

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Председателя  
приемной комиссии

  
\_\_\_\_\_ А.А. Волков  
« 22 » 10 2020



Принято на заседании  
Ученого совета ИНМиН  
протокол № 07-20 от 22.10.2020 г.  
Директор

  
\_\_\_\_\_ / С.Д. Калошкин  
« 22 » октября 2020 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ  
ПОСТУПАЮЩИХ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ  
МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА**

Москва 2020

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ  
ПОСТУПАЮЩИХ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ  
МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Содержание программы:	стр.
I. Пояснительная записка .....	2
II. Программа. Содержание разделов.....	3
III. Рекомендуемая литература.....	4

### I. Пояснительная записка

**Целью вступительного испытания** является установление уровня подготовки абитуриентов, поступающих в магистратуру, к учебной и научной работе и соответствие его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

#### **Форма, продолжительность проведения вступительного испытания. Критерии оценивания**

Вступительное испытание проводится в письменной форме.

Продолжительность вступительного испытания составляет 90 минут.

Экзаменационный билет содержит 5 заданий. Каждое задание оценивается в 0÷20 баллов. Результатом оценивания работы является сумма баллов, полученных за каждое задание.

Минимальная сумма баллов для участия в конкурсе составляет 40 баллов.

**Перечень принадлежностей**, которые поступающий имеет право пронести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка, карандаш, ластик, не программируемый калькулятор.

## II. Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

1. Основные типы вещества в нанокристаллическом состоянии и их свойства (структура; электронное строение нанокристаллов; электрические, магнитные, оптические, механические свойства); основы физико-химической теории зарождения наночастиц; кинетические закономерности для расчетов процессов синтеза наноматериалов. Диффузионные и кинетические процессы реакций синтеза наночастиц. Особенности процессов физических и химических методов синтеза наночастиц. Кинетические закономерности для расчетов процессов синтеза наноматериалов; определение параметров стадий синтеза наночастиц (квазиравновесная, диффузионная, кинетическая). Электронная конфигурация атомных орбиталей и типы химической связи в твердых телах. Самые прочные и самые слабые химические связи. Критерии прочности связи.
2. Дефекты кристаллических структур. Точечные дефекты. Равновесная концентрация точечных дефектов. Неравновесные дефекты и их происхождение. Линейные дефекты. Нейтральные и электрически активные дефекты, их влияние на проводимость и подвижность. Дислокации, их типы, параметры дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Источники возникновения и энергия образования дислокаций. Внутрифазные и межфазные границы. Взаимодействие собственных дефектов друг с другом, с дислокациями и примесными атомами. Типы примесей, их электрическая активность.
3. Понятие фазы. Структура чистых элементов и твердых растворов. Классификация твердых растворов. Равновесие фаз в многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы I и II рода. Основные типы диаграмм состояния бинарных систем. Классификация фазовых превращений. Полиморфное превращение. Диффузионные и мартенситные превращения. Распад пересыщенных твердых растворов.
4. Кристаллизация. Термодинамика и кинетика кристаллизации. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов в расплаве. Роль переохлаждения в процессе кристаллизации. Механизмы роста кристаллов. Направленная кристаллизация. Коэффициент распределения примеси при кристаллизации, кристаллизационная очистка материала. Связь скорости роста и вида распределения примеси. Эпитаксиальный рост. Механизмы роста эпитаксиального слоя.
5. Методы получения объемных кристаллов полупроводников и диэлектриков. Связь метода получения кристалла соединения с видом фазовой диаграммы. Методы получения эпитаксиальных слоев и гетероэпитаксиальных многослойных композиций.



6. Диффузия. Феноменологические законы диффузии. Самодиффузия и гетеродиффузия. Атомные механизмы диффузии. Роль вакансий, дислокаций и границ зерен. Диффузия в поле градиента концентраций. Фактор температуры и длительности в процессе диффузии. Реакционная диффузия.
  7. Основные методы диагностики микро- и наномасштабных объектов. Микроскопические и зондовые методы исследования материалов. Основные методы рентгеноструктурного анализа. Оценка дефектности структуры. Представление об спектроскопических методах исследования.
  8. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда. Уравнение кинетики рекомбинации. Время жизни, диффузионная длина пробега. Фотопроводимость. Излучательная рекомбинация.
  9. Механические и физические свойства материалов. Методы изменений (испытаний). Зависимость свойств от природы материала и его структуры. Изменение свойств с ростом температуры.
  10. Полупроводниковые приборы. Диод, туннельный диод. Биполярный транзистор. Полевые транзисторы на МДП-структурах. Гетеротранзисторы с двумерным электронным газом.
- 
1. Кожитов Л.В., Косушкин В.Г., Крапухин В.В., Пархоменко Ю.Н. Технология материалов микро- и нанoeлектроники. Л.В. Кожитов. М.: МИСиС, 2007. С.- 544.
  2. Лозовский В.Н., Константинова Г.С. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие. 2-е издание. СПб.: Издательство «Лань», 2008.
  3. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. М.: Машиностроение, 2012.
  4. Ковалев А.Н. Гетероструктурная нанoeлектроника. М.: Изд. Дом «МИСиС», 2009.
  5. Щука А.А.. Нанoeлектроника (учебник). М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012.
  6. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. М.: Физматлит, 2010.
  7. Вернер В.Д., Сауров А.Н. Нанотехнологии, наноматериалы, наносистемная техника. М. Техносфера, 2008.
  8. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники. Новосибирск, изд. НГТУ, 2012.
  9. Розеншер Э., Винтер Б. Оптoeлектроника. Техносфера, 2014.