

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Н.Н. Маливанов



« 7 » сентября 2015 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания в магистратуру**

**по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профиль: «Методы диагностики наноматериалов и наноустройств»**

Казань 2015 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Область профессиональной деятельности магистров по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», освоивших программу магистратуры, включает совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, проектирование, конструирование, технологию производства, материалов, компонентов, электронных приборов, устройств, установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и наноэлектроники различного функционального назначения.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, являются материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники.

Вступительные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности поступающего в магистратуру бакалавра, либо специалиста, и проводятся с целью определения готовности и возможность поступающего освоить выбранную магистерскую программу.

Задачи вступительных испытаний:

- проверить уровень знаний претендента;
- определить склонности к научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности;
- определить область научных интересов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ

Абитуриент должен показать уровень знаний, соответствующих освоению следующих компетенций, эквивалентных компетенциям ФГОС ВО бакалавра по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 11.03.04 претендент должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК)**:

- ОК-1: способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
- ОК-2: способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции

- ОК-3: способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах
- ОК-4: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности
- ОК-5: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
- ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия
- ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию
- ОК-8: способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
- ОК-9: готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 11.03.04 претендент должен обладать следующими **обще профессиональными компетенциями (ОПК)**:

- ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
- ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
- ОПК-4: готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации
- ОПК-5: способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-6: способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
- ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
- ОПК-8: способностью использовать нормативные документы в своей деятельности
- ОПК-9: способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 11.03.04 претендент должен

обладать следующими **профессиональными компетенциями** (ПК):

- ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

- ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

- ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

На вступительном испытании формируются билеты, состоящие из трех вопросов, каждый из которых выбран из следующих разделов знаний:

#### **Раздел 1. Микроэлектроника:**

1. Технологические процессы для производства микроэлектронных компонентов (описать одну технологию).
2. Принципы проектирования тонкоплёночных элементов в микроэлектронике.
3. Конструктивно-технологические особенности плёночных резисторов.
4. Конструктивно-технологические особенности плёночных конденсаторов.
5. Основные этапы проектирования микросхем.
6. Особенности сборки микросхем в корпус.

#### **Раздел 2. Основы схемотехники:**

1. Структура, принцип работы и применение транзисторов.
2. Структура, принцип работы и применение диодов.
3. Структура, принцип работы и применение ёмкостных элементов.
4. Виды, параметры и применение электрических усилителей.
5. Виды и принцип работы фильтров электрических сигналов.
6. Виды и применение генераторов сигналов.

#### **Раздел 3. Физика низкоразмерных систем:**

1. Определение и свойства низкоразмерных систем.
2. Структура и свойства наноплёнок.
3. Структура и свойства квантовых нитей.
4. Квантовые точки - структура и применение.
5. Модели строения вещества.
6. Основы зонной теории твёрдых тел.
7. Зонные диаграммы проводников, полупроводников, диэлектриков.

8. Температурная зависимость приводимости веществ.
9. Виды проводимости в низкоразмерных структурах.
10. Квантовые эффекты в низкоразмерных структурах (описать один эффект).

#### **Раздел 4. Компьютерное моделирование наноструктур:**

1. Описать основные возможности компьютерного моделирования наноструктур.
2. Что такое модель математическая модель нанообъекта, как она описывается?
3. Принципы описания процессов при компьютерном моделировании.

#### **Раздел 5. Наноматериалы и их свойства:**

1. Виды и классификация наноматериалов.
2. Что такое кристаллическая структура вещества? Геометрия кристаллической решетки. Типы кристаллов.
3. Химическая связь в кристаллах. Типы связей.
4. Физическая и химическая адсорбция
5. Дефекты структуры кристаллов. Дефекты по Френкелю, дефекты по Шотки.
6. Монокристаллы. Аморфные твердые тела.
7. Магнитные материалы, их типы. Магнитомягкие и магнито жесткие материалы. Петля гистерезиса. Коэрцитивная сила.
8. Нанокпозиционные материалы, их структура и свойства.
9. Дисперсные наноматериалы. Структура и применение.
10. Наноструктурированные материалы, их структура и свойства.

#### **Раздел 6. Технологии создания нанообъектов:**

1. Термические методы нанесения плёнок (описать любой метод).
2. Газофазный метод формирования плёнок.
3. Магнетронное напыление.
4. Методы дугового и плазменного формирования наноструктур.
5. Методы субмикронной литографии (описать любой метод).
6. Методы самоорганизации.
7. Ионные методы формирования и модификации структур (описать любой метод).
8. Коллоидные растворы и их применение в нанотехнологиях.
9. Электрохимические методы в нанотехнологии.

#### **Раздел 7. Нанoeлектроника:**

1. Структуры и принцип работы оптических нанoeлектронных устройств. (описать любое устройство).
2. Устройство и принцип работы нанотранзисторов (на примере одного вида нанотранзисторов).
3. Квантовые вычислители (автоматы). Устройство и принцип работы.

## **Раздел 8. Нанобиоинженерия:**

1. Биологические наноструктуры. Их виды и применение.
2. Нанобиологические материалы. Виды и получение.
3. Применение нанообъектов в медицине.
4. Методики управления свойствами нанообъектов с помощью внешнего воздействия.

## **Раздел 9. Зондовая микроскопия:**

1. Устройство зондового микроскопа.
2. Основные принципы измерения и режимы зондовой микроскопии.
3. Режимы атомно-силовой микроскопии.
4. Режимы туннельной микроскопии.
5. Нетопографические измерения в зондовой микроскопии.
6. Виды и параметры зондов в зондовой микроскопии.
7. Пробоподготовка для зондовой микроскопии.

## **Раздел 10. Оптическая микроскопия:**

1. Структура и принцип работы оптического микроскопа.
2. Основные параметры и характеристики в оптической микроскопии.
3. Виды оптических аберраций.
4. Методы контрастирования в оптической микроскопии.
5. Люминесцентная оптическая микроскопия.
6. Оптическая микроскопия высокого разрешения (описать любой вид).
7. Пробоподготовка для оптической микроскопии.

## **Раздел 11. Электронная микроскопия:**

1. Структурная схема и принцип работы сканирующего электронного микроскопа
2. Структурная схема и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
3. Основные виды электронной микроскопии. Основные понятия (изображение, увеличение, разрешение, контраст, отношение сигнал/шум, динамический диапазон, глубина фокуса).
4. Элементы электронного микроскопа (линзы, электронная пушка, детекторы).
5. Режимы работы сканирующего электронного микроскопа.
6. Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа
7. Взаимодействие электронов с веществом. Упругое и неупругое взаимодействие.
8. Пробоподготовка для электронной микроскопии.

## **Раздел 12. Методы диагностики в нанотехнологиях:**

1. Основные принципы спектральных методов исследования.

2. Методы определения химического состава нанообъектов (описать любой метод).
3. Методы измерения электрических свойств.
4. Дифракционные методы исследования. Уравнение Вульфа-Брэгга.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Схемотехника.*

- 1) Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств: учебное пособие для студ. вузов. – М: Академия, 2010. – 336 с. – 155 экз.
- 2) Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие для студ. вузов – 3-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 816 с. – 70 экз.

### *Микроэлектроника.*

- 3) Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/12948> — Загл. с экрана.
- 4) Коваленко А.А. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для студ. вузов. – М: Академия, 2010. – 240 с. – 135 экз.
- 5) Гатчин, Ю.А. Введение в микроэлектронику. [Электронный ресурс] / Ю.А. Гатчин, В.Л. Ткалич, А.С. Виволанцев, Е.А. Дудников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 114 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40882> — Загл. с экрана.

### *Физика низкоразмерных систем. Нанoeлектроника.*

- 6) Троян, П.Е. Нанoeлектроника. [Электронный ресурс] / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР, 2010. — 88 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4967>
- 7) Ткалич, В.Л. Физические основы нанoeлектроники. [Электронный ресурс] / В.Л. Ткалич, А.В. Макеева, Е.Е. Оборина. — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2011. — 83 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40883>
- 8) Щука А. А. Нанoeлектроника: учебное пособие. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний 2012 г.— 342 с. — Электронное издание. — Режим доступа: ([http://ibooks.ru/reading.php?productid=335291&search\\_string=%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F](http://ibooks.ru/reading.php?productid=335291&search_string=%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F))
- 9) Физика низкоразмерных систем: Учеб. пособие для вузов / А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин [и др.].- СПб.: Наука, 2001.- 160 с.

### *Компьютерное моделирование наноструктур.*

- 10) Ибрагимов, И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем. [Электронный ресурс] / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 384 с.

11) Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учеб. пособие / С.В. Поршнева. - 2-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2011. - 736 с.

*Наноматериалы и их свойства. Технологии создания нанобъектов.*

12) Витязь, П. А. Наноматериаловедение: учеб. пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 511 с.: ил. –

13) Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения / Г. Г. Бондаренко. - 2-е изд. (электронное). - Электрон. текстовые дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 763 с.

14) Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р. А. Андриевский. - Электрон. текстовые дан. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 255 с.

15) Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. -М. : КомКнига, 2006. -592с. – (Синергетика: от прошлого к будущему).

16) Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник. 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 368 с., ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

17) Химия новых материалов и нанотехнологии / Б.Д. Фахльман ; пер. с англ.: Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой ; под ред.: Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 464 с.

*Нанобиоинженерия.*

18) Корневский Н.А. Введение в направление подготовки "Биотехнические системы и технологии" : учеб. пособие для студ. вузов / Н.А. Корневский.- Старый Оскол: ТНТ, 2013.- 360 с.

19) Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. - 3-е изд., стер. .- М.: Академия, 2006.- 208 с.

20) Гришин С. Кальциевый ток: уч. пособие. Из-во Казанского государственного технического университета. Казань. 2010 г. 90 с.

21) Биофизика. Молекулярные структуры клетки: учеб. пособие для студентов вузов / Е.Г. Павлов. - Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. - 150 с. - Библиогр.: 147 с.

*Зондовая микроскопия.*

22) Газенаур, Е.Г. Методы исследования материалов. [Электронный ресурс] / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. — Электрон. дан. — Кемерово: КемГУ, 2013. — 336 с.

23) Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. - Нижний Новгород, 2004. - 114 с.



*Оптическая микроскопия.*

24) Балалаева И.В., Сергеева Е.А., Катичев А.Р. Оптическая микроскопия в исследовании структуры и функций биологических объектов. Часть 1. Широкопольная оптическая микроскопия: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 58 с.

25) Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие. - СПб.: СПбГТУРП, 2010. - 52 с.

26) Кирилловский, В.К. Современные оптические исследования и измерения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 304 с.

*Электронная микроскопия.*

27) Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 600 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66212>

28) Криштал М. М. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения : учеб. пособие для студ. вузов / М. М. Криштал [и др.]; под общ. ред М.М. Криштала. - М. : Техносфера, 2009. - 208 с.

*Методы диагностики в нанотехнологиях.*

29) Кузнецов Н. Т., Новоторцев В. М., Жабрев В. А., Марголин В. И. Основы нанотехнологии. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2014 г.— 400 с. Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=350189>

30) Газенаур Е.Г. Методы исследования материалов. [Электронный ресурс] / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. — Электрон. дан. — Кемерово: КемГУ, 2013. – 336 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/44317>

31) Сорокин В.И., Озерянский В.А. Масс-спектрометрия. Методы ионизации и разделения ионов: Методическое пособие к спецкурсу "Спектральная идентификация органических соединений". - Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2007. - 39 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/361/70361/files/rsu745.pdf>

32) Криштал М. М. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения : учеб. пособие для студ. вузов / М. М. Криштал [и др.]; под общ. ред М.М. Криштала. - М. : Техносфера, 2009. - 208 с.

Директор ИРЭТ

 /А.Ф. Надеев

Заведующий кафедрой НТВЭ,  
ответственный за ОП 11.04.04

 /Р.Р. Файзуллин