

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

« 3 » сентября 2018 г.

Проректор по учебной работе

В.Л. Петров

« 3 » сентября 2018 г.



ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки/специальность
22.06.01 «Технологии материалов»

Направленность (профиль)/специализация
«Технологические основы получения материалов макро-, микро- и
наноэлектроники»

Форма обучения
очная

Квалификация (степень) выпускника аспирантуры
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва 2018

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 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	Способность 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	Способность 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	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
УК-6	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности
ОПК-1	Способность и готовность 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	Способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции
ОПК-3	Способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества
ОПК-4	Способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности
ОПК-5	Способность и готовность 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	Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
ОПК-7	Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
ОПК-8	Способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады
ОПК-9	Способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ
ОПК-10	Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов
ОПК-11	Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов
ОПК-12	Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов
ОПК-13	Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления
ОПК-14	Способность и готовность оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий
ОПК-15	Способность и готовность разрабатывать мероприятия по реализации разработанных проектов и программ
ОПК-16	Способность и готовность 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
ОПК-17	Способность и готовность руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований
ОПК-18	Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий
ОПК-19	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ПК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области функциональных материалов
ПК-2	Способность планировать и осуществлять комплексные физико-химико-

	механические исследования функциональных материалов различного назначения (сенсорные материалы, материалы для энергетики и электротехники, оптические материалы и материалы для светотехники, магнитные материалы, функциональные покрытия и слоистые материалы, материалы-катализаторы, биомиметические материалы и материалы медицинского назначения)
ПК-3	Способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения функциональных материалов и производства из них новых изделий с учетом требований современной промышленности
ПК-4	Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в области материаловедения и технологий функциональных материалов с применением современных компьютерных технологий
ПК-5	Способность и готовность применять методы компьютерного моделирования для прогнозирования и анализа свойств функциональных материалов
ПК-6	Способность и готовность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологий функциональных материалов
ПК-7	Способность и готовность осуществлять выбор материалов, отвечающих определенным значениям функциональных характеристик согласно условиям эксплуатации изделий
ПК-8	Способность и готовность использовать методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств новых функциональных материалов для инновационной техники и приборов

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 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).	7,5 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 устно.

2.1.2 Состав учебных дисциплин, включенных в программу государственного экзамена:

- История и философия науки;
- Педагогика высшей школы;
- Технология материалов;
- Основы современного материаловедения;
- Физические методы исследования;
- Управление фазовым и химическим равновесием в технологических задачах электроники;
- Плазменные процессы в микро- и нанотехнологиях;
- Микро- и нанотехнологии в электронике;
- Магнитные материалы.

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. 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^о”, 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.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- 1 Современные тенденции развития технологии материалов.
- 2 Metallургические технологии. Теория и технология получения металлов и сплавов в различных металлургических агрегатах. Доменное производство чугуна.
- 3 Технологии порошковой металлургии.
- 4 Технологии получения ферритов методами порошковой металлургии.
- 5 Получение ферритов методом радиационно-термического спекания.
- 6 Технологии получения Объемных монокристаллов полупроводниковых и диэлектрических материалов.
 - 6.1 Получение кристаллов из твердой фазы.
 - 6.2 Получение кристаллов из жидкой фазы.
 - 6.3 Получение кристаллов из газовой фазы.
 - 6.4 Получение профильных монокристаллов.
- 7 Основные промышленные методы выращивания монокристаллов полупроводниковых и диэлектрических материалов электроники. Особенности управления технологическими процессами роста монокристаллов.
- 8 Технологии получения основных монокристаллических материалов электроники.
 - 8.1 Кремний.
 - 8.2 Германий.
 - 8.3 Арсенид галлия.
- 9 Технологии получения аморфных и нанокристаллических материалов

методом закалки из жидкого состояния.

10 Физико-химические основы процессов легирования монокристаллов полупроводников и диэлектриков.

11 Технологии получения стеклообразных материалов электроники.

12 Технологии получения керамических и стеклокерамических материалов электроники.

13 Технологии получения эпитаксиальных структур для электроники.

13.1 Получение из жидкой фазы.

13.2 Получение из газовой фазы.

13.3 Получение методом лазерной абляции.

14 Методы нанесения тонких пленок для электроники в вакууме.

15 Подложки для получения тонких и наноразмерных пленок для электроники. Особенности и методы получения пленок разных составов и структуры.

16 Технологии термической, термомеханической и химикотермической обработок. Низкотемпературная и высокотемпературная термомеханическая обработка материалов электронной техники..

17 Технологии термической, термомеханической и химикотермической обработок. Химико-термическая обработка. Диффузионное насыщение неметаллами (цементация, азотирование, цианирование и нитроцементация). Диффузионное насыщение металлами (хромирование и алитирование). Диффузионное удаление элементов (обезводороживание, обезуглероживание).

18 Технологии модифицирования поверхности. Изменение поверхностного слоя материалов при высокоэнергетических воздействиях. Электронно-лучевая и лазерная обработка. Ионная имплантация.

19 Технологии получения покрытий. Ионно-плазменное распыление. Термическое напыление. Осаждение из газовой фазы. Электролитическое осаждение.

20 Технологии производства изделий с наноструктурированным состоянием.

21 Синтез наноматериалов с использованием экстремальных воздействий.

22 Химические методы синтеза наноматериалов для биохимии, медицины и разных химических применений.

Основная литература

1 Крапухин В.В., Соколов И.А., Кузнецов Г.Д. Технология материалов электронной техники. Учебник для вузов. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: МИСиС. 1995 – 493 с.

2 Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк. 1990. – 423 с.

- 3 Летюк Л.М., Костишин В.Г., Гончар А.Н. Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники. М.: МИСиС, 2005. – 352 с.
- 4 Нашельский А.Я. Технология спецматериалов электронной техники. – М.: Металлургия. 1993. – 368 с.
- 5 Маренкин С.Ф., Трухан В.М. Фосфиды и арсениды цинка и кадмия. Минск: НПЦ НАН Беларуси по материаловедению. 2004 – 220 с.
- 6 Нарва В.К. Технология получения порошковых материалов и изделий. Курс лекций. – М.: МИСиС, 2012.
- 7 Педос С.И., Шугаев В.А. Теория формирования покрытий. Методы получения покрытий. Учебное пособие. – М.: МИСиС "Учёба", 2007.
- 8 Технологическое вакуумное оборудование. Учебник. Кожитов Л.В., Чиченев Н.А., Емельянов С.Г., Костишин В.Г., Косушкин В.Г. и др. 4-е изд., перераб. и доп. Юго-Зап. Гос. ун-т, Курск. 2014. – 552 с.
- 9 Кузнецов Г.Д., Кушхов А.Р. Ионно-плазменная обработка материалов: Курс лекций. – М.: МИСиС, 2008.

Дополнительная литература

- 1 Модели и алгоритмы технологических процессов получения новых материалов. Учебное пособие. Головатый Ю.П., Косушкин В.Г., Емельянов С.Г., Червяков Л.М., Костишин В.Г., Кожитов Л.В., Бебенин В.Г. Юго-Запа. Гос. ун-т. Курск. 2014. – 283 с.
- 1 Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. М.: Машиностроение, 2012.
- 2 Добаткин С.В. Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрористаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2007.
- 3 Никулин С.А., Турилина В.Ю. Материаловедение и термическая обработка металлов. Специальные стали. – М.: МИСиС «Учеба», 2007.
- 4 Технология полупроводникового кремния. Фалькевич Э.С., Пульнер Э.О., Червоный И.Ф. и др. – М.: металлургия. 1992. – 408 с.
- 5 Технология производства материалов магнитоэлектроники. Учебник для вузов. Летюк Л.М., Балбашов А.М., Крутогин Д.Г. и др.-М.: Металлургия. 1994. – 416 с.

Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы

- 1 база научных изданий ScienceDirect (www.sciencedirect.com);
- 2 база научных изданий издательства Springer (www.springerlink.com);
- 3 база электронных журналов издательства Institute of Physics (www.iop.org);
- 4 электронная библиотека (elibrary.ru);

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ (МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКЕ)

1 Основные типы химической связи в твердых телах. Потенциалы межатомного взаимодействия. Энергия связи металлических, ковалентных, ионных кристаллов. Равновесное межатомное расстояние.

2 Электронное строение твердых тел с различным типом связи. Модель свободных электронов для металлов. Вырожденный электронный газ. Плотность состояний. Поверхность Ферми. Зонная теория твердых тел, энергетический спектр электронов в кристалле, деление тел на проводники, полупроводники и диэлектрики.

3 Кристаллические тела. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка кристаллической решетки. Кристаллические сингонии. Решетки Бравэ. Точечные и пространственные группы симметрии. Координационное число, плотность упаковки.

4 Кристаллографические индексы плоскостей и направлений в решетке. Анизотропия свойств кристаллов. Кристаллографическая текстура поликристаллов.

5 Аморфное состояние, металлические стекла. Нанокристаллы. Квазикристаллы.

6 Точечные дефекты. Вакансии и межузельные атомы. Равновесная концентрация точечных дефектов. Неравновесные точечные дефекты. Рождение, миграция и сток вакансий. Группы вакансий.

7 Дислокации. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Краевая, винтовая и смешанная дислокации. Скольжение и переползание дислокаций. Пороги на дислокациях. Поле напряжений и энергия дислокаций.

8 Взаимодействие дислокаций. Полные и частичные дислокации. Дефекты упаковки.

9 Образование и размножение дислокаций. Источник Франка-Рида. Взаимодействие дислокаций и примесных атомов.

10 Границы зерен и субзерен. Угол разориентировки и энергия границ. Границы наклона и кручения. Малоугловые и высокоугловые границы. Миграция границ. Взаимодействие границ зерен с примесными атомами.

11 Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Сверхструктуры.

12 Электронные соединения (фазы Юм-Розери), фазы внедрения, фазы Лавеса, σ -фазы.

- 13 Равновесие фаз в многокомпонентных системах. Фазовые переходы I и II рода. Правило фаз.
- 14 Диаграммы состояния двойных и тройных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов.
- 15 Использование геометрической термодинамики для анализа диаграмм состояния.
- 16 Феноменологические законы диффузии. Самодиффузия и гетеродиффузия. Модель случайных блужданий для описания диффузии.
- 17 Механизмы диффузии, роль точечных дефектов, диффузия по дислокациям и границам зерен.
- 18 Температурная зависимость коэффициента диффузии.
- 19 Диффузия в поле градиента концентраций. Концентрационная зависимость коэффициентов диффузии. Эффект Киркендалла.
- 20 Выравнивающая и разделительная (реактивная) диффузия. Диффузия в силовых полях.
- 21 Гомогенное зарождение кристаллов в расплаве. Критический размер зародыша. Скорость образования и скорость роста кристаллических зародышей.
- 22 Непрерывный, ступенчатый и дислокационный механизмы роста. Кинетика кристаллизации. С-образная диаграмма кристаллизации. Критическая скорость охлаждения расплава. Гетерогенное зарождение.
- 23 Отклонения от равновесия при кристаллизации. Влияние скорости охлаждения и градиента температуры расплава на микроструктуру. Концентрационное переохлаждение.
- 24 Ячеистая и дендритная форма роста кристаллов. Дендритная ликвация. Образование метастабильных фаз при кристаллизации. Бездиффузионная кристаллизация.
- 25 Структура слитка. Модифицирование. Направленная кристаллизация. Зонная плавка.
- 26 Выращивание монокристаллов из расплава.
- 27 Закалка из жидкого состояния.
- 28 Эвтектическая кристаллизация. Строение эвтектических колоний. Нормальная, аномальная и вырожденная эвтектики.
- 29 Перитектическая кристаллизация.
- 30 Полиморфные превращения. Нормальный и сдвиговый механизмы превращения. Принцип структурного и размерного соответствия.
- 31 Эвтектоидное превращение, механизм и кинетика. Эвтектоидное превращение в сталях. Строение перлита. Диаграммы изотермических

- превращений. Термокинетические диаграммы.
- 32 Распад пересыщенного твердого раствора.
 - 33 Спинодальный распад. Модулированные структуры.
 - 34 Термодинамика образования промежуточных фаз.
 - 35 Кластеры, зоны Гинье-Престона. Когерентные, частично когерентные и некогерентные выделения.
 - 36 Непрерывный и прерывистый распад. Роль вакансий, дислокаций и границ зерен в процессах выделения.
 - 37 Изменение свойств раствора при упорядочении.
 - 38 Основы термической обработки. Классификация видов термической обработки: отжиги 1 и 2 рода, закалка, отпуск, старение, термомеханическая и
 - 39 Проводниковые и резистивные сплавы.
 - 40 Сверхпроводящие материалы.
 - 41 Магнитно-мягкие и магнитно-твердые материалы.
 - 42 Ферриты. Связь физических свойств и эксплуатационных параметров ферритов с его кристаллической структурой и химическим составом.
 - 43 Композиционные материалы. Магнитные композиционные материалы.
 - 44 Свойства объемных полупроводниковых материалов, эпитаксиальных пленок и приборных структур.
 - 45 Классификация методов исследований физических свойств объема, поверхности полупроводниковых материалов, пленок и приборных структур.
 - 46 Контакт «металл-полупроводник», барьер Шоттки. Энергетическая диаграмма, емкость, контактная разность потенциалов, вольт - амперная и вольт - фарадная характеристики.
 - 47 Электрофизические и механические свойства контакта «металл – полупроводник».
 - 48 Влияние поверхностных состояний. Механизмы переноса носителей заряда через контакт «металл-полупроводник».
 - 49 Омические контакты, способы их приготовления.
 - 50 Контакт «полупроводник-полупроводник», его энергетическая диаграмма, свойства.
 - 51 Гетеропереходы и гетероструктуры, применение многокомпонентных твердых растворов.
 - 52 Полевые транзисторы с гетеропереходами на полупроводниковых соединениях.
 - 53 МОП структуры, требования к свойствам подзатворного диэлектрика.
 - 54 Дифференциальная квазистатическая и высокочастотная емкость МОП структур.
 - 55 Эффект короткого канала, насыщение дрейфовой скорости и подвижности,

механизмы релаксации импульса и энергии носителей заряда.

56 Контактные методы измерения удельного сопротивления и его однородности: двухзондовый, четырехзондовый, двухкомбинационный четырехзондовый метод, метод Ван-дер-Пау, метод сопротивления растекания.

57 Модель контакта зонда с поверхностью полупроводника в сферических и цилиндрических координатах, влияние геометрии образцов.

58 Измерение удельного сопротивления эпитаксиальных, диффузионных и ионно-легированных слоев. Индуктивный и емкостной методы измерения удельного сопротивления. Отклонение от закона Ома, нелинейная проводимость.

59 Параметры полупроводниковых материалов, определяемые при помощи вольт-фарадных методов: объемное генерационное время носителей заряда, распределение легирующей примеси по глубине образцов, энергетическое положение, концентрация, сечение захвата глубоких ловушек в полупроводниках.

60 Метод DLTS, его возможности для исследования ряда характеристик глубоких центров. Применение метода Кельвина для определения поверхностного потенциала.

61 Определение времени жизни неосновных носителей заряда по стационарной фотопроводимости и по ее затуханию. Измерение амбиполярной подвижности и амбиполярного коэффициента диффузии неравновесных носителей заряда методом движущегося светового луча.

62 Полупроводник в поле высокой напряженности. Зависимость подвижности и концентрации носителей заряда от напряженности поля.

63 Зондовые методы исследования поверхности твердых тел. Туннельная атомно-силовая микроскопия и их модификации.

Основная литература

1 Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: Учебник для вузов. – М.: МИСиС. 2003. – 480 С.

2 Ржевская С.В. Материаловедение. - М., Логос, 2004. – 272 с.

3 Барыбин А. А., Томлин В. И., Шаповалов В. И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 784 с.

4 Коллектив авторов. Полупроводниковая электроника. – М.: ДМК Пресс. Главный редактор Мовчан Д.А., перевод – Рябчицкий М.В., Турецкий С.В., Ермаков О.Н. Научный редактор Брод Т.Е. 2015. – 592 с.

5 Металловедение. Учебник. В 2-х томах. Коллектив авторов под общей ред. В.С. Золоторевского. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.

6 Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников.-М.: Наука, 1977. – 672 с.

- 7 Мамонова М. В., Прудников В. В., Прудникова И. А. Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 400 с.
- 8 Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. . - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 488 с.
- 9 Шалимова К. В. Физика полупроводников. Санкт-Петербург: Лань. 2010. – С. 392.
- 10 Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. Перевод с англ. Под ред Л. Ченга и К. Плога. – М.: Мир. 1989. -584 с.

Дополнительная литература

- 1 Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978. – 792 с.
- 2 Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.
- 3 Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. – М.: Металлургия. 1990. – 336 с.
 - 1 Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия./ Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
 - 2 Летюк Л.М., Костишин В.Г., Гончар А.Н. Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники. М.: МИСиС, 2005. – 352 с.
 - 6 Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
 - 7 Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П., Коркишко Ю.Н. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий. Учебное пособие для ВУЗов. Том 1 Физико-химические основы технологии микроэлектроники./ Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.- 392 с.
 - 8 Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников. Санкт-Петербург: Лань. 2010. – 392 с.

Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. <http://www.gost.ru> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.
2. <http://www.rusnano.com> - ГК Роснано.
3. <http://window.edu.ru/> - Информационная система Единое окно доступа к образовательным ресурсам предоставляет свободный доступ к полнотекстовой электронной учебно-методической базе.
4. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

5. <http://arch.neicon.ru/xmlui/community-list> - База архивов научных журналов *Annual Reviews*, *Cambridge University Press*, *Oxford University Press*, *The Institute of Physics (IOP)*, *Журнал Science*, *Издательство SAGE Publications*, *Издательство Taylor&Francis*, *Издательство Wiley*.
6. <http://www.sciencedirect.com/> - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир.
7. <http://www.nature.com/nature/index.html> - еженедельный международный междисциплинарный научный журнал издательства *Nature Publishing Group*.
8. http://aleph.rsl.ru/F/?func=file&file_name=find-a - Электронный каталог Российской государственной библиотеки им. Ленина.
9. http://library.gpntb.ru/cgi/irbis64r/62/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Z21ID= Электронный каталог Государственной публичной научно-технической библиотеки России.
10. <http://journals.ioffe.ru/> - ФТИ им. А.Ф. Иоффе является одним из учредителей перечисленных ниже журналов и, наряду с подготовкой оригинал-макетов, обеспечивает представление в глобальной сети полнотекстовых электронных версий статей, опубликованных с 1997 года. Доступ к электронным версиям свободный.
11. *Wolfram/Alpha computational knowledge engine, Plotting & Graphics:*
<http://www.wolframalpha.com/examples/PlottingAndGraphics.html>
1. Информационный портал Материаловедение
<http://supermetalloved.narod.ru/index.htm>
2. Материаловедение.инфо <http://materiology.info/>

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 Методы определения магнитных характеристик материалы в ВЧ- и СВЧ-диапазонах.

17 Определение комплексных значений диэлектрической и магнитной проницаемостей в ВЧ- и СВЧ-диапазонах.

18 Определение основных магнитооптических характеристик магнитных материалов.

19 Определение магнитных фаз и распределения ионов по подрешеткам методом мёссбауэровской спектроскопии.

20 Термомагнитный анализ.

21 Применение измерений физических свойств для решения материаловедческих задач (изучения изменений структуры и фазовых превращений).

22 Методы механических испытаний. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение.

23 Измерение микротвердости и твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.

24 Испытания на ползучесть, длительную прочность, релаксацию напряжений.

Основная литература

1 Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2011.

2 Прудников В.Н. Экспериментальные методы в магнетизме. Лекции, часть 1. М.: МГУ, 2009.- 236 с.

3 Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов: Учеб.-метод. пособие / А.М. Арсенкин, Ю.С. Быкова, М.В. Горшенков, В.А. Есин, В.Ю. Задорожный, А.А. Комиссаров, Д.В. Кузнецов, Д.В. Лысов, А.Л. Помадчик, А.Б. Рожнов, Ю.Б.

Сазонов, Ю.В. Смирнова, Н.А. Соболев, В.Г. Сухова, В.В. Ховайло, К.О. Чупрунов, И.В. Щетинин; Под ред. С.Д. Калошкина. –М.: Издательский дом МИСиС, 2010.–200 с. (№1965).

4 Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум / Н.Н. Абрамов, Белов В.А., Гершман Е.И., Горшенков М.В., Е.И. Жевненко, Задорожный В.Ю., Калошкин С.Д., Комиссаров А.А., Кузнецов Д.В., Рожнов А.Б., Сазонов Ю.Б., Смирнова Ю.В., Степашкин А.А., Сухова В.Г., Ховайло В.В., Чупрунов К.О., М.Н. Чурюканова, Щетинин И.В.; под ред. С.Д. Калошкина.–М.: Изд. Дом МИСиС, 2011.–160 с.

Дополнительная литература

1 Коровушкин В.В., Костишин В.Г., Исаев И.М. Мёссбауэровская спектроскопия материалов электроники. Учебное пособие для магистров. М.: МИСиС, 2019. – 236 с.

2 Коровушкин В.В., Костишин В.Г., Исаев И.М. Лабораторный практикум «Мёссбауэровская спектроскопия материалов электроники». Учебное пособие для магистров. М.: МИСиС, 2019. –158 с.

3 Лившиц Б.Г. Металлография. – М.: Metallurgy, 1990. – 336 с.

4 Металловедение. Учебник. В 2-х томах. Коллектив авторов под общей ред. В.С. Золоторевского. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.

5 Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия./Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Metallurgy, 1982.-632 с.

6 Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Metallurgy, 1980. – 320 с.

7 Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСиС. 1998, 400 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.

УПРАВЛЕНИЕ ФАЗОВЫМ И ХИМИЧЕСКИМ РАВНОВЕСИЕМ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОНИКИ

1 Анализ фазовых равновесий в двух- и трехкомпонентных системах.

2 Расчет химического равновесия многокомпонентной системы.

3 Математическое описание конвективных диффузии и термокинетики.

4 Макрокинетика гетерогенных химических процессов.

5 Управление процессом выращивания монокристаллов полупроводников из расплава.

- 6 Цифровые модели управления и цифровые алгоритмы управления с базовым управляющим воздействием.
- 7 Проектирование системы управления с использованием идентификационного моделирования. Решение задач управления.
- 8 Управление процессом выращивания эпитаксиальных слоев полупроводников.
- 9 Построение модели процесса выращивания эпитаксиального слоя полупроводника методом газовой эпитаксии.
- 10 Математическое моделирование процесса молекулярно-лучевой эпитаксии и выбор параметров процесса.
- 11 Жидкофазная эпитаксия.
- 12 Получение гетероэпитаксиальных композиций с использованием эпитаксии.
- 13 Управление диффузионными процессами в технологических задачах электроники.
- 14 Феноменологические модели и механизмы диффузии.
- 15 Полевое ускорение диффузии.
- 16 Неравновесная диффузия.
- 17 Модели термического окисления.

Основная литература

- 1 Л.В. Кожитов, С.Г. Емельянов, В.Г. Косушкин, Ю.Н. Пархоменко, В.В. Козлов. Технология материалов микро и нанoeлектроники. Юго-Западный государственный университет, 2^{oe} изд., перераб. и испр. Курск. 862 стр. ISBN 978-5-7681-0760-4, 2012
- 2 Барыбин А. А., Томилин В. И., Шаповалов В. И. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 784 с.
- 3 В.В. Крапухин, И.А. Соколов. Г.Д. Кузнецов. Технология материалов электронной техники. Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов. – 2e изд. перераб. и доп. 493с. М.: «МИСиС», 1995
- 4 Ю.П. Головатый, В.Г. Косушкин, С.Г. Емельянов, Л.М. Червяков, В.Г. Костишин, Л.В. Кожитов, В.Г. Бебенин. Модели и алгоритмы технологических процессов получения новых материалов, 283 с. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск ISBN 978-5-7681-0952-3, 2014.
- 5 С.С. Стрельченко. Модели, технологии и оборудование роста кристаллов и эпитаксиальных слоев: монография. Нальчик, Кабардино-Балкарский университет, 334 с. ISBN 978-5-7558-0507-0, 2011.
- 6 А. А. Барыбин, В. И. Томилин, В. И. Шаповалов. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники. М.: ФИЗМАТЛИТ, 784с. ISBN975-5-

9221-1321-2, 2011.

Дополнительная литература

- 1 Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. 528 с. Техносфера, Москва. ISBN: 978-5-94836-222-9, 2010.
- 2 Б.С. Карамуров, Л.В. Кожитов, Н.А. Чиченев, В.Г. Костишин, В.Г. Косушкин, С.Л. Кожитов . Технологическое вакуумное оборудование, 384 с. Нальчик, Кабардино-Балкарский университет, 382 с. ISBN 978-5-7558-0530-8, 2013.

ПЛАЗМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЯХ

- 1 Плазма: определения, способы получения, основные процессы.
- 2 Уравнение непрерывности для химически активных частиц в плазме.
- 3 Основные стадии процессов сухого травления.
- 4 Взаимодействие энергетических и химически активных частиц с поверхностью обрабатываемого материала.
- 5 Особенности плазмохимического травления (ПХТ) и ионно-химического травления (ИХТ) материалов.
- 3 Высокочастотное травление материалов.
- 4 Повреждения поверхности при ПХТ и ИХТ.
- 8 Характеристика и этапы процесса ионно-плазменного нанесения слоев.
- 9 Реактивное ионно-лучевое нанесение слоев.
- 10 Энергетические особенности ионно-стимулируемого нанесения пленок.
- 11 Всевозможные загрязнения пленок материалов, полученных ионно-плазменным и ионно-лучевым нанесением.
- 12 Структурообразование в пленках при ионно-плазменном нанесении пленок.
- 13 Ионно-активируемый синтез тонких пленок.
- 14 Особенности имплантации ионов, обеспечивающие синтез соединений.
- 15 Получение слоисто-однородных слоев.
- 16 Получение гетероструктур с внутренней топологией.
- 17 Методы контроля технологических параметров и диагностики плазмы.
- 18 Аппаратура и методы исследования процессов ионно-плазменного травления и анализа образцов после обработки.
- 19 Разработка процессов плазмохимического травления кремния с использованием компьютерного моделирования.
- 20 Современное применение плазменных технологий в производстве микроэлектромеханических и ультрабольших интегральных систем.

Основная литература

- 1 Ю.М. Таиров. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы. Под редакцией В.В. Лучинина М.: Физматлит, 2006.
- 2 Плазменные технологии в нанoeлектронике. Голишников А.А., Путря М.Г. М.: МИЭТ, 2011.
- 3 Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологии. Галперин В.А., Данилкин Е.В., Молчанов А.И. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010.
- 4 Кузнецов Г.Д., Симакин С.Б., Демченкова Д.Н. Микро- и нанотехнологии плёночных гетерокомпозиций – курс лекций. М.: Изд-ий Дом МИСиС, 2008.

Дополнительная литература

- 1 Данилина Т.И., Смирнов К.И., Илюшин В.А. и др. Процессы микро- и нанотехнологии. Томск, 2004.
- 2 Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкоплёночной технологии. М.: Техносфера, 2010.

МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

1. Методы управления процессом выращивания монокристаллов полупроводников из расплава.
2. Выращивание монокристаллов методом Чохральского. Влияние условий роста монокристаллов соединений на их совершенство
3. Выращивание монокристаллов методом Бриджмена. Влияние условий роста монокристаллов соединений на их совершенство
4. Выращивание монокристаллов методом бестигельной зонной плавки. Влияние условий роста монокристаллов соединений на их совершенство
5. Современные методы выращивания эпитаксиальных слоев полупроводников и диэлектриков
6. Основные положения классической теории гетерогенного и гомогенного зарождения. Эпитаксиальное зарождение и эпитаксиальный рост. Роль пересыщения и способы его определения
7. Характеристика методов получения пленок металлов, диэлектриков и эпитаксиальных слоев наноматериалов (методы: 1 - испарение и конденсация молекулярных пучков в вакууме; 2 - ионное распыление; 3 - ионно-плазменные процессы)
8. Термодинамика и кинетика процессов эпитаксии. Возможные области протекания процесса (квазиравновесная, диффузионная, кинетическая) и методы расчета скорости роста слоев
9. Управление процессом выращивания эпитаксиальных слоев
10. Основы моделирования процессов выращивания эпитаксиальных слоев полупроводника методом газовой эпитаксии

11. Молекулярно лучевая эпитаксия
12. Жидкофазная эпитаксия. Получение гетероэпитаксиальных композиций с использованием эпитаксии
13. Современные методы измерений структурных, геометрических и электрофизических параметров микро- и наноразмерных пленочных и эпитаксиальных структур
14. Управление диффузионными процессами в технологических задачах электроники
15. Феноменологические модели и механизмы диффузии
16. Фазовые равновесия: жидкость-твердое, жидкость-жидкость, жидкость-пар. Коэффициент распределения. Связь между диаграммой состояния и коэффициентом распределения
17. Испарение и конденсация. Физико-химическая сущность процессов сублимации и дистилляции
18. Сорбционные процессы. Виды адсорбции, энергия активации процесса
19. Физико-химическая сущность экстракции. Коэффициент распределения
20. Основные закономерности процесса ректификации
21. Типы химических транспортных реакций. Направление химического транспорта и тепловой эффект реакции
22. Кристаллизация. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения
23. Зонная плавка. Очистка германия горизонтальной зонной плавкой. Очистка кремния методом бестигельной зонной плавки
24. Требования к качеству монокристаллов германия и кремния. Факторы, влияющие на равномерность распределения примеси по длине и сечению кристаллов.
25. Оборудование полупроводникового производства. Особенности выращивания монокристаллов большого диаметра

Основная литература

- 1 Ю.М. Таиров. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы. Под редакцией В.В. Лучинина. М.: Физматлит, 2006.
- 2 Л.В. Кожитов, С.Г. Емельянов, В.Г. Косушкин, Ю.Н. Пархоменко, В.В. Козлов. Технология материалов микро и нанoeлектроники. Юго-Западный государственный университет, 2ое изд., перераб. и испр. Курск. 862 стр. ISBN 978-5-7681-0760-4, 2012.
- 3 В.В. Крапухин, И.А. Соколов. Г.Д. Кузнецов. Технология материалов электронной техники. Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов. – 2е изд. перераб. и доп. 493с. М.: МИСиС, 1995.
- 4 Кузнецов Г.Д., Симакин С.Б., Демченкова Д.Н. Микро- и нанотехнологии

плёночных гетерокомпозиций. Курс лекций. – М.: МИСиС, 2008.

5 Кузнецов Г.Д., Кушхов А.Р. Ионно-плазменная обработка материалов: Курс лекций. – М.: МИСиС, 2008.

Дополнительная литература

1 Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. 528 с. Техносфера, Москва. ISBN: 978-5-94836-222-9, 2010.

2 Брандон Д. Мир материалов и технологий. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М.: Техносфера, 2004. – 377 с.

3 Маренкин С.Ф., Трухан В.М. Фосфиды и арсениды цинка и кадмия. Минск: НПЦ НАН Беларуси по материаловедению. 2004 – 220 с.

Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы

1 база научных изданий ScienceDirect (www.sciencedirect.com);

2 база научных изданий издательства Springer (www.springerlink.com);

3 база электронных журналов издательства Institute of Physics (www.iop.org);

4 электронная библиотека (elibrary.ru);

5 базы патентов (<http://patft.uspto.gov/>, <http://www.fips.ru/>, <http://www.espacenet.com/>).

МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1 Основные виды магнитного состояния вещества.

2 Основные взаимодействия электронов в магнитных материалах.

3 Основные магнитные свойства магнитных материалов.

4 Теория технического намагничивания. Особенности процессов намагничивания и перемагничивания.

5 Теория магнитной кристаллографической анизотропии. Константы магнитной анизотропии и их температурная зависимость.

6 Доменная структура ферромагнетиков. Типы доменной структуры Энергия и ширина доменной стенки.

7 Однодоменное состояние. Анизотропия формы однодоменных частиц. Процессы перемагничивания однодоменных частиц.

8 Свойства магнитных материалов в переменных магнитных полях.

9 Сверхвысокочастотные и оптические свойства магнитных материалов.

10 Намагничивание и перемагничивание магнитных материалов в переменных магнитных полях.

11 Магнитные резонансные эффекты и их использование.

12 Современные магнитные материалы и их классификация.

- 13 Ферриты. Классификация ферритов, их основные свойства и применение.
- 14 Магнитомягкие материалы для низких частот.
- 15 Магнитомягкие материалы для высоких частот.
- 16 Магнитотвердые магнитные материалы. Области применения магнитотвердых материалов.
- 17 Ферриты для постоянных магнитов.
- 18 Магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса.
- 19 Ферриты для применения в СВЧ-электронике.
- 20 Радиопоглощающие и радиоэкранирующие ферриты.
- 21 Материалы для магнитной записи информации.
- 22 Материалы для магнитооптических применений.
- 23 Магнитные жидкости.
- 24 Тонкие и наноразмерные магнитные пленки и особенности их свойств.
- 25 Магнитные наночастицы. Наноструктурированные магнитные материалы.
- 26 Аморфные магнитные материалы. Аморфные магнитные микропровода и их использование.
- 27 Композиционные магнитные материалы.

Основная литература

- 1 Гареев К.Г., Мирошкин В.П. Физические основы магнитных материалов. Учебное пособие. СПбГТУ «ЛЭТИ». СПб. 2014. – 408 с.
- 2 Летюк Л.М., Шипко М.Н., Морченко А.Т., Костишин В.Г. и др. Физика магнитных явлений в твердых телах. Т. 1. Учебник для вузов.- США, Техас: Изд-во TI. 1995. - 286 с.
- 3 Летюк Л.М., Шипко М.Н., Морченко А.Т., Костишин В.Г. и др. Физика магнитных явлений в твердых телах. Т. 2. Учебник для вузов.- США, Техас: Изд-во CCCC. 1996. - 212 с.
- 4 Мишин Д.Д. Магнитные материалы. - М.: Высшая школа, 1991. – 384 с.
- 5 Летюк Л.М., Костишин В.Г., Гончар А.Н. Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники. М.: МИСиС, 2005. – 352 с.
- 6 Кекало И.Б. Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Металлургия, 1989. – 496 с.
- 7 Балбашов А.М., Червоненкис А.Я. Магнитные материалы для микроэлектроники. М.: Энергия. 1979. -216 с.

Дополнительная литература

- 1 Технология производства материалов магнитоэлектроники. Учебник для вузов. Летюк Л.М., Балбашов А.М., Крутогин Д.Г. и др.-М.: Металлургия. 1994. – 416 с.
- 2 Звездин А.К., Котов В.А. Магнитооптика тонких пленок. –М.: Наука. Гл. ред.

- Физ.-мат. лит. 1988. – 192 с.
- 3 Фролов Г.И., Жигалов В.С. Физические свойства и применение магнитопленочных нанокompозитов.- Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2006. -188 с.
 - 4 Праттон М. Тонкие ферромагнитные пленки. Пер. с англ. – Ленинград, Изд-во: Судостроение, 1967. – 266 с.
 - 5 Чеченин Н.Г. Магнитные наноструктуры и их применение. – М.: Грант Виктория ТК. 2006. – 166 с.
 - 6 Новые материалы /Сб. под редакцией Ю.С. Карабасова. - М.: МИСиС, 2002.

Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы

- 1 Информационный портал ОАО «Полимагнит» <http://www.ndfeb.ru/>
- 2 Информационный портал компании АМТ&С <http://www.amtc.ru/publications/>

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 Дополнительная рекомендуемая литература:

Научные журналы и электронные ресурсы:

- *Физика твердого тела*
- *Физика и техника полупроводников*
- *Успехи физических наук*
- *Журнал технической физики*
- *Письма в журнал технической физики*
- *Журнал экспериментальной и теоретической физики*
- *Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики*
- *Физика металлов и металловедение*
- *Российские нанотехнологии*
- *Наноиндустрия*
- *Известия ВУЗов. Физика.*
- *Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. Москва.*
<http://nmt.misis.ru>
- *Известия высших учебных заведений. Материалы Электронной Техники.*
<https://met.misis.ru/jour>
- *Modern Electronic Materials (MoEM)* <https://moem.pensoft.net/>
- *Нанотехника.*
- *Кристаллография.*
- *Материаловедение.*
- *Металлы.*
- *Композиты и наноструктуры.*
- *Журнал физической химии.*
- *Упрочняющие технологии и покрытия.*
- *Порошковая металлургия.*
- *Неорганические материалы.*
- *Химическая технология*

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.

2.2.1 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.

2.2.2 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 работы 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 аттестации

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,

член-корр. Академии Инженерных Наук РФ

зав. кафедрой ТМЭ

_____ ***Костишин В.Г.***

д. х .н., профессор кафедры ТМЭ,

академик Академии Инженерных Наук РФ

_____ ***Маренкин С.Ф.***

к. т .н., доцент кафедры ТМЭ

_____ ***Сергиенко А.А.***

*Программа утверждена на заседании кафедры ТМЭ
протокол № 2 от «11» октября 2018 г.*