

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

« 06 » сентября 2018г.



## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки/специальность  
22.06.01 «Технологии материалов»

Направленность (профиль)/специализация  
«Сплавы с памятью формы»

Форма обучения  
очная

Квалификация (степень) выпускника аспирантуры  
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва 2018

ДИРЕКТОР ЦИКВК  
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

### 1.3 Формы проведения государственной итоговой аттестации

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 металлургии черных, цветных и редких металлов
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 05.16.02 "Металлургия черных, цветных и редких металлов"
ПК-11	способность разработать курс (дисциплину) по тематике профиля подготовки на основе литературных источников, результатов научных исследований, в том числе, собственных

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
- Педагогика высшей школы.
- Прикладная вычислительная термодинамика
- Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- Сплавы с памятью формы
- Формирование физико-механических свойств материалов
- Теория деформационно-термических процессов обработки металлических материалов
- 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

### **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. Пожидаева, Татьяна Павловна. Материаловедение: учебник для студентов вузов / Т. П. Пожидаева. - М. : Академия, 2013. - 352 с.

### ***Дополнительная литература***

1. Еланский, Г.Н. Основы производства и обработки металлов [Текст]: учебник / Г.Н. Еланский, Б.В. Линчевский, А.А. Кальменев. — М.: Машиностроение, 2005.-425 с.

## **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°”, 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, поли термические 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., Metallurgy, 1978 г
2. И. И. Новиков. Дефекты кристаллического строения металлов. М., Metallurgy, 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. Металлография, М., Металлургия, 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: Металлургия 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.

## **МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

- 1 Структура металлов, кристаллические решетки.
- 2 Методы изучения структуры металлов и сплавов
- 3 Дефекты кристаллического строения
- 4 Кристаллизация металлов из жидкости.
- 5 Полиморфные превращения
- 6 Упругая деформация, пластическая деформация, деформационное упрочнение
- 7 Разрушение. Типы разрушений.
- 8 Свойства при статических испытаниях.
- 9 Свойства при динамических испытаниях.
- 10 Твердость
- 11 Тепловое расширение, теплоемкость, теплопроводность.
- 12 Магнитные свойства, электропроводность
- 13 Особенности структуры после интенсивной пластической деформации.
- 14 Сверхпластическая деформация
- 15 Виды термической обработки
- 16 Виды термомеханической обработки
- 17 Испытания на растяжение, сжатие, изгиб
- 18 Текстура деформации изменение структуры и субструктуры
- 19 Отжиг, закалка, старение
- 20 НТМО, ВТМО, ХТО

### *Основная литература*

- 1 Новиков И.И., В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др Металловедение. Т.1. М.: Издательский Дом МИСиС- 496 с 2009
- 2 Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация

- металлов и сплавов. 3-е изд. М.: «МИСиС» - 432 с 2005
- 3 Новиков И.И., В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др. *Металловедение*. Т.2. М.: Издательский Дом МИСиС- 496 с 2009
- 4 Лахтин Ю.М. *Металловедение и термическая обработка металлов*. Учебник для вузов. 5-е изд, перераб.и доп. М.: ООО "ТИД "Аз-бук"- 489с 2009

#### ***Дополнительная литература***

- 1 Под общей ред. А.Г. Рахштадта, Л.М.Капуткиной, С.Д.Прокошкина, А.В. Супова *Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. /Справ. изд. В 3-х т. Т.3* М.: Интермет Инжиниринг 2006
- 2 Осколкова Т.И. *Термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие* М: «Теплотехник»- 260 с 2009

### **СПЛАВЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ**

1. Основные закономерности мартенситных превращений.
2. Термодинамика мартенситных превращений.
3. Термоупругие и нетермоупругие превращения. Термоупругий эффект.
4. Характеристические точки. Гистерезис превращений. Обратное превращение.
5. Механизм мартенситных превращений. Деформация с инвариантной плоскостью. Сдвиг.
6. Микроскопическое и макроскопическое формоизменение.
7. Предмартенситные эффекты. Аномалии упругих модулей. Диффузное рассеяние. Промежуточные структуры сдвига.
8. Кристаллография мартенситных превращений. Ориентационное соотношение и его представление в матричном виде.
9. Двойникование мартенситных кристаллов.
10. Методы исследования сплавов с памятью формы.
11. Применение сплавов с памятью формы.

#### ***Основная литература***

- 1 С. Д. Прокошкин, И. Ю. Хмелевская, Е. П. Рыклина, др. *Ультрамелкозернистые сплавы с памятью формы* Москва: Учеба 2005
- 2 В.Г. Пушкин, С.Д. Прокошкин, Р.З. Валиев и др. *Сплавы никелида титана с памятью формы. Ч.1. Структура, фазовые превращения и свойства*. Екатеринбург: УрО РАН 2006
- 3 Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф. и др. *Никелид титана. Медицинский материал нового поколения* Томск: Изд-во МИЦ 2006
- 4 Хунджуа А.Г. *Эффект памяти формы и сверхупругость* М.: Физический факультет МГУ, 2010

#### ***Дополнительная литература***

- 1 J.R. Davis *Handbook of materials for medical devices* ASM International 2004
- 2 J.S. Temenoff, A.G. Mikos *Biomaterials: The interection of biology and materials science* New Jersey: Pearson Prentice Hall 2008
- 3 M. Donachie *Biomaterials, Metals Handbook Desk Edition* ASM International 1998

## **ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ**

1. Свойства конструкционных материалов
2. Теоретическая и реальная прочность
3. Методы упрочнения конструкционных металлов
4. Конструктивная прочность
5. Схемы напряженного состояния при механических испытаниях
6. Дефекты кристаллического строения металлов
7. Виды разрушения материалов
8. Переход от хрупкого разрушения к вязкому разрушению
9. Внутреннее трение в металлах
10. Структурные изменения металлов в ходе холодной и горячей деформации
11. Методы производства конструкционных наноматериалов
12. Экспериментальные методы изучения деформированного состояния деталей
13. Деформационное упрочнение монокристаллов
14. Влияние скорости деформации на упрочнение металлов и сплавов
15. Изготовление композиционных материалов сваркой взрывом
16. Контроль качества композиционных материалов
17. Сверхпластичность в металлах и сплавах
18. Сплавы с памятью формы и их использование в технике
19. Методы порошковой металлургии, используемые при производстве наноматериалов
20. Применение наноматериалов в машиностроении, металлургии
21. Дислокационный механизм пластической деформации металлов

### ***Основная литература***

- 1 Новиков И.И., В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др Металловедение. Т.1. М.: Издательский Дом МИСиС- 496 с 2009
- 2 Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация металлов и сплавов. 3-е изд. М.: «МИСиС» - 432 с 2005
- 3 Новиков И.И., В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др Металловедение. Т.2. М.: Издательский Дом МИСиС- 496 с 2009
- 4 Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. Учебник для вузов. 5-е изд, перераб.и доп. М.: ООО "ТИД "Аз-бук"- 489с 2009

### ***Дополнительная литература***

- 1 Под общей ред. А.Г. Рахштадта, Л.М.Капуткиной, С.Д.Прокошкина, А.В. Супова Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. /Справ. изд. В 3-х т. Т.3 М.: Интермет Инжиниринг 2006
- 2 Осколкова Т.И Термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие М: «Теплотехник»- 260 с 2009

## **ТЕОРИЯ ДЕФОРМАЦИОННО-ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

1. Параметры кристаллической решетки и ее дефектов. Индексирование кристаллографических плоскостей и направлений.
2. Дислокационные реакции. Критерий Франка
3. Системы скольжения. Фактор Шмида. Источники дислокаций. Деформация двойникованием.
4. Деформационное упрочнение ГЦК-, ОЦК- и ГП- монокристаллов. Влияние различных факторов на диаграммы деформации монокристаллов
5. Деформация поликристаллических сплавов. Уравнение Холла - Петча. Факторы деформационного упрочнения поликристаллов, прогнозирование деформационного упрочнения.
6. Диаграммы рекристаллизации.
7. Диаграммы горячей деформации. Влияние различных факторов на диаграммы горячей деформации
8. Карты структурных состояний при горячей деформации.
9. Выбор условий нагрева и охлаждения сталей для получения нужных структур и фазового состава. Диаграмма Fe-C
10. Изотермические, термокинетические и ССТ - диаграммы превращения. С-образные диаграммы распада аустенита эвтектоидной, заэвтектоидной и доэвтектоидной сталей.
11. Закаливаемость, прокаливаемость. Кривые прокаливаемости. Определение прокаливаемости в деталях сложной формы.
12. Виды отжига. Цели, технология проведения для разных сталей. Виды брака при нагреве, методы устранения, предупреждения.
13. Практика закалки доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Брак при закалке, методы устранения, предупреждения.
14. Углеродистые и легированные стали разного назначения. Классификация и маркировка.
15. Принципы выбора состава сталей и сплавов для различных условий эксплуатации и виды их термообработки. Экспертиза.
16. Стали и сплавы с особыми физико-механическими свойствами. Принципы выбора состава; термическая и термомеханическая обработка. Композиционные материалы.
17. Чугуны. Типы чугунов: серый, белый, половинчатый, ковкий, чугуны со специальными свойствами. Термическая обработка изделий из чугунов.
18. Цветные металлы и сплавы. Алюминий и его сплавы. Магний и магниевые сплавы. Титан и титановые сплавы. Составы, свойства, термическая обработка. Медь и медные сплавы. Никель и никелевые сплавы. Цинк, свинец, олово и их сплавы. Составы, свойства, термическая обработка продукции.
19. Сплавы с эффектом памяти формы. Термическая и термомеханическая обработка. Функциональные свойства

### **Основная литература**

- 1 Новиков И.И., В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др *Металловедение*. Т.1. М.: Издательский Дом МИСиС- 496 с 2009
- 2 Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. *Рекристаллизация металлов и сплавов*. 3-е изд. М.: «МИСиС» - 432 с 2005
- 3 Новиков И.И., В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др *Металловедение*.

Т.2. М.: Издательский Дом МИСиС- 496 с 2009  
4 Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. Учебник для вузов. 5-е изд, перераб.и доп. М.: ООО "ТИД "Аз-бук"- 489с 2009

### ***Дополнительная литература***

1 Под общей ред. А.Г. Рахштадта, Л.М.Капуткиной, С.Д.Прокошкина, А.В. Супова Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. /Справ. изд. В 3-х т. Т.3 М.: Интермет Инжиниринг 2006  
2 Осколкова Т.И Термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие М: «Теплотехник»- 260 с 2009

## **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 Metallургия, 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. Черепяхин. - Москва: Академия, 2013.- 173 с..
- Коллоидная химия [Текст]: учебник для бакалавров спец, и напр. "Химия" / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - 7-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2014. - 444 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. Черепяхин. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2011. - 447 с.
  - 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 высших учебных заведений. Черная металлургия. Москва. <http://fermet.misis.ru>
- Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. Москва. <http://nmt.misis.ru>
- Металлург. Москва. <http://www.metallurgizdat.com>
- Нанотехника.
- Кристаллография.
- Материаловедение.
- Металлы.
- Композиты и наноструктуры.
- Журнал физической химии.
- Упрочняющие технологии и покрытия.
- Порошковая металлургия.
- Расплавы.

*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 ссылаться 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:*

*д.ф.-м.н., профессор кафедры ОМД*

\_\_\_\_\_ *Прокошкин С.Д.*

*к.т.н., доцент кафедры ОМД*

\_\_\_\_\_ *Шереметьев В.А.*

*Программа утверждена на заседании кафедры ОМД  
протокол № 1 от «11» сентября 2018г.*