

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  
03.06.01 «Физика и астрономия»

Направленность (профиль)/специализация  
«Физика конденсированного состояния»

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 стандарта ОС ВО НИТУ «МИСиС» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

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

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1  | Коммуникации и работа в команде. Готовность: использовать современные методы и технологии научной коммуникации в своей профессиональной деятельности; участвовать в работе российских исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.                                                                                                                           |
| УК-2  | Коммуникативная языковая компетенция. Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на русском и иностранном языках.                                                                                                                                                                                                                                              |
| УК-3  | Гражданственность и социальная ответственность. Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции; соблюдать права и обязанности гражданина; Соблюдать социальные нормы и ценности, участвовать в решении социальных задач, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия. |
| УК-4  | Здоровьесбережение и безопасность жизнедеятельности. Владеть методами и средствами укрепления здоровья, поддерживать определенный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. Способность использовать приемы первой помощи, основные методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.                                            |
| УК-5  | Непрерывное образование. Способность к непрерывному профессиональному образованию, обновлению профессиональных знаний и навыков, к непрерывному развитию потенциала личности.                                                                                                                                                                                                                    |
| ОПК-1 | Фундаментальные знания. Способность использовать знания фундаментальных наук для проведения научных исследований и преподавательской деятельности.                                                                                                                                                                                                                                               |
| ОПК-2 | Системный анализ. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, а также к генерации новых научных идей при решении исследовательских и практических задач.                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК-3 | Проектирование и разработка. Способность: к созданию новых знаний, в том числе, междисциплинарного характера, а также к разработке новых методов исследования и их применению в научно-исследовательской деятельности; обоснованно выбирать образовательные технологии, методы и средства                                                                                                        |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | обучения, а также разрабатывать методическое обеспечение для педагогической деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК-4 | Исследования. Демонстрировать:<br>Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в профессиональной области, соответствующей направленности образовательной программы;<br>Владение образовательными технологиями, методами и средствами обучения в педагогической деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ОПК-5 | Практика. Способность:<br>к решению исследовательских и практических задач, генерированию новых идей, в том числе в междисциплинарных областях;<br>планировать, осуществлять и оценивать учебно-воспитательный процесс в образовательных организациях высшего образования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК-6 | Принятие решений. Умение управлять проектами, в том числе инновационными, в области научных исследований и образования, брать на себя ответственность за принятие решений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ПК-1  | Научно-исследовательская (в области металлургии, материаловедения и технологии материалов).<br>Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий, вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей, обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады, разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ.<br>Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов. |
| ПК-2  | Преподавательская (в области металлургии, материаловедения и технологии материалов)<br>Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 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 ОС ВО НИТУ «МИСиС» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» 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). | 7,5 з.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;
- Педагогика высшей школы;
- Физика конденсированного состояния;
- Физические методы исследования;
- Квантовая физика твердого тела;

#### **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, - М., 2011. - С. 64.
2. Кохановский В. П. Философия и методология науки. – М.: Высшая школа, 2012.

## **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. Нормативно-правовая 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.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

- 1 Дифракционные методы исследования атомной структуры материалов. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа-Брэгга. Обратная решетка.
- 2 Основные методы рентгеноструктурного анализа.
- 3 Рентгеновская дифрактометрия.
- 4 Качественный и количественный рентгеновский фазовый анализ.
- 5 Электронография и нейтронография.
- 6 Рентгенографический анализ текстур, остаточных напряжений, дефектов кристаллической решетки, типа твердого раствора, химического дальнего порядка.
- 7 Просвечивающая и растровая электронная микроскопия, анализ фазового состава, микроструктуры и дефектов кристаллического строения.
- 8 Методы локального анализа химического состава. Микрорентгеноспектральный анализ. Оже-электронная спектроскопия. Рентгеноэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа). Масс-спектроскопия вторичных ионов.
- 9 Изучение микроструктуры с помощью световой микроскопии.
- 10 Методы количественной металлографии.
- 11 Термический анализ. Абсолютный и дифференциальный методы измерения. Калориметрия; методы смешения, ввода и протока тепла; сканирующая, модуляционная и импульсная калориметрия.
- 12 Дилатометрия; оптический, емкостный, индуктивный датчики перемещения.
- 13 Методы измерения теплопроводности.
- 14 Резистометрия, мостовые и потенциометрические методы. Измерение магнитных свойств диа-, пара- и ферромагнетиков.
- 15 Определение параметров кривой намагничивания и петли гистерезиса в статическом и динамическом режимах измерения.
- 16 Термомагнитный анализ.
- 17 Применение измерений физических свойств для решения материаловедческих задач (изучения изменений структуры и фазовых превращений).
- 18 Методы механических испытаний. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение.
- 19 Измерение микротвердости и твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.
- 20 Испытания на ползучесть, длительную прочность, релаксацию напряжений.
- 21 Усталостные испытания.
- 22 Ударная вязкость. Методы её определения.

### **Основная литература**

- 1 Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные



методы физического материаловедения. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2011.

### **Дополнительная литература**

- 1 Лившиц Б.Г. Металлография. – М.: Металлургия, 1990. – 336 с.
- 2 Металловедение. Учебник. В 2-х томах. // Коллектив авторов под общей ред. В.С. Золоторевского. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.
- 3 Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. / Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
- 4 Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
- 5 Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСиС. 1998, 400 с.
- 6 Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия. 1979. – 496 с.
- 7 Кривоглаз М.А. Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами. – Киев: Наукова Думка, 1953. – 408 с.
- 8 Иванов А.Н., Поляков А.М. Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2002. – 78 с.

## **ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

1. Кристаллические и аморфные тела. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Решётка Бравэ. Точечные и пространственные группы. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа-Брэгга. Обратная решётка. Зоны Бриллюэна.

2. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии. Атомы внедрения. Комбинации атомных дефектов. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Энегия дислокаций. Движение дислокаций. Переползание и скольжение. Механизмы образования дислокаций в кристалле. Влияние радиационных, механических, термических воздействий на реальную структуру твёрдых тел.

3. Типы химической связи. Структурные и физические особенности ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллов. Плотнейшие упаковки.

4. Аморфные тела – способы получения и дифракционного исследования структуры. Ближний и дальний порядок. Радиус корреляции.

5. Парная атомная функция распределения и ближний порядок.

6. Кластерное разложение Майера свободной энергии и уравнение состояния жидкости.

7. Описание энергетического состояния кристалла при помощи газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Теорема Блоха. Граничные условия. Плотность состояний. Статистика газа

квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.

8. Колебания решётки - фононы. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоёмкость решётки. Дебаевская частота. Фактор Дебая-Валлера в рассеянии рентгеновских лучей. Анггармонизм и тепловое расширение.

9. Электронные состояния в кристаллах. Одноэлектронная модель. Приближения сильной и слабой связи. Зонная схема и типы твёрдых тел. Вырожденный электронный газ. Электронная теплоёмкость, поверхность Ферми. Тензор эффективных масс. Электроны и дырки. Циклотронная масса. Положение ферми-уровня в невырожденных полупроводниках.

10. Квазидвумерные системы в полупроводниках: гетероструктуры, МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник). Размерное квантование электронного спектра.

11. Электронный спектр и плотность состояний электронов в квантующем магнитном поле. Эффект де Гааза-Ван Альфена. Спектр квазидвумерных электронов в поперечном квантующем магнитном поле.

12. Рассеяние электронов в аморфных и жидких кристаллах.

13. Плотность электронных состояний в аморфных и жидких кристаллах.

14. Примесные состояния в аморфных и жидких кристаллах.

15. Кинетическое уравнение. Электро- и теплопроводность. Времена релаксации. Механизмы рассеяния электронов. Рассеяние на примесях и дефектах. Электрон-фононные столкновения. Нормальные процессы, процессы переброса. Магнитосопротивление и эффект Холла.

16. Металлы с большой длиной пробега электронов. Аномальный скин-эффект. Циклотронный резонанс и размерные эффекты. Проникновение электромагнитного поля в металл. Геликоны.

17. Полупроводники. Электронная структура типичных полупроводников. Германий и кремний. Узкозонные полупроводники. Примесные уровни. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости, p-n переходы. Фотопроводимость. Рекомбинация и релаксация неравновесных носителей. Горячие носители. Эффект Ганна.

18. Тензор упругих постоянных и упругая деформация. Пластичность кристаллов. Предел текучести. Упрочнение. Внутреннее трение.

19. Механизмы поглощения фотонов. Поглощение свободными носителями. Решеточное поглощение. Многофононные процессы. Комбинационное рассеяние света в кристаллах. Поглощение связанными носителями. Правила отбора. Междузонные прямые и косые переходы. Экситоны. Люминисценция. Времена жизни возбуждений, флюоресценция. Безызлучательные переходы. Квантовый выход люминесценции.

20. Диамагнетизм свободного электронного газа. Спиновый парамагнетизм. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Обменное взаимодействие. Ферромагнитные домены. Энергия анизотропии. Доменная стенка. Антиферромагнетики. Ферриты.

21. Эффективное поле. Электрострикция и пьезоэлектричество. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики. Электрический гистерезис. Аномалии физических свойств сегнетоэлектриков в области фазовых переходов.

Молекулярные кристаллы.

22. Равновесие фаз. Фазовые переходы I и II рода. Флуктуации. Твёрдые растворы и промежуточные фазы. Равновесие в многокомпонентных системах и правило фаз. Диаграммы равновесия. Кинетика фазовых превращений. Диффузионные и бездиффузионные превращения.

23. Переходы металл-диэлектрик в системе электронов. Переход Андерсона. Край подвижности в электронном спектре. Переход Мотта.

24. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри и вихревые структуры. Основы микростатической и термодинамической теорий. Куперовские пары. Энергетическая щель и квазичастицы в сверхпроводнике. Туннельный эффект. Эффект Джозефсона.

25. Рентгенография: методы исследования идеальной и реальной структуры. Синхротронное излучение и его использование. Электронография и электронная микроскопия. Нейтронография: упругое и неупругое когерентное рассеяние, исследование магнитных структур и фононных спектров. Эффект Мёссбауэра. ЭПР, ЯМР. Электрические и гальваномагнитные измерения как методы изучения электронной структуры кристаллов и состава примесей в полупроводниках. Оптические методы исследования; возможности, связанные с использованием лазерных источников света.

### **Основная литература**

1. В. К. Воронов, А. В. Подопделов. / Современная физика: Конденсированное состояние: Учебное пособие.-М.: Издательство ЛКИ, 2008.-336с.  
<http://www.vixri.ru/?p=3413>

### **Дополнительная литература**

1. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела. Физматгиз, 1983.
2. Ашкрофт Н., Мермин П. Физика твёрдого тела. “Мир”, 1979.
3. Дж.Займан Принципы теории твёрдого тела. Издание второе, “Мир”, 1966
4. Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц. Статистическая физика. “Наука”, 1976.
5. Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц. Механика сплошных сред. “Наука”, 1982.
6. У. Уэрг, Р.Томсон. Физика твёрдого тела. “Мир”, 1969.
7. А. Роуз-Инс, Е.Родерик. Введение в физику сверхпроводимости. “Мир”. 1972.
8. А. Келли, Г.Гровс. Кристаллография и дефекты в кристаллах. “Мир”, 1974.
9. Б.И.Шкловский, А.Л.Эфрос. Электронные свойства легированных полупроводников. “Наука”, 1979.
10. К.Крокстон. Физика жидкого состояния. “Мир”, 1978.

## **КВАНТОВАЯ ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА**

1. Методы расчёта электронной и зонной структуры твёрдых тел. Метод псевдопотенциала. Его основы. Присоединённые плоские волны (ППВ) и ортогонализированные плоские волны (ОПВ). Метод Корринги-Кона-Ростокера. Энергия зонной структуры.

2. Методы нахождения псевдопотенциалов. Модельные псевдопотенциалы. Расчёт псевдопотенциалов из первых принципов. Псевдопотенциалы в переходных металлах. Метод Анималу. Ограничения псевдопотенциальных методов.

3. Зонная структура переходных металлов и её особенности. Вычислительные аспекты метода псевдопотенциала. Программирование расчётов на ЭВМ. Методы расчёта около особых точек. Оценка машинного времени. Оценка точности вычислений.

4. Структура и свойства твёрдых растворов. Экспериментальные методы изучения твёрдых растворов. Рентгеновский структурный анализ твёрдых растворов. Исследования твёрдых растворов методом ядерного резонанса. Метод критических сфер. Правило Веггарда. Распределение градиентов электрического поля и спиновой плотности вокруг примесного иона в твёрдом растворе.

5. Электронная структура твёрдых растворов. Правило сумм Фриделя. Осцилляции электрического поля вокруг примесного иона. Потенциалы межатомного взаимодействия. Методы их вычисления. Приближение парных взаимодействий и его пределы применимости.

6. Структура твёрдых растворов. Ближний и дальний порядок. Домены упорядочения. Модель Изинга и пределы её применимости. Энергия смещения. Основные методы вычисления структур в твёрдых растворах. Приближение ближайших соседей. Учёт дальнего взаимодействия. Уравнение Боголюбова-Борна-Грина-Кирквуд-Ивона (ББГКИ) для решеточных систем. Их частные случаи и условия их применимости. Метод Каули. Уравнения Кленна-Мосса и Тахир-Келли. Мультипликативное расщепление. Уравнение Козлова-Штерна.

7. Использование ЭВМ для решения этих уравнений. Трудности решения. Точки ветвления. Программирование соответствующих вычислений. Оценка необходимого времени счёта. Оценка точности вычислений.

8. Прямой расчёт структуры и свойств твёрдых растворов на ЭВМ. Метод Монте-Карло. Его возможности применительно к твёрдым растворам. Вычисление параметров ближнего порядка по известным потенциалам смещения. Обратная задача.

### ***Основная литература***

1. Ашкрофт Н., Мермин П. Физика твёрдого тела. “Мир”, 1979.

### ***Дополнительная литература***

1. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела. Физматгиз, 1983.

2. Ашкрофт Н., Мермин П. Физика твёрдого тела. “Мир”, 1979.

#### **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:*

- 1 Берков В.Ф. Философия и методология науки. - Минск, 2004.
- 2 Зотов А.Ф. Современная западная философия. - М., 2001.
- 3 История философии: Запад Россия Восток: в 4 кн. Кн. 4. Философия XX века. - М., 1999.
- 4 История философии: учебник / под ред. Ч.С. Кирвеля. - Минск, 2001.
- 5 Кудряшева Л.А. Педагогика и психология / Кудряшева Л.А. – М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА - М, 2015.
- 6 Трайнев В.А. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании / В.А. Трайнев, В.Ю. Теплышев, И.В. Трайнев. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К°”, 2013. – 320 с.
- 1 Никулин С.А., Турилина В.Ю. Материаловедение и термическая обработка металлов. Специальные стали. – М.: МИСиС «Учеба», 2007.
- 2 Нарва В.К. Технология получения порошковых материалов и изделий. Курс лекций. – М.: МИСиС, 2012.

- 3 Новиков И.И., Золоторевский В.С., В.К. Портной и др. Металловедение. Учебник. В 2-х томах. – М.: МИСиС, 2014.
- 4 Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб, для студентов вузов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков и др.; ред.: В.Б. Арзамасов, А.А. Черепашин. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2011. – 447 с.
- 5 Тарасов А.В. Общая металлургия / А.В.Тарасов, Н.И. Уткин. – М.: Металлургия, 1997. – 592 с.
- 6 Педос С.И., Шугаев В.А. Теория формирования покрытий. Методы получения покрытий. Учебное пособие. – М.: МИСиС "Учёба", 2007.
- 7 Кузнецов Г.Д., Кушхов А.Р. Ионно-плазменная обработка материалов: Курс лекций. – М.: МИСиС, 2008.
- 8 Лившиц Б.Г. Металлография. – М.: Металлургия, 1990. – 336 с.
- 9 Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978. – 792 с.
- 10 Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.
- 11 Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. – М.: Металлургия. 1990. – 336 с.
- 12 Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. / Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
- 13 Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Металлургия, 1976. – 350 с.
- 14 Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
- 15 Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
- 16 Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. – М.: Атомиздат, 1978. – 352 с.
- 17 Штремель М.А. Прочность сплавов. – М.: МИСиС, ч.1 Дефекты решетки, 1999. – 384 с. ч.2 Деформация, 1997. – 527 с.
- 18 Бокштейн С.З. Строение и свойства металлических сплавов. – М.: Металлургия, 1971. – 496 с
- 19 Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСиС. 1998, 400 с.
- 20 Кекало И.Б. Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Металлургия, 1989. – 496 с.
- 21 Иванов А.Н., Поляков А.М. Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2002. – 78 с.
- 22 Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2011.
- 23 Алымов М.И., Елманов Г.Н., Калинин Б.А. и др. Физическое материаловедение. Т.5. Материалы с заданными свойствами. - М.: МИФИ, 2008.

- 24 Петрова Л.Г., Потапов М.А., Чудина О.В. Электротехнические материалы. - М.: МАДИ, 2008.
- 25 Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. - М.: Физматлит, 2010.
- 26 Зими́на Т.М., Соловьёв А.В. Биомедицинские нанотехнологии. - СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011.
- 27 Болсунов К.Н., Садыкова Е.В., Чигирев Б.И. Биофизика. - СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011.
- 28 Власов А.И., Денисов А.А., Елсуков К.А. Бионаноинженерия. - МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.

*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>.
- 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.х.н., профессор, зав. кафедрой ФХ \_\_\_\_\_ Астахов М.В.

к.ф.-м.н., доцент кафедры ФХ \_\_\_\_\_ Родин А.О.

к.ф.-м.н., доцент кафедры ФМ \_\_\_\_\_ Новикова Е.А..

*Программа утверждена на заседании кафедры ФХ  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » ноября 2018 г.*