2004.
2. Западная философия: итоги тысячелетия: антология. М., 1997.
3. Зотов А.Ф. Современная западная философия. М., 2001.
4. История философии: Запад Россия Восток: в 4 кн. Кн. 4. Философия XX века. М., 1999.
5. История философии: учебник / под ред. ч. С. Кирвеля. Минск, 2001.

### ***Дополнительная литература***

1. Йолон П.Ф. Система теоретического знания // Логика научного исследования, - С.64.
2. Кохановский В. П. "Философия и методология науки"

## **ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ**

1. Анализ технических решений по направленностям\* технологий материалов.
2. Анализ перспектив развития направленностей технологий материалов.
3. Проведите анализ влияния развития направленностей технологий материалов на:
  - а) общество;
  - б) экономику;
  - в) экологию.
4. Варианты взаимодействия направленностей технологий материалов для решения научных и технических задач.

\*Направленности технологий материалов:

1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.
2. Физико-химия процессов и материалов.
3. Физико-химия наноматериалов.

4. Функциональные материалы.
5. Модифицирование поверхности и защита от коррозии.
6. Инжиниринг металлургического оборудования и технологий.
7. Металловедение цветных металлов и сплавов.
8. Технология минерального сырья.
9. Сплавы с памятью формы.
10. Производство изделий с наноструктурированным состоянием.
11. Обработка металлов давлением.
12. Металлургия цветных, редких и благородных металлов.
13. Теплофизика и экология металлургического производства.
14. Литейные технологии и перспективные материалы.
15. Металлургия вторичных ресурсов.
16. Экстракция черных металлов.
17. Теория пирометаллургических процессов.
18. Термохимия материалов и термодинамическое моделирование.
19. Теория и технология получения металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах.
20. Математическое моделирование процессов получения металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах.
21. Переработка техногенных материалов и вторичных ресурсов экологически чистыми технологиями.
22. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

### ***Основная литература***

1. Васильев В.Ю., Пустов Ю.А. Коррозионная стойкость и защита от коррозии металлических, порошковых и композиционных материалов. Учебное пособие. М.: МИСиС "Учёба". 2005.
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. М.: Машиностроение. 2012.
3. Горбатюк С.М. Борисевич В.Г. Технологические основы проектирования машин и агрегатов металлургических предприятий: Курс лекций. М.: МИСиС. 2008.
4. Добаткин С.В. Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикроструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2007.
5. Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Теоретические основы процессов создания композиционных материалов. Учебное пособие. М.: МИСиС. 2011.
6. Костиков В.И., Еремеева Ж.В., Ниткин Н.М., Шарипзянова Г.Х. Технология композиционных материалов для автомобилестроения и других отраслей техники: Монография. Университет машиностроения. 2012.
7. Крупин Ю.А., Филиппова В.Б. Металловедение спецсплавов: Коррозионностойкие материалы: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2008.
8. Кулифеев В.К., Тарасов В.П., Кропачев А.Н. Комплексное использование сырья и отходов: переработка техногенных отходов: Курс лекций. М.: МИСиС. 2009.
9. Кучеряев Б.В., Крахт В.Б., Соколов П.Ю. Моделирование процессов и объектов в металлургии. Моделирование и оптимизация процессов листовой

- прокатки: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2008.
10. Лякишев Н.П., Гасик М.И., Дашевский В.Я. Metallургия ферросплавов. Часть 3. Metallургия железоуглеродистых сплавов, сплавов никеля, кобальта, фосфора, селена и теллура, электрокорунда и флюсов. Ферросплавные печи и самообжигающиеся электроды: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2009.
  11. Лякишев Н.П., Гасик М.И., Дашевский В.Я. Metallургия ферросплавов. Часть 1. Metallургия сплавов кремния, марганца и хрома: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2006.
  12. Новиков И.И., Золоторевский В.С., Портной В.К. и др. Metallоведение. Учебник. В 2-х томах. Т. I. М.: МИСиС. 2014.
  13. Новиков И.И., Золоторевский В.С., Портной В.К. и др. Metallоведение. Учебник. В 2-х томах. Т. II. М.: МИСиС. 2014.
  14. Опара Б.К. Инженерная защита металлопродукции, конструкций и сооружений. Электрохимическая защита и рациональное конструирование: Курс лекций. М.: МИСиС. 2008.
  15. Падерин С.Н., Серов Г.В. Физико-химия металлов и неметаллических материалов: Учебно-методическое пособие. М.: МИСиС. 2007.
  16. Пантелеева Н.Ф., Думов А.М. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Специальные методы обогащения: Курс лекций. М.: МИСиС. 2009.
  17. Педос С.И., Шугаев В.А. Теория формирования покрытий. Методы получения покрытий. Учебное пособие. М.: МИСиС "Учёба". 2007.
  18. Петелин А.Л., Михалина Е.С. Термодинамика и кинетика металлургических процессов: Курс лекций. М.: МИСиС. 2005.
  19. Левашов Е.А., Рогачев А.С., Курбаткина В.В., Максимов Ю.М., Юхвид В.И. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Учебное пособие. М.: МИСиС. 2011.
  20. С.И. Лолейт, М.А. Меретуков, Л.С. Стрижко и др. Современные проблемы металлургии и материаловедения благородных металлов: М.: МИСиС. 2011.

### *Дополнительная литература*

1. Адамов Э.В., Панин В.В. Биотехнология металлов: Курс лекций для студентов специальности 090300. М.: МИСиС. 2003.
2. Андреева А.В., Еремеева Ж.В., Шарипзянова Г.Х. Материалы в современном автомобилестроении. Учебное пособие. Университет машиностроения. 2013.
3. В.А. Соколов, С.В. Махов. Metallургия вторичных легких металлов: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2011.
4. Глезер А.М., Левашов Е.А., Королева М.Ю. Конструкционные наноматериалы. Учебное пособие. М.: МИСиС. 2011.
5. Голубев О.В., Черноусов П.И. Metallургические методы переработки промышленных и бытовых отходов. Часть 2. Особые виды твердых бытовых отходов: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2005.
6. Голубев О.В., Черноусов П.И., Травянов А.Я. Metallургические методы переработки промышленных и бытовых отходов. Часть 1. Образование и проблемы переработки твердых бытовых отходов: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2005.
7. Дудко Т.А., Чиченев Н.А., Шур И.А. Расчет и проектирование механизмов и систем технологического оборудования: формообразующее оборудование. Механические и гидравлические прессы: Курс лекций. М.: МИСиС. 2008.
8. Ермилов А.Г., Лопатин В.Ю. Нанокристаллические материалы из

- металлоорганики: моногр. М.: МИСиС. 2013.
9. Иванов С.А., Чиченев Н.А. Металлургические подъемно-транспортные машины: конвейеры: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2009.
  10. Клемперт В.М. Моделирование инновационных объектов и процессов: Курс лекций. М.: МИСиС. 2005.
  11. Колтыгин А.В. Экологическая экспертиза в литейном производстве: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2004.
  12. Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Директивная технология композиционных материалов. Учебное пособие. М.: МИСиС. 2011.
  13. Кошкин Б.В. Сертификация и стандартизация защиты от коррозии: Учебно-методическое пособие. М.: МИСиС. 2008.
  14. Кузнецов Г.Д. Технология материалов электронной техники. Атомно-молекулярные процессы кристаллизации: Учебно-методическое пособие. М.: МИСиС. 2006.
  15. Кузнецов Г.Д., Кушхов А.Р. Ионно-плазменная обработка материалов: Курс лекций. М.: МИСиС. 2008.
  16. Лаптев А.И., Ермолаев А.А. Алмазные поликристаллические материалы: механизм и кинетика синтеза поликристаллического алмаза: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2008.
  17. Лаптев А.И., Ермолаев А.А. Сверхтвердые материалы. Особенности структуры углеграфитовых материалов и основы термодинамики их превращения в алмаз: Учебное пособие. М.: МИСиС. 2007.
  18. Рогачев А.С., Мукасян А.С. Горение для синтеза материалов: введение в структурную макрокинетику. ФИЗМАТЛИТ. 2012.
  19. "Concise Encyclopedia of Combustion Synthesis: History, Theory, Technology, and Products", Eds I. Borovinskaya, A. Gromov, E. Levashov, Yu. Maksimov, A. Mukasyan, A. Rogachev, Elsevier, 2017, 466 p.
  20. Медведев А.С., Богатырева Е.В. Теория и практика гидрометаллургических процессов, производства цветных и редких металлов. М.: МИСиС. 2009.
  21. Н. А. Белов. Фазовый состав промышленных и перспективных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2010.
  22. Нарва В.К. Технология получения порошковых материалов и изделий. Курс лекций. М.: МИСиС. 2012.
  23. Никулин С.А., Турилина В.Ю. Материаловедение и термическая обработка металлов. Специальные стали. М.: МИСиС "Учёба". 2007.
  24. Панов В.С., Лопатин В.Ю. Составы, технология и свойства порошковых материалов для ядерной техники. М.: МИСиС. 2008.
  25. Панов В.С., Шуменко В.Н. Технология и свойства спеченных твердых сплавов: Курс лекций. М.: МИСиС. 2013.
  26. Протасов А.В., Сивак Б.А., Чиченев Н.А. Машины и агрегаты металлургического производства: Агрегаты внепечной обработки жидкой стали: Курс лекций. М.: МИСиС. 2009.
  27. Стрижко Л.С., Лолейт С.И. Извлечение благородных металлов из электронного лома. Издательский дом "Руда и Металлы". 2009.

## МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

1. Аналитическое материаловедение и его методы. Особенности исследований наноматериалов и низкоразмерных объектов.
2. Методы отбора и пробоподготовки образцов материалов и покрытий
3. Примеры использования Интернет ресурсов по структуре и свойствам функциональных материалов и покрытий
4. Аналоговые и цифровые измерения. Способы выделения полезного сигнала. Методы математической статистики для анализа данных измерений.
5. Корреляция структура-свойства. Методы компьютерного моделирования и разработки новых материалов.
6. Особенности и применимость методов аналитического материаловедения в исследовании материалов и покрытий.
7. Устройство и режимы работы оптического и растрового электронного микроскопа. Типы формируемого контраста. Виды детекторов и дополнительного оборудования РЭМ.
8. Аналитическая электронная микроскопия и локальный химический анализ .
9. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения
10. Устройство и режимы работы безконтактного оптического профилометра
11. Устройство и режимы работы сканирующего зондового микроскопа и МАС.
12. Расчет толщины покрытий по данным оптической, электронной микроскопии и профилометрии.
13. Определение параметров шероховатости по экспериментальным профилограммам
14. Выбор метода определения шероховатости поверхности и обработки данных
15. Комбинационное рассеяние (Рамановская спектроскопия) и оптическая спектроскопия.
16. Расчет напряжений Герца при упругом механическом контакте для типичных контртел и нагрузок. Методы измерения твердости
17. Расчет проекции площади контакта контртела в форме пирамиды, конуса, шара
18. Оценка применимости метода наноиндентирования для испытаний покрытий с учетом их толщины и шероховатости поверхности
19. Сопоставление результатов избирательного и матричного наноиндентирования и микроиндентирования
20. Расчет износа плоского образца и контртела после трибологических испытаний по схеме «сфера-плоскость»
21. Анализ экспериментальных данных измерительного царапания для определения критической нагрузки.
22. Возможности и ограничения сканирующей зондовой микроскопии.
23. Механизмы разрушения покрытий при вдавливании и циклическом ударе контртела.
24. Механизмы разрушения покрытий в условиях скольжения и царапания нагруженным контртелом.

25. Принципы выбора условий испытаний покрытий при локальном механическом контакте.
26. Материаловедческие задачи, решаемые методами взаимодействия твердого тела с контртелом.

### ***Основная литература:***

1. Под редакцией А. Кавальеро и Д. де Хоссона. Наноструктурные покрытия. М.: Техносфера. 2011.
2. Д. Уайтхауз. Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы: Долгопрудный: Издательский Дом Интеллект, 2009.
3. Брандон Д., У. Каплан. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля (2-ое изд.) М.: Техносфера. 2006.
4. И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения. Учебник для вузов; Под ред. Д.Г. Громаковского. Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000.
5. М.И.Петржик, Ф.В. Кирюханцев-Корнеев, М.В. Воробьёва. Методы аттестации наноструктурных поверхностей: Методы формирования и исследования функциональных поверхностей. Лабораторный практикум М.: Изд. Дом МИСиС, 2015.

### ***Дополнительная литература:***

1. Ю.Д. Ягодкин, А.Н. Иванов. Методы исследования поверхностного слоя. Уч. пособие № 1521. М.: МИСиС. 1999.
2. Спр. изд. в трех кн. Под ред. П. Профоса. Измерения в промышленности. Кн.
3. М. Металлургия. 1990.

## **ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

1. Понятие и сущность педагогики как науки. Предмет педагогики.
2. Основные понятия педагогической науки. Педагогическая теория, понятие и сущность
3. Понятие педагогической системы и ее сущность
4. Дидактика. Основные требования к современным образовательным технологиям. Дидактические системы.
5. «Педагогическая технология», «технология обучения», «образовательная технология».
6. Педагогическая деятельность. Виды педагогической деятельности в современной высшей школе. Этапы и формы педагогического проектирования
7. Предмет, цели и задачи образования. Принципы современного образования.
8. Педагогическая проблема, педагогическая задача и педагогическая ситуация
9. Педагогический процесс и его элементы
10. Понятие компетентностного подхода

11. Понятие образовательной среды. Типы образовательной среды, компоненты образовательной среды
12. Методы и средства педагогической деятельности. Основные педагогические средства
13. Нормативноправовая база образования в РФ
14. Предмет, цели и задачи образования. Принципы современного образования
15. Традиционное и инновационное образование. Инновационные образовательные технологии.
16. Деятельностно ориентированные технологии. Технологии обучения в сотрудничестве
17. Правила выдвижения познавательных задач в современной дидактике
18. Современные образовательные технологии, сущность, особенности и признаки.
19. Технологии активного обучения.
20. Имитационные и неимитационные технологии. Технологии активного деятельностного типа.
21. Технологии проблемного обучения. Технология ситуационного обучения.
22. Современные образовательные технологии, сущность, особенности и признаки
23. Особенности развития высшего образования в конце XX- начале XXI века. Состояние высшего образования в РФ. Особенности современного образования. Технологизация образования
24. Основные проблемы современного образования. Педагогика высшего образования. Цели и задачи.
25. Учебная деятельность в высшей школе. Управление процессом обучения в высшей школе
26. Особенности дидактики высшей школы. Задачи дидактики высшей школы. Принципы дидактики высшей школы
27. Методы обучения. Понятия и классификация. Классификация методов обучения в педагогике высшей школы. Классификация средств обучения в инженерном образовании
28. Образовательный стандарт высшего образования: понятие, сущность, требования
29. Профессиональная подготовка преподавателя высшей школы
30. Способы конструирования и структурирования содержания образования в высшей школе
31. Образовательные технологии высшей школы
32. Преподавание в инженерном вузе. Особенности инженерной педагогики. Особенности обучения техническим дисциплинам. Использование визуальных средств в инженерном образовании.
33. Ключевые группы качеств студента и критерии их оценки
34. Фонд оценочных средств в высшей школе

## ***Основная литература***

1. Кудряшева, Л. А. Педагогика и психология/Кудряшева Л.А. – М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015.
2. Трайнев, В. А. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] / В. А. Трайнев, В. Ю. Теплышев, И. В. Трайнев. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К<sup>о</sup>”, 2013. – 320 с.

## ***Дополнительная литература***

1. Основы педагогического мастерства и профессионального саморазвития: Учебное пособие / С.Д. Якушева. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
2. Резник С. Д. Аспирант вуза [Текст] : технологии научного творчества и педагогической деятельности / С. Д. Резник. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 518 с.
3. Федотова Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 336 с.

## **ПРИКЛАДНАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

1. Энтальпия, энтропия, активность, химический потенциал, движущая сила. Закон Гесса  
Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики.  
Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Давление пара над раствором.
2. Правило фаз. Однокомпонентные диаграммы состояния. Диаграммы состояния двойных систем. Правило рычага. Диаграммы состояния тройных систем, политермические и изотермические разрезы, проекции поверхностей ликвидуса и солидуса.
3. Закон Рауля. Растворы: идеальные, разбавленные, регулярные.
4. Типичные кристаллические решетки металлов. Кристаллографические плоскости и направления с наибольшей плотностью упаковки атомов в кубической и гексагональных решетках.
5. Типы твердых растворов: твердые растворы замещения, внедрения и вычитания.
6. Факторы влияющие на растворимость в твёрдом состоянии (правила Юм-Розери)
7. Структура и химический состав интерметаллических соединений.
8. Соединения с широкой областью гомогенности: электронные соединения, фазы Лавеса, фазы с широкой областью гомогенности образованные переходными металлами.
9. Классификация дефектов. Вакансии, подвижность вакансий и самодиффузия. Дислокации, взаимодействие дислокаций, поперечное скольжение и переползание. Дефекты упаковки.
10. Сегрегации примесей на дислокациях и дефектах упаковки. Строение границ зерен и субзерен. Миграция границ, влияние на нее примесей и включений.
11. Кристаллизация расплава, гомогенное и гетерогенное зарождение

- кристаллов. Кривые Таммана. Макро- и микроструктура литого металла. Модифицирование. Ликвация. Эвтектическая кристаллизация, строение эвтектик. Бездиффузионная кристаллизация.
12. Зарождение при фазовых превращениях в твердом состоянии, взаимная ориентировка фаз, принцип структурного и размерного соответствия. Строение и механизм движения межфазной границы при росте кристаллов в твердом состоянии, сдвиговое и нормальное превращение.
  13. Особенности мартенситного превращения.
  14. Фазовые переходы I и II рода.
  15. Химическое и магнитное упорядочение, магнитные переходы. Температуры Кюри и Нееля.
  16. Фазовые превращения при нагреве, растворение частиц второй фазы, гомогенизация.
  17. Термокинетические кривые.
  18. Механизмы диффузии
  19. Коэффициенты диффузии
  20. Химическая диффузия
  21. Классификация видов термической обработки. Гомогенизационный отжиг. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений. Закалка, старение и отпуск. Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка. Сущность и назначение каждого вида термической обработки, основные закономерности изменения структуры и свойств.
  22. Световая и электронная микроскопия (растровая и просвечивающая). Методы локального химического анализа.
  23. Рентгенографический и электроннографический фазовый анализ.
  24. Калориметрические исследования: классификация калориметров, калориметрия растворения, калориметрия сброса, калориметрия прямой реакции.
  25. Дифференциальная сканирующая калориметрия и ДТА : Термический анализ, измерения теплоемкости.
  26. Использование диффузионных пар для анализа фазовых равновесий.
  27. Построение фазовых диаграмм керамических систем
  28. Построение диаграмм состояния для систем с летучими или быстро реагирующими элементами
  29. Минимизация энергии Гиббса. Метод равенства потенциалов.
  30. Calphad метод. Термодинамическое описание. Данные для чистых элементов.
  31. Моделирование стехиометрического соединения. Моделирование твердых растворов.
  32. Моделирование жидкой фазы. Моделирование ионных соединений. Моделирование газовой фазы.

### ***Основная литература***

1. А. М. Захаров. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М., Металлургия, 1978 г.
2. И. И. Новиков. Дефекты кристаллического строения металлов. М., Металлургия, 1983 г.

3. W.J. Boettinger; U.R. Kattner; Kil Won Moon; J. Perepezko; NIST Recommended Practice Guide: DTA and Heat-Flux DSC Measurements of Alloy Melting and Freezing
4. Robert W. Cahn and Peter Haasen Physical Metallurgy 4<sup>th</sup> ed. Elsevier Science 1996
5. A Prince Alloy Phase Equilibria Elsevier Pub. Co., 1966
6. O.Kubaschewski, C.B.Alcock and P.J.Spencer, Materials Thermochemistry, Pergamon Press 6th edition
7. ИА Кисилева, ЛП Огородова. Термохимия минералов и неорганических материалов Москва, Научный мир, 1997 256стр.
8. H Lukas, S. Fries, B. Sundman. Computational Thermodynamics:The Calphad Method. Cambridge University Press, 2007
9. Б. Г. Лившиц. Metallography, М., Metallurgy, 1971 г
10. [B.Bokstein, M.Mendelev, D.J.Srolovitz “Thermodynamics & Kinetics in Materials Science”](#), Oxford Univ.Press, 2005;
11. ИИ Новиков. Теория термической обработки. М: Metallurgy 1986

### *Дополнительная литература*

- 1.М Hillert. Phase Equilibria, Phase Diagrams and Phase Transformations: Their Thermodynamic Basis. Cambridge University Press, 1998
2. N. Saunders,A.P. Miodownik CALPHAD (Calculation of Phase Diagrams): A Comprehensive Guide. Pergamon 1998
3. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. М., Атомиздат, 1978.

## **ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

1. Роль технологии порошковой металлургии в создании материалов общемашиностроительного и специального назначения
2. Перспективные методы получения легированных металлических порошков
3. Методы получения наноразмерных металлических порошков
4. Методы получения порошков сферической формы для аддитивных технологий
5. Направления использования наноразмерных металлических порошков и порошков неметаллических материалов в технологии порошковой металлургии
6. Инжекционное формование металлических и керамических порошков
7. Современные технологии изостатического формования металлических и керамических порошков
8. Способы активирования процесса спекания металлических порошков
9. Влияние количества наноразмерной добавки на результаты изотермического спекания порошкового материала
10. Особенности формования и спекания бидисперсных (бимодальных) порошковых смесей
- 11.Современные аддитивные технологии 3d- производства сложно-профильных

- деталей и изделий. Технологии селективного лазерного плавления (СЛП), селективного лазерного спекания (прямое выращивание) (СЛС), селективного электронно-лучевого плавления (СЭЛП), гибридные аддитивные технологии.
12. Основные виды оборудования для формования металлических порошков
  13. Виды дополнительной обработки порошковых материалов после спекания
  14. Особенности термической и химико-термической обработки порошковых материалов по сравнению с материалами, полученными из литых заготовок
  15. Методы расчета упругих характеристик композиционных материалов
  16. Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц.
  17. Макромеханический подход к рассмотрению КМ. Закон Гука.
  18. Модули нормальной упругости в направлении оси волокна и в перпендикулярном направлении.
  19. Коэффициент Пуассона и модуль сдвига для однонаправлено армированных композиционных материалов.
  20. Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами.
  21. Композиционные материалы, армированные дискретными волокнами.
- Критическая длина волокон
22. Распределение напряжений по длине волокон
  23. Статистическая модель разрушения композиционных материалов
  24. Статистическая прочность композиционных материалов
  25. Формирование и развитие трещин в КМ
  26. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов в КМ.
  27. Виды межфазного взаимодействия.
  28. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения
  29. Типы связей между компонентами
  30. Процессы диффузии между компонентами КМ. Уравнения Фика.
  31. Диффузия через плоскую поверхность. Диффузия из бесконечно тонкого слоя в неограниченный образец.
  32. Поверхностная энергия твердых тел
  33. Свободная поверхностная энергия на границе твердое тело - жидкость
  34. Требования, предъявляемые к процессам получения композиционных материалов.
  35. Углерод-углеродные композиционные материалы

### ***Основная литература***

1. Б.Н. Бабич и др. Металлические порошки и порошковые материалы: справочник. М.: Экомет. 2005.
2. Ю.В. Левинский, М.П. Лебедев. Теоретические основы процессов спекания металлических порошков. М.: Научный мир. 2014.
3. Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Учебное пособие. М.: Изд. дом. МИСиС. 2010.

## *Дополнительная литература*

1. В.Н. Аникин, И.В. Блинков, В.С. Челноков и др. Теоретические основы спекания порошков: кинетика спекания реальных материалов: курс лекций. М.: Изд. дом МИСИС. 2014.
2. Gennady G. Gladush, Igor Smurov. Physics of Laser Materials Processing Theory and Experiment. Springer, Springer Series in Materials Science. 2011, <http://www.springer.com/series/856>

## **ТЕОРИЯ ФОРМОВАНИЯ И СПЕКАНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

1. Формуемость и уплотняемость порошков металлов, металлоподобных соединений и оксидов с различной формой частиц
2. Влияние предварительного отжига металлических порошков на их уплотняемость, формуемость и интенсивность массопереноса при спекании
3. Варианты трактовки показателя прессования в логарифмическом уравнении М.Ю. Бальшина
4. Влияние твердых инертных смазок на прочность формовок, их интегральную плотность и распределение плотности по объему формовки
5. Сравнение уплотнения металлических порошков при прессовании и гидростатическом формовании
6. Влияние физических и технологических свойств порошков на длительность этапа структурной деформации при прессовании
7. Особенности дисперсного состояния вещества с точки зрения спекания порошковых материалов
8. Влияние химических, физических и технологических свойств металлических порошков на их поведение при инъекционном формовании
9. Влияние химических, физических и технологических свойств металлических порошков на их поведение при прокатке
10. Влияние химических, физических и технологических свойств металлических порошков на их поведение при вибрационном формовании (прессовании)
11. Условия обеспечения равномерного обжата порошков при формовании в толстостенных эластичных оболочках
12. Реакционная способность дисперсных материалов и ее влияние на поведение системы при изотермическом и неизотермическом спекании
13. Влияние формы и размеров частиц порошка на интегральную величину сил Лапласа при спекании однокомпонентных материалов
14. Теория активных несовершенств В.А. Ивенсена
15. Механизмы массопереноса при спекании порошковых материалов, обеспечивающие повышенную усадку при изотермическом и неизотермическом спекании

16. Роль поверхностной, объемной и зернограничной диффузии при спекании
17. Особенности спекания наноразмерных порошкообразных материалов
18. Влияние скорости нагрева на относительную плотность и микроструктуру формовок после спекания
19. Уравнения уплотнения при спекании Макензи-Шаттвorsa и Скорохода
20. Влияние длительности обработки исходной смеси в шаровой мельнице на перекристаллизацию через жидкую фазу при жидкофазном спекании
21. Условия обеспечения большой усадки при механической перегруппировке частиц твердой фазы в ходе жидкофазного спекания
22. Влияние пересыщения жидкой фазы при жидкофазном спекании на форму частиц твердой фазы после перекристаллизации
23. Условия сохранения формы и размеров твердого каркаса при инфильтрации
24. Влияние объемной доли частиц второй фазы на твердофазное спекание систем с не взаимодействующими компонентами (на примере системы  $Cu - C$ )
25. Влияние объемной доли частиц второй фазы на твердофазное спекание систем с не взаимодействующими компонентами (в случае существенно большего размера частиц второй фазы по сравнению с частицами матрицы)

#### ***Основная литература:***

1. К.А. Гогаев, А.К. Радченко. Формование порошковых систем. Донецк: Ноулидж. 2011.
2. Ю.В. Левинский, М.П. Лебедев. Теоретические основы процессов спекания металлических порошков. М.: Научный мир. 2014

#### ***Дополнительная литература:***

1. В.Н. Аникин, И.В. Блинков, В.С. Челноков и др. Теоретические основы спекания порошков: кинетика спекания реальных материалов: курс лекций. М.: Изд. дом МИСИС. 2014.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СПЕКАНИИ ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ**

1. Классификация порошковых сталей. Особенности технологических процессов получения.
2. Какие механизмы массопереноса могут приводить к усадке при спекании порошковых сталей
3. Как влияет увеличение размера частиц порошка железа на процесс спекания?
4. Какие факторы можно отнести к факторам активации спекания порошковых сталей
5. В чем состоит основная причина неравновесности порошковых сталей перед спеканием?

6. За счет чего при твердофазном спекании порошковых сталеи происходит основное уменьшение избыточной энергии порошковой формовки?
7. Влияние пористости на процесс структурообразования при спекании порошковых сталеи?
8. Влияние неметаллических включений на процесс структурообразования и свойства порошковых сталеи?
9. Спекание как диффузионный процесс (объемное уплотнение пористых тел, диффузионная коалесценция пор, контактное припекание)
10. Спекание как реологический процесс – общая реологическая теория спекания по Скороходу
11. Влияние процессов гетеродиффузии на активацию и торможение спекания
12. Диффузионное залечивание квазидвумерных несплошностей в многосвязанных контактах при спекании порошковых сталеи
13. Уравнение Ивансена для уменьшения относительного объема пор при изотермическом спекании порошковых сталеи
14. Диффузионная коалесценция пор под действием градиентов концентраций вакансий по Лившицу-Слезову при спекании порошковых сталеи
15. Способы введения углерода в состав порошковых сталеи
16. Структурообразование при нагреве и охлаждении после спекания порошковых сталеи
17. Способы введения легирующих элементов в состав порошковых сталеи
18. Особенности процессов структурообразования при спекании легированных сталеи
19. Мартенситостареющие порошковые стали. Особенности структурообразования при спекании
20. Факторы, влияющие на свойства порошковых сталеи
21. Особенности термической обработки порошковых сталеи
22. Особенности термомеханической обработки порошковых сталеи
23. Особенности химикотермической обработки порошковых сталеи
24. Связь состава, структуры и свойств порошковых сталеи
25. Факторы, влияющие на усадку при спекании порошковых сталеи
26. Активация процесса спекания порошковых сталеи
27. Технологические факторы, влияющие на структуру спеченных порошковых сталеи.

### ***Основная литература:***

1. К.А. Гогаев, А.К. Радченко. Формование порошковых систем. Донецк: Ноулидж. 2011.
2. Ю.В. Левинский, М.П. Лебедев. Теоретические основы процессов спекания металлических порошков. М.: Научный мир. 2014.

### ***Дополнительная литература:***

1. В.Н. Аникин, И.В. Блинков, В.С. Челноков и др. Теоретические основы спекания порошков: кинетика спекания реальных материалов: курс лекций. М.: Изд. дом МИСИС. 2014.

## **ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДАМИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ**

1. Влияние физических характеристик и состава среды на напряжение зажигания
2. Диагностика дугового разряда. Ключевые характеристики управления разрядом
3. Самостоятельный и несамостоятельный газы разряды
4. Компоненты современных откачивающих вакуумных систем
5. Физико-химические процессы при нанесении покрытий с применением плазменных технологий на воздухе
6. Особенности применения плазменных технологий при нанесении нанокomпозиционных и многослойных покрытий
7. Возможности технологий плазменного напыления и примеры использования в современной промышленности
8. Сравнительные характеристики материалов, применяемых в качестве исходных, в технологии плазменного напыления.
9. Применение композиционных и многокомпонентных порошков в технологии плазменного напыления.
10. Особенности нанесения покрытий из материалов не плавящихся в плазменной струе
11. Особенности плазменного напыления оксидов ( $Al_2O_3$ , YSZ)
12. Особенности напыления полимерных и полимерсодержащих материалов
13. Ключевые физические и химические процессы, протекающие при плазменном напылении порошков тугоплавких соединений. Влияние среды рабочего газа.
14. Основные способы снижения эрозионного воздействия на конструкцию плазматрона
15. Стабилизация плазмы как ключевой процесс в управлении процессом плазменного напыления.
16. Сравнительные характеристики плазменного напыления и других методов газотермического напыления.
17. Плазменное напыление при атмосферном и пониженном давлении.
18. Дополнительные способы обработки плазменных покрытий
19. Классификация основных материалов, используемых в технологии плазменного напыления.
20. Особенности проведения плазменного напыления с использованием вакуумных откачивающих систем.
21. Плазматроны для получения особо чистой плазмы

22. Применение технологии плазменного напыления при изготовлении износостойких покрытий
23. Применение технологии плазменного напыления при изготовлении теплозащитных покрытий
24. Применение технологии плазменного напыления при изготовлении биосовместимых покрытий
25. Основные конструкции плазматрона, выпускаемые ведущими отечественными и зарубежными производителями
26. Способы автоматизации процесса плазменного напыления
27. Современные типы программного обеспечения для управления процессом плазменного напыления
28. Влияние места ввода порошка на характеристики эффективности плазменного напыления
29. Плазменное напыление по схеме «открытый анод».

### ***Основная литература:***

1. А. Пузряков. Теоретические основы технологии плазменного напыления. М.: МГТУ им Баумана. 2008.
2. Коллектив авторов, Под ред. А. Кавалейро. Наноструктурные покрытия. М.: Техносфера. 2011.
3. Е.В. Берлин, Л.А. Сейдман. Ионно-плазменные процессы в тонкоплёночной технологии. М.: Техносфера, 2010.

### ***Дополнительная литература:***

1. Е.П. Шешин. Вакуумные технологии. Долгопрудный: Интеллект. 2009.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕХАНИЗМЫ ГОРЕНИЯ В СВС-СИСТЕМАХ**

1. Кинетика СВС- процессов. Зависимость скорости реакции от температуры. Закон Аррениуса. Физический смысл энергии активации и предэкспонента.
2. Методы экспериментальной оценки эффективной энергии активации для процессов СВС.
3. Экспериментальные методы диагностики процессов СВС. Измерение скорости горения, максимальной температуры и температурного профиля. Типичные зависимости скорости волны СВС (безгазового типа) от экспериментальных и технологических параметров.
4. Технологическая схема СВС-компактирования. Прессование в жесткой прессформе и через передающую среду
5. Шесть основных технологических типов СВС-процессов

6. Металлотермические реакции. СВС- металлургия как эффективная технология получения тугоплавких соединений. Требования, предъявляемые к восстановителям.
7. Механическое активирование реакционных смесей, как эффективный способ управления СВС- процессами.
8. СВС-компактирование. Преимущества и недостатки метода по сравнению с традиционными способами порошковой металлургии
9. Основные технологические параметры СВС-компактирования. Их влияние на свойства сплавов
10. Технология газотранспортных СВС- реакций. Физико-химические основы способа осаждения покрытий в волне горения. Примеры применения.
11. Структура волны СВС. Характерные зоны волны горения. Профиль Михельсона. Зависимость скорости распространения волны горения от теплофизических параметров среды и скорости тепловыделения. Эволюция микроструктуры в волне синтеза.
12. Зависимости скорости распространения волны горения от размера частиц реагентов, относительной плотности шихтового брикета, его диаметра и давления газа для систем твердое- жидкость и твердое- газ. Основы фильтрационного горения.
13. Основные классы химических соединений, получаемых методом СВС. Характерные для них теплоты реакций и адиабатические температуры. Возможность разбавления реакционной смеси инертными добавками с целью синтеза многофазных материалов.
14. Эволюция фазового состава и кристаллической структуры при СВС. Экспериментальные методы исследования фазового состава и атомной структуры *in situ*. Динамический рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ непосредственно в процессе СВС. Применение дифракции синхротронного излучения для исследования быстропротекающих высокотемпературных процессов.
15. Стадии жидкофазного спекания: механическая перегруппировка, перекристаллизация через жидкую фазу, срастание частиц твердой фазы.
16. Технология силового СВС- компактирования. Основные технологические параметры, определяющие структурную, фазовую однородность и остаточную пористость компактной заготовки. Временная диаграмма СВС- компактирования. Прессование в жесткой прессформе и через передающую давление среду.
17. Временная диаграмма СВС-компактирования. Условия синтеза качественных заготовок
18. Термодинамика процессов СВС. Энтальпия образования химических соединений из элементов и тепловой эффект реакции. Закон сохранения энергии в химической реакции. Адиабатическая температура продуктов горения.
19. Научные и технологические принципы управления СВС-процессами. Способы управления.

20. Технология СВС- порошков. Химические классы и схемы получения порошков. СВС- азотированные ферросплавы и их применение в металлургии.
21. Температурный профиль волны СВС. Зона реакции и зона прогрева. Способы измерения температуры и температурного профиля волны СВС.
22. Механическое активирование СВС-составов. Принципы работы планетарной шаровой мельницы, влияние на температуру воспламенения.
23. Начертить диаграмму Н.Н.Семенова для теплового взрыва. Показать на графике точку спокойной реакции. Записать критические условия теплового взрыва.
24. Формула Я.Б.Зельдовича для скорости распространения волны горения. Объяснить входящие в нее величины. Как изменится скорость горения при повышении адиабатической температуры?
25. Каковы характерные микроструктуры продукта СВС в безгазовой системе металл-неметалл с плавящимся металлическим реагентом, если реакция происходит по механизму реакционной диффузии или по механизму растворения – кристаллизации?
26. Опишите основные типы химических реакций и классы продуктов СВС.
27. Опишите процесс горения в металлотермических системах с восстановительной стадией.
28. Каковы основные механизмы структурообразования при горении в безгазовых СВС- системах.
29. Охарактеризуйте влияние нанодисперсных тугоплавких компонентов на кинетику горения реакционных смесей на примере системы Ti-Ni-C.

### ***Основная литература:***

1. Левашов Е.А., Рогачев А.С., Курбаткина В.В., Максимов Ю.М., Юхвид В.И. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Учебное пособие. ИД МИСиС, Москва 2011. 378 стр.
2. Рогачев А.С., Мукасян А.С. Горение для синтеза материалов: введение в структурную макрокинетику (монография). Москва, Физматлит, 2012 (2013), 398 с.
3. Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов. М., Изд-во «Машиностроение-1», 2007, 567 с.
4. Левашов Е.А., Рогачев А.С., Юхвид В.И., Боровинская И.П., Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. М., "Бином", 1999, 175 с.

### ***Дополнительная литература:***

1. “Concise Encyclopedia of Combustion Synthesis: History, Theory, Technology, and Products”, Eds I. Borovinskaya, A. Gromov, E. Levashov, Yu. Maksimov, A. Mukasyan, A. Rogachev, Elsevier, 2017, 466 p.
2. Мержанов А.Г., Мукасыян А.С. Твердопламенное горение. М., Торус Пресс, 2007.

## **ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**

### ***Практическое задание:***

Разработать план и методическое обеспечение проведения лекционного/практического/лабораторного (на выбор) занятия по дисциплине «...выбирает кафедра...» для образовательной программы «...выбирает кафедра...» со следующими характеристиками:

- указать используемую нормативную базу федерального и локального уровней;
- указать достигаемые результаты обучения на занятии;
- представить способы оценки результатов обучения на занятии;
- обосновать выбор используемых педагогических технологий;
- продемонстрировать использование информационных технологий на занятии (например, наглядные средства, моделирование, платформа дистанционного обучения CANVAS и др.).

***Условия проведения экзамена.*** Задание выдается за 3 дня до дня экзамена с фиксацией его в протоколе.

На экзамене необходимо обеспечить мультимедийное оборудование с доступом в интернет для демонстрации выполненного задания.

### ***Основная литература***

1. Законодательные и нормативные акты Российской Федерации  
Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».  
Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».  
Постановление Правительства Российской Федерации от 10 февраля 2014 г. № 92 «Об утверждении Правил участия объединений работодателей в мониторинге и прогнозировании потребностей экономики в квалифицированных кадрах, а также в разработке и реализации государственной политики в области среднего профессионального образования и высшего образования».  
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия, утвержденный

приказом Минобрнауки России (24.04.2018 №308), зарегистрирован в Минюсте (15.05.2018 №51111).

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденный приказом Минобрнауки России (04.12.2015 N 1427), зарегистрирован в Минюсте (1.12.2015 N 40510).

2. Образовательный стандарт высшего образования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Уровень высшего образования – магистратура. Направление подготовки 22.04.02 Metallургия. – М.:НИТУ «МИСиС», 2018.

3. Образовательный стандарт высшего образования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Уровень высшего образования – бакалавриата. Направление подготовки 22.03.02 Metallургия. – М.:НИТУ «МИСиС», 2018.

#### **2.1.4 Критерии оценивания**

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

«ОТЛИЧНО» - минимум 3 вопроса билета (из 3) имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует об отличных знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

«ХОРОШО» - минимум 2 вопроса билета (из 3) имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует о хороших знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.

«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» - минимум 1 вопрос билета (из 3) имеет полный и правильный ответ, 2 вопроса раскрыты не полностью. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных, но удовлетворительных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи.

«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» - три вопроса билета (из трех) не имеют ответа. Содержание ответов свидетельствует об отсутствии знаний выпускника и о его неумении решать профессиональные задачи. Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к государственному аттестационному испытанию – представлению научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

#### **2.1.5 Рекомендуемая литература:**

*Основная литература*

- Материаловедение [Текст]: учебник для студентов вузов / В. Б.

- Арзамасов, А. А. Черепахин. - Москва: Академия, 2013.- 173 с..
- Материаловедение и технология металлов [Текст]: учебник для вузов по машиностроительным специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман [и др.] ; ред. Г. П. Фетисов. - 5-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2007. - 862 с.
  - Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст]: учеб, для студентов вузов / В. Б. Арзамасов, А. Н. Волчков [и др.]; ред.: В. Б. Арзамасов, А. А. Черепахин. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2011. - 447 с.
  - Ягодкин Ю.Д., Иванов А.Н. Методы исследования поверхностного слоя. Уч. пособие № 1521. М.: МИСиС, 1999.
  - Б.Н. Бабич и др. Металлические порошки и порошковые материалы: справочник. М.: Экомет, 2005
  - Костиков В.И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Учебное пособие. М.: Изд. дом МИСиС. 2010
  - К.А. Гогаев, А.К. Радченко. Формование порошковых систем. Донецк: Ноулидж. 2011
  - Ю.В. Левинский, М.П. Лебедев. Теоретические основы процессов спекания металлических порошков. М.: Научный мир. 2014
  - А. Пузряков. Теоретические основы технологии плазменного напыления. М.: МГТУ им Баумана. 2008
  - Левашов Е.А. и др. Перспективные материалы и технологии СВС. М.: МИСиС, 2011.
  - Николаев И.В., Москвитин В.И., Фомин Б.А. Металлургия легких металлов. М.: Metallurgia, 1997. 432 с.
  - Тарасов, А. В. Общая металлургия / А. В.Тарасов, Н. И. Уткин. – М. : Metallurgia, 1997. – 592 с.

*Научные журналы и электронные ресурсы:*

- Сталь. Москва. <http://www.imet.ru/STAL/about1>
- Металлы. Москва. <http://www.imet.ac.ru/metally>
- Черные металлы. Москва. <http://www.rudmet.ru/products/?sid=52>
- Цветные металлы. Москва. <http://www.rudmet.ru/products/?sid=47>
- Известия вузов. Черная металлургия. Москва. <http://fermet.misis.ru>
- Известия вузов. Цветная металлургия. Москва. <https://cvmet.misis.ru/jour>
- Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. Москва <https://powder.misis.ru/jour>
- Металлург. Москва. <http://www.metallurgizdat.com>
- Ceramics International, <https://www.journals.elsevier.com/ceramics-international>

- JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY  
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-european-ceramic-society>
- Journal of Materials Science and Engineering A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING  
<https://www.journals.elsevier.com/materials-science-and-engineering-a>
- Journal of Alloys and Compounds <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-alloys-and-compounds>
- INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRACTORY METALS & HARD MATERIALS <https://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-refractory-metals-and-hard-materials>
- METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A-PHYSICAL METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE  
<https://link.springer.com/journal/11661>
- APPLIED SURFACE SCIENCE <https://www.journals.elsevier.com/applied-surface-science>
- SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY  
<https://www.journals.elsevier.com/surface-and-coatings-technology>
- POWDER TECHNOLOGY <https://www.journals.elsevier.com/powder-technology>
- Упрочняющие технологии и покрытия  
[http://www.mashin.ru/eshop/journals/uprochnyayuwie\\_tehnologii\\_i\\_pokrytiya/](http://www.mashin.ru/eshop/journals/uprochnyayuwie_tehnologii_i_pokrytiya/)
- Расплавы <http://jmelts.com/>

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»*

- Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrari~v.ru>.
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://dvs.rsl.ru>.
- Электронно - библиотечная база данных «Электронная библиотека технического ВУЗа») [Электронный ресурс]. - Режим доступа:
- AmericanPhysicalSociety[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://publish.aps.org>.
- BlackwellPublishing[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/2303687>.
- Elsevier[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>.
- Elsevier(журналы открытого доступа) ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://sciencedirect.com>.
- Nature[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nature.com>.
- Sage[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://online.sagepub.com>.
- Springer[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.springerlink.com>.

- WebofScience[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://isiknowledge.com>.
- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>
- ibooks.ru[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://ibooks.ru>
- Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.lanbook.com/>
- Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>
- Znanium.com[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com>
- Словари. ру. – Режим доступа: <http://slovari.ru/dictsearch>
- Федеральная университетская компьютерная сеть России. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.runnet.ru/res/>

## **2.2 Научно-квалификационная работа (диссертация)**

Научно-квалификационная работа (диссертация) представляет собой выполненную обучающимся научно-квалификационную работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

### **2.1.1 Требования к научно-квалификационной работе**

2.1.1.1 Научно-квалификационная работа выполняется в виде диссертации, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

2.1.1.2 Порядок выполнения научно-квалификационной работы.

Научно-квалификационная работа (диссертация) должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе аспиранта в науку. Предложенные аспирантом в диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

В диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, а в диссертации, имеющей теоретический характер, - рекомендации по использованию научных выводов.

В научно-квалификационной работе аспирант обязан сослаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных аспирантом лично и (или) в соавторстве, он обязан отметить в диссертации это обстоятельство.

Основные научные результаты научного исследования аспиранта должны быть

опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах (не менее двух публикаций). К публикациям, в которых излагаются основные научные результаты научно-исследовательской работы, приравниваются патенты на изобретения, свидетельства на полезную модель, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

Научно-квалификационная работа (диссертация) должна быть подготовлена на русском языке.

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) представляет собой краткое изложение проведенных аспирантом научных исследований. В научном докладе излагаются основные идеи и выводы диссертации, показывается вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований, приводится список публикаций аспиранта, в которых отражены основные научные результаты диссертации.

### **2.1.1.3 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям стандарта) на основе выполнения и защиты научно-квалификационной работы (диссертация).**

Результаты защиты научного доклада по выполненной научно-квалификационной работе определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, который:

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой и т.д.
- Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, который:

- в целом успешно усвоил предусмотренный программный материал;
- в ответах на вопросы, содержатся пробелы применения навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач;
- показал систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой и т.д.

Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, который:

- в целом успешно усвоил предусмотренный программный материал;

- в ответах на вопросы, содержатся пробелы и не систематические применяются навыки анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач;
- показал в целом удовлетворительные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой и т.д.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не смог раскрыть основной вопрос даже на 50%, в ответах на дополнительные вопросы и замечания, допустил существенные ошибки или не может на них ответить, фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач.

### **3. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестация**

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе подготовки и выполнения ГИА, соответствует требованиям государственного образовательного стандарта подготовки аспирантов по направлению 22.06.01 Технологии материалов (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

- Лекционная аудитория
- Компьютер, ноутбуки с пакетами прикладных программ и с выходом в Интернет, проектор, экран.
- Лицензионное программное обеспечение

*Составители:*

*к.т.н., профессор кафедры ПМиФП*

\_\_\_\_\_ *Нарва В.К.*

*Программа утверждена на заседании кафедры ПМиФП  
протокол № 2 от «3» октября 2018г.*