



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Институт естествознания и стандартизации



УТВЕРЖДАЮ

Директор института ЕиС

*И.Ю. Мезин* / И.Ю. Мезин /  
24.10.2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

*Экзамен по специализации*

*по научной специальности*

*1.3.8 Физика конденсированного состояния*

Магнитогорск, 2023

## **1. Правила проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена по спецдисциплине на русском языке.

Целью вступительного испытания является отбор наиболее подготовленных кандидатов на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, определение способности соискателей освоить выбранную программу, а также выявление подготовленности поступающих к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Минимальное количество баллов за вступительное испытание 40 баллов, максимальное – 100 баллов. Вступительное испытание проводится в очном формате и/или с использованием дистанционных технологий.

На прохождение вступительного испытания поступающему отводится 90 минут. Время на подготовку 60-70 минут. Экзамен устный, по билетам, в виде собеседования, проводится очно, в аудиториях университета или дистанционно с прохождением процедуры прокторинга.

Вступительное испытание кроме экзамена по спецдисциплине может включать еще и собеседование по портфолио поступающего (при наличии портфолио). Собеседование по портфолио осуществляется по представленным документам, подтверждающим наличие индивидуальных достижений в научно-исследовательской, инженерно-технической, изобретательской областях, учитываемых при приеме на обучение.

Поступающий однократно в полном объеме не позднее дня завершения приема документов представляет документы, подтверждающие индивидуальные достижения. Перечень и порядок учета индивидуальных достижений, утверждены в Правилах приема организации.

Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения – 30 баллов. Баллы поступающих, начисляемые за индивидуальные достижения при приеме на программы аспирантуры, включаются в сумму конкурсных баллов.

Результаты оценки индивидуальных достижений для лиц, поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, размещаются на официальном сайте МГТУ им. Г.И.Носова в разделе абитуриенту – аспирантура – результаты вступительных испытаний, а также в конкурсных списках.

## **2. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания**

1. Общая физика
2. Теоретическая физика
3. Физика твердого тела

### 3. Содержание учебных дисциплин

#### 3.1 Общая физика. Теоретическая физика

##### *Раздел 1. Механика*

1. Кинематика материальной точки: материальная точка, АТТ, степени свободы, траектория, линейная, угловая и секторная скорости, их взаимосвязь; нормальное и тангенциальное ускорения.
2. Состояния механических систем. Состояние частицы и системы частиц в классической физике и в релятивистской области. Уравнения движения в классической механике.
3. Импульс. Сила. Центр инерции. Аддитивность массы. Импульс релятивистской частицы.
4. Виды взаимодействий и силы. Фундаментальные взаимодействия.
5. Потенциальная энергия. Сила и градиент потенциальной энергии. Потенциальное силовое поле.
6. Законы сохранения физических величин.
7. Параметры состояния и форма записи закона гармонического колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
8. Колебания в системах с несколькими степенями свободы. Сложение гармонических колебаний одного направления. Метод комплексных амплитуд и векторных диаграмм.
9. Волны. Плоская монохроматическая волна. Энергия волнового движения.

##### *Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика*

1. Идеальный газ: модель идеального газа, законы, изопроцессы, уравнение состояния ИГ.
2. МКТ строения вещества: фундаментальные положения МКТ, основное уравнение МКТ для ИГ, кинетическая энергия поступательного движения молекул ИГ.
3. Распределение молекул газа по скоростям: распределение Максвелла.
4. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле: распределение Больцмана, барометрическая формула Лапласа, выводы.
5. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы, внутренняя энергия.
6. Явления переноса: обратимые и необратимые процессы, понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах, коэффициенты переноса.
7. Основы термодинамики: основные понятия, первое начало термодинамики, работа газа в изопроцессах.
8. Теплоемкость вещества, уравнение Майера.
9. Цикл Карно. КПД цикла Карно, второе начало термодинамики.
10. Неравенство Клаузиуса. Понятие энтропии. Основное уравнение термодинамики. Статистический смысл второго начала термодинамики.
11. Реальные газы.
12. Физика жидкостей: механические и термодинамические свойства жидкостей

13. Твердые тела: общие сведения о твердом теле, некоторые свойства кристаллов, механические и тепловые свойства твердого тела

### *Раздел 3. Электродинамика*

1. Электростатическое взаимодействие и электростатическое поле: понятие об электрическом заряде, электростатическое взаимодействие, закон Кулона, электростатическое поле, его характеристики (напряженность и потенциал).
2. Диэлектрики во внешнем электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость среды. Поляризация диэлектрика. Виды диэлектриков.
3. Проводники во внешнем электростатическом поле. Электростатическая индукция. Потенциал проводника
4. Емкость. Конденсаторы, емкость плоского конденсатора. Виды конденсаторов. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.
5. Постоянный электрический ток: понятие и условия возникновения электрического тока, его характеристики, закон Ома для однородного участка цепи, сопротивление проводников, их соединения.
6. Замкнутые электрические цепи: понятие об источнике тока, ЭДС источника тока, закон Ома для замкнутой цепи, правила Кирхгофа, их применение, тепловое действие электрического тока, закон Джоуля- Ленца
7. Электропроводность твердых тел: классификация по электропроводности. Зонная теория проводимости.
8. Магнитное взаимодействие физических тел: понятие о магнитном взаимодействии, виды взаимодействия, закон Ампера, индукция магнитного поля, закон Био-Савара-Лапласа и его применение.
9. Взаимодействие магнитного поля с веществом: закон полного тока, понятие о циркуляции напряженности магнитного поля, действие магнитного поля на движущийся заряд, сила Лоренца.
10. Электромагнитная индукция: понятие об электромагнитной индукции, закон Фарадея, правило Ленца, самоиндукция, понятие об индуктивности, энергия магнитного поля тока, плотность электромагнитной энергии.
11. Магнитные свойства вещества: понятие о магнетиках, намагниченность, основы теории диа-, пара-, и ферромагнетизма, закон Кюри, гистерезис.
12. Переменный ток и его основные характеристики, сопротивление, индуктивность и емкость в цепи переменного тока, векторные диаграммы тока, закон Ома для участка цепи переменного тока, работа и мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности.

### *Раздел 4. Оптика*

1. Электромагнитные волны: понятие об электромагнитных волнах, принцип их излучения, дифференциальное уравнение волны, энергия электромагнитных волн, вектор Умова-Пойтинга.
2. Основные законы геометрической оптики: понятие о световых лучах, принцип Ферма, законы отражения и преломления света.

3. Поляризация: понятие о естественном и поляризованном свете, виды поляризации, получение поляризованного света, свойства поляризованного света и его применение, закон Малюса.
4. Интерференция света: понятие и условия наблюдения, способы получения когерентных источников, максимумы, минимумы и ширина картины интерференции, двухлучевая интерференция света
5. Дифракция света: понятие, принцип Гюйгенса-Френеля, виды дифракции, зоны Френеля.
6. Дисперсия, понятие о нормальной и аномальной дисперсии, формула Коши, основы электронной теории дисперсии, закон Бугера-Бера.
7. Фотоэлектрический эффект: понятие и его виды, основные положения квантовой теории света, фотоны, формула Планка, законы внешнего фотоэффекта, уравнение Эйнштейна.
8. Законы теплового излучения тел: основные понятия теории излучения, законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, Формула Планка и ее анализ.

#### *Раздел 5. Физика атома, ядра и элементарных частиц*

1. Модели атомов. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц, выводы из опытов Резерфорда, модель атома Резерфорда. Трудности модели атома Резерфорда, постулаты Бора, расчет радиуса орбит электрона в атоме, скорости движения электрона по орбите и энергии электрона в атоме.
2. Развитие теории атома Резерфорда-Бора: орбитальное квантовое число, магнитный момент атома: орбитальный магнитный момент и спиновой магнитный момент, квантовые числа, их физический и геометрический смысл
3. Основы квантовой механики: волновые свойства частиц, волновая функция и ее физический смысл, уравнение Шредингера.
4. Физика атомного ядра: характеристики атома, радиоактивность, закон радиоактивного распада, правила смещения, состав атомного ядра, закон радиоактивного распада, энергия связи нуклонов.
5. Элементарные частицы: понятие элементарных частиц, виртуальные частицы, виды взаимодействия в физике, классификация элементарных частиц, кварки, единая теория взаимодействий

### **3.2 Физика твердого тела**

1. Кристаллические решетки. Кристаллографические символы плоскостей и прямых. Примеры кристаллических структур.
2. Классификация твердых тел. Типы химической связи. Энергия связи. Молекулярные, ионные, ковалентные кристаллы. Металлы. Полиморфизм.
3. Методы определения атомной структуры твердых тел.
4. Упругость. Закон Гука для изотропных твердых тел для простых видов нагружения. Микроскопические причины упругости.
5. Типы механического поведения твердых тел. Испытания на ползучесть, релаксацию напряжений и упругое последствие.

6. Дисперсия модулей и внутреннее трение. Механизмы внутреннего трения в твердых телах.
7. Классификация дефектов в твердых телах. Тепловые точечные дефекты. Линейные и поверхностные дефекты.
8. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Краевые и винтовые дислокации. Энергия дислокации.
9. Движение дислокаций. Источники дислокаций. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами.
10. Пластическая деформация твердых тел. Дислокационные и диффузионные механизмы деформации.
11. Динамика решетки кристаллов. Нормальные колебания решетки, фононы.
12. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Расчет теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Теплоемкость металлов.
13. Тепловое расширение твердых тел.
14. Теплопроводность твердых тел.
15. Диффузия в твердых телах.
16. Термоэлектрические и гальваномагнитные явления.
17. Контактные явления.
18. Квантовая статистика электронов в металле. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ.
19. Энергетические зоны кристалла. Образование энергетических зон в упрощенной модели кристалла. Классификация твердых тел по электропроводности.
20. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Температурная зависимость проводимости полупроводников и металлов.
21. Эффект Холла.
22. Сверхпроводимость.
23. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость.
24. Сегнетоэлектрики.
25. Магнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма и парамагнетизма.
26. Ферромагнетизм.

#### **4. Литература для подготовки**

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 1 : Механика — 2022. — 340 с. — ISBN 978-5-8114-9196-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187811> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 т. Том 2. Электричество и магнетизм : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-9248-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/189298> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 3 : Молекулярная физика и термодинамика — 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-9197-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187739> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 4 : Волны. Оптика — 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-9198-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187737> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 27.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0923-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210305> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210671> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Основы кристаллографии : учебное пособие / О. В. Юшкова (Белоногова), А.С. Надолько, А. И. Безруких. — Красноярск : СФУ, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-7638-4181-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181556> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0922-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210524> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Сорокин, А. Н. Физика твердого тела : учебное пособие / А. Н. Сорокин. — Саратов : СГУ, 2022. — 60 с. — ISBN 978-5-292-04751-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262796> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Прудников, В. В. Квантово-статистическая теория твердых тел : учебное пособие для вузов / В. В. Прудников, П. В. Прудников, М. В. Мамонова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-507-44520-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233297> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников : учебное пособие / А. И. Ансельм. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0762-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212255> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 5. Примерный вариант вступительного испытания

1. Параметры состояния и форма записи закона гармонического колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс
2. Дифракция света: понятие, принцип Гюйгенса-Френеля, виды дифракции, зоны Френеля.
3. Динамика решетки кристаллов. Нормальные колебания решетки, фононы.

### 6. Шкала оценивания вступительного испытания

Оценка за вступительное испытание выставляется в диапазоне от 0 до 100 баллов. Минимальное количество баллов успешного прохождения вступительного испытания 30 баллов.

*Критерии оценки:*

Балл	Критерии
0-39	1. Материал излагается непоследовательно и не представляет системы знаний по дисциплине. 2. Допущены грубые ошибки в определениях и терминах. 3. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.
40-60	1. Допущены нарушения в последовательности изложения материала при ответе. 2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины специальности. 3. Имеются затруднения с выводами. 4. Определения и понятия даны нечетко. 5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо
60-80	1. Ответы на поставленный в билете вопрос излагается систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. 3. В основном правильно даны все определения и понятия. 4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.



	5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.
80-100	1. Ответы на поставленный в билете вопрос излагается логично, последовательно и не требует дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания дисциплины специальности. 3. Даются обоснованные выводы. 4. Ответ самостоятельный, при ответе используются знания, приобретенные ранее. 5. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.

По результатам проведенного собеседования оформляется протокол вступительного испытания и лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего, подписанный в соответствующем порядке экзаменационной комиссией.

Программу  
вступительного испытания разработал:  
доцент кафедры физики,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент



Дубский Г.А.

## Лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего

ФИО поступающего

наименование образовательной программы

№	Наименование индивидуального достижения	Документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений	Баллы
1	Наличие документа об образовании и о квалификации, удостоверяющего образование соответствующего уровня, с отличием	копия документа об образовании и о квалификации, удостоверяющая образование соответствующего уровня, с отличием	4
	Наличие научных публикаций (тематика публикации должна соответствовать научной специальности аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе):		
2	научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. и (или) распечатанная копия страницы официального Интернет-ресурса базы данных, индексирующей работу (например, Scopus.com, e-library.ru), на которой отображены сведения о публикации (авторы, выходные данные, название работы) и об индексирующей ее базе (РИНЦ, Scopus, Wos)	10
3	научная статья в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК		5
4	научная статья в журналах индексируемые в РИНЦ		2
	Наличие охранных документов:		
5	патент на изобретение	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. и (или) копия охранного документа с указанием авторов	5
6	патент на полезную модель		3
7	свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ/базы данных (ФИПС)		2
8	Участие в составе научной группы при выполнении научных проектов, грантов, договоров научно-исследовательских работ за каждое достижение	копия документов, подтверждающих указанный статус	2
9	Участие в международных и всероссийских конференциях и (или) публикации в материалах международных и всероссийских конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, по итогам конференций, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации (докладов, направление секции конференции) должна соответствовать программе аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе	копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов и выходными данными сборника (журнала) по материалам конференции и (или) сертификат участника конференции	не более 2 (за каждую конференцию)

10	Наличие дипломов победителей мероприятий международного, всероссийского, регионального значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру	копия диплома	не более 3 (за каждое достижение)
	<b>Сумма баллов</b>	<b>не более 30</b>	

## Сведения об индивидуальных достижениях (образец оформления)

(ФИО)

№	Наименование ИД	Описание ИД	Ссылка на ИД/ скан-копия подтверждающего документа
1	Например, документ об образовании и о квалификации с <b>отличием</b>	Диплом специалиста серия _____ № _____ Дата выдачи _____ Наименование организации, выдавшей документ об образовании _____ Код профессии, специальность, направление подготовки, указанное в документе об образовании _____	Скан-копия документа об образовании и о квалификации
2	Например, научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science	Автор. Статья / Авторы // Журнал. – Год. – Номер. – Страницы размещения статьи.  Например, Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С.340–342.	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. с указанием квартили (при наличии) на момент выхода статьи
3	Патент	Например, Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000. Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Коршев С.Н., Лебедев Г.И., Серегин А.Г. Оптико- электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.	Ссылка на патент в сети Интернет (при наличии)
4	Участие в международной конференции	Например, Козлова Е.Н. Управление конкурентоспособностью и качеством продукции в условиях перехода к рынку / Е.Н. Козлова, Н.П. Залесова. – Текст: непосредственный // Биологические и технико- экономические проблемы в сельском хозяйстве: тезисы XXXIII научно-практической конференции, 2-3 апреля 1998 года, Великие Луки. – Великие Луки, 2000. – С. 222-224.	Ссылка на сборник тезисов в сети Интернет (при наличии), или скан-копия сертификата участника (при наличии), или скан- копия страниц с выходными данными сборника конференции
5	Диплом победителя мероприятия международного значения	Например, диплом победителя заключительного этапа Международного инженерного чемпионата по горному делу Год участия - 2023	Ссылка на публикацию на сайтах и (или) скан- копия диплома