

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет**

**УТВЕРЖДЕНО:**

на заседании Ученого совета  
физико-технического факультета  
протокол № 6 от 17.02.2017 г.  
председатель совета



Н.Г. Малюк

**ПРОГРАММА**

вступительного испытания  
для поступающих на обучение  
по образовательной программе

**МАГИСТРАТУРЫ**

на направление подготовки  
03.04.02 Физика  
(специализация Нанопфизика)

Донецк, 2017

## **Содержание программы**

1. Введение	3
2. Общие положения	4
3. Перечень вопросов для подготовки к сдаче вступительного испытания	5
4. Структура билета	8
5. Критерии оценивания письменных ответов на вступительном испытании	11
6. Список рекомендованной литературы	12

## 1. Введение

**Целью** вступительного испытания является установление уровня подготовки абитуриента к учебной и научной работе и соответствие его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Программа вступительных испытаний составляется на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования бакалавриата по направлению 03.03.02 Физика и позволяет оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

Программа включает ключевые вопросы по базовым дисциплинам профессионального цикла, предусмотренным образовательным стандартом. К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у них личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно - исследовательская, научно - инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно - управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра поступающий должен обладать соответствующими компетенциями в области физики и математики в объёме государственных образовательных стандартов.

**Характеристика содержания программы.** Программа вступительного испытания основывается на разделах физики: «Механика», «Электричество и магнетизм», «Квантовая механика», «Молекулярная физика, статистическая физика и термодинамика», знания и навыки в области которых, позволяют успешно выполнить задания по вступительному испытанию.

Порядок проведения вступительного испытания определяется Положением о приемной комиссии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

## **2. Общие положения**

Для обучения по образовательной программе магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика принимаются абитуриенты, имеющие квалификацию бакалавр с направлениями подготовки 03.03.02 Физика, 03.03.03 Радиофизика.

Испытание проводится в письменной форме.

Результатом оценивания работы является сумма баллов, полученных за каждое задание.

Максимальное количество баллов за решение всех заданий 200 баллов. Продолжительность вступительного испытания составляет 90 минут.

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

### **3. Перечень вопросов для подготовки к сдаче вступительного испытания**

#### **1. М Е Х А Н И К А**

1. Законы Ньютона, интегрирование уравнений движения.
2. Симметрия пространства и времени, интегралы движения, законы сохранения.
3. Использование интегралов движения на примере задачи Кеплера.
4. Рассеяние и распад частиц. Дифференциальное и полное сечение рассеяния. Формула Резерфорда, малоугловое рассеяние.
5. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.
6. Сохранение энергии. Амплитуда колебаний при произвольном воздействии.
7. Колебания с несколькими степенями свободы. Собственные частоты и нормальные координаты.
8. Колебания при наличии трения. Диссипативная функция и ширина резонансной кривой.
9. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Действие как функция координат.
10. Канонические преобразования. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля. Уравнение Гамильтона-Якоби.

#### **2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и их следствия.
2. Рассеяние и распад свободных частиц. Примеры- эффект Мессбауэра, эффект Комптона, эффект Вавилова-Черенкова, энергетический порок реакции.
3. Движение заряженных частиц в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Релятивистские и нерелятивистские случаи.
4. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме, граничные условия к ним.
5. Закон Кулона. Потенциал электрического поля. Диполь и другие мультипольные моменты.
6. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа.

7. Проводники и диэлектрики. Поляризация. Материальные соотношения.
8. Магнитное поле в веществе. Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики и их свойства.
9. Волновое уравнение. Плоская монохроматическая волна в изотропной и анизотропной среде. Уравнение Френеля.
10. Отражение и преломление электромагнитных волн. Коэффициенты отражения и преломления.
11. Постоянный ток. Эффект Холла.
12. Квазистационарное поле. Скин-эффект.

### **3. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА**

1. Математический аппарат квантовой механики. Линейное векторное пространство, базис, операторы. Собственные векторы и собственные значения. Коммутирующие операторы. Вырожденные собственные значения.
2. Основания квантовой механики. Волновая функция, среднее значение физической величины. Операторы координаты и импульса, коммутационные соотношения. Гамильтониан, стационарное уравнение Шредингера. Дискретный и непрерывный спектр, связанные и несвязанные состояния квантовых систем.
3. Временная эволюция физической системы. Временное уравнение Шредингера. Зависимость средних значений физических величин от времени.
4. Одномерное движение. Гамильтониан свободного движения в одном измерении, волновая функция, энергия и импульс. Длина волны де Бройля. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме, энергии и волновые функции. Отражение и прохождение от потенциальных барьеров (Туннельный эффект)
5. Квантовый гармонический осциллятор. Гамильтониан, операторы рождения и уничтожения, коммутационные соотношения.
6. Оператор углового момента. Коммутационные соотношения для оператора момента импульса  $L$ . Собственные функции и собственные значения операторов  $L^2$  и  $L_z$ .
7. Движение в поле центральных сил. Кулоновское поле. Радиальная и угловая части волновой функции.
8. Спин. Свойства операторов  $S^2$ ,  $S_z$  для частицы со спином  $\frac{1}{2}$ , собственные векторы и собственные значения. Значения проекции

спина на выделенную ось. Оператор спин-орбитального взаимодействия.

9. Системы из одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Свойства волновой функции. Координатная и спиновая части для невзаимодействующих фермионов. Синглетное и триплетное состояния.

10. Многоэлектронные системы. Одночастичные и многочастичные состояния электронов. Приближение среднего поля. Уравнения Хартри и Хартри-Фока, обменное взаимодействие.

#### **4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Статистическое распределение.
2. Вычисление средних физических величин в классической физике. Статистическая независимость.
3. Теорема Лиувилля. Микроканоническое распределение.
4. Термодинамические величины. Термодинамические потенциалы. Соотношения между производными от термодинамических величин.
5. Равновесные состояния и равновесные процессы. Работа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Круговые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.
6. Каноническое распределение Гиббса. Статсумма и интеграл.
7. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Характерные скорости распределения Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
8. Большое каноническое распределение. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
9. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость. Классическая и квантовая теория теплоемкости. Формула Дебая.
10. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка.

## 4. Структура билета

### ПАКЕТ\_1

#### УТВЕРЖДЕНО:

на заседании Ученого совета  
физико-технического факультета  
протокол № 6 от 17.02.2017 г.

### ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» Физико-технический факультет

Вступительное испытание по	<u>СПЕЦИАЛЬНОСТИ</u>
ОП	Магистратура
Форма обучения	Очная, заочная
Направление подготовки:	03.04.02 Физика (специализация Нанопфизика)

#### Вариант № 1

1) Следствием однородности пространства по отношению к материальной точке является сохранение для нее:

- а) Импульса
- б) Энергии
- в) Моента импульса (10 баллов)

2) При резонансе

- а) Амплитуда колебаний возрастает линейно со временем
- б) Амплитуда колебаний возрастает квадратично со временем
- в) Амплитуда колебаний не изменяется (10 баллов)

3) Правая часть уравнения Максвелла  $\text{rot } \vec{H}$  в системе СГС равна:

- а) 0
- б)  $-\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$  (10 баллов)

4) Оператор  $\hat{f}\hat{g}$  - будет эрмитовым, если

- а)  $\hat{f}$  и  $\hat{g}$  - коммутативны
- б)  $\hat{f}$  и  $\hat{g}$  - некоммутируют



в)  $\hat{f}$  и  $\hat{g}$  - коммутативны и эрмитовы (10 баллов)

**5) Функция распределения квазизамкнутой макроскопической системы, находящейся в состоянии теплового равновесия**

- а) постоянна вдоль фазовых траекторий системы
- б) возрастает вдоль фазовых траекторий системы
- в) убывает вдоль фазовых траекторий системы (10 баллов)

**6) Чем отличаются стали от чугунов?**

- а) величиной вредных примесей (сера, фосфор);
- б) содержанием углеродов в пробе;
- в) различной концентрацией дефектов. (10 баллов)

**7) Свойства наночастиц определяются:**

- а) объемом
- б) поверхностью
- г) структурой (10 баллов)

**8) Назовите, какое из выражений называется законом Вульфа – Брега.**

- а)  $\vec{a} * \Delta \vec{k} = 2\pi\hbar; \dots \vec{b} * \Delta \vec{k} = 2\pi\hbar; \dots \vec{c} * \Delta \vec{k} = 2\pi\hbar$ .
- б)  $2d * \sin\theta = n\lambda$ .
- в)  $\vec{G} = h\vec{A} + k\vec{B} + l\vec{C}$ .
- г)  $v_0 = \vec{a} \cdot \vec{b} \times \vec{c}$ .
- д)  $\vec{G}^2 + 2\vec{k} \cdot \vec{G} = 0$ . (10 баллов)

**9) Закон Видемана – Франца имеет вид:**

- а)  $c = \frac{p_0 m^*}{3\hbar^2} \cdot T^2$ .
- б)  $\sigma = \frac{1}{3} \cdot e^2 \cdot \left[ v^2 \cdot \tau \cdot \nu(\epsilon) \right]_{\mu}$ .
- в)  $c = \frac{\pi^2 T}{3} \cdot \nu(\mu)$
- г)  $\frac{\kappa}{\sigma T} = \frac{\pi^2}{3e^2}$

е)  $\kappa = \frac{\pi^2}{9} \cdot T \cdot \left[ v^2 \cdot \tau \cdot \nu(\varepsilon) \right]_{\mu}$  (10 баллов)

**10) В каком приближении формулируется полуклассическая теория проводимости металлов**

ж) а) приближение времени релаксации; б) приближение свободных электронов; в) приближение Хатри-Фока (10 баллов)

**Задача:**

Энергия Ферми  $E_f$  связана с плотностью электронов  $\rho_{el}$  зависимостью

$$E_f = \frac{h^2}{8m} \left( \frac{3}{\pi} \rho_{el} \right)^{\frac{2}{3}},$$

где  $m$  — масса электрона,  $h$  — постоянная Планка. Вычислить отношение энергий Ферми для валентных электронов натрия и лития. Для справок радиус атома лития  $167 \cdot 10^{-12}$ , атома натрия  $190 \cdot 10^{-12}$ . Почему энергия Ферми не зависит от размера образца?

(80-100 баллов)

Председатель приёмной комиссии

С.В. Беспалова

Председатель аттестационной комиссии

Н.Г. Малюк

Таким образом, в билете указывается:

- номер пакета;
- номер варианта, содержащего 10 тестовых заданий и 1 задачу;
- название факультета и протокол утверждения билетов на заседании Ученого совета факультета;
- максимальные оценки за правильно решенные задания;
- образовательная программа и форма обучения;
- направление подготовки, специализация.
- фамилии председателя приемной и аттестационной комиссии.

## 5. Критерии оценивания письменных ответов на вступительном испытании

Билет содержит 10 тестовых заданий и одну задачу. Каждое тестовое задание оценивается в 10 баллов. Максимальное количество баллов за тестовые задания – 100.

За задачу максимальное количество баллов – 100.

- за верное выполнение задачи в полном объеме с *подробными* пояснениями поступающий получает 100 баллов;
- за верное выполнение задачи в полном объеме с пояснениями поступающий получает 90 баллов;
- за верное выполнение задачи в полном объеме *без пояснений* поступающий получает 80 баллов.

Результатом оценивания работы является сумма баллов, полученных за каждое задание.

Максимальное количество баллов за решение всех заданий 200 баллов.

Критерии утверждены ученым советом физико-технического факультета, протокол № 6 от 17.02.2017 года.

Соответственно по ниже приведенной схеме осуществляется перевод баллов в пятибалльную систему:

200-балльная шкала	Пятибалльная шкала
0-123	«2» (неудовлетворительно)
124-155	«3» (удовлетворительно)
156-185	«4» (хорошо)
186-200	«5» (отлично)

Задания должны быть выполнены в течении 90 минут.

## **6. Список рекомендованной литературы**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М., 1988, 215 стор.
2. Павленко Ю.Г. Лекции по теоретической механике. М. 1984.
3. Татаринов Я.В. Лекции по классической механике М., 1984, 296 стор.
4. Голдстейн Г. Классическая механика М. 1975, 415 стор.
5. Рабинович М. И., Трубецков Д. И. Введение в теорию колебаний и волн М, 1984, 432 стор.
6. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний М., 1981, 568 стор.
7. Сборник задач по теоретической физике. Гречко Л.Г., Сугаков В.И. та ін.
8. Павленко Ю.Г. Задачи по теоретической физике. М. 1988 , 388 стор.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М., 1988, 308 стор.
10. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М., 1974.
11. Дирак П. А. Принципы квантовой механики. М., 1960.
12. Давидов А. С. Квантовая механика. М., 1973.
13. Шифф Л. Квантовая механика. М., 1959.
14. Фок В. А. Начала квантовой механики. М., 1976.
15. Елютин П. В., Кривченков В. Д. Квантовая механика с задачами. М., 1976.
16. Флюгге Э. Задачи по квантовой механике, т. 1, 2. М., 1974.
17. В.М.Галицкий, Б.М.Карнаков, В.И.Коган. Задачи по квантовой механике М:Наука, 1981.
18. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. М.:Наука, 1976, Т 5, Статистическая физика.
19. Р.Фейнман. Статистическая механика, М.:Мир, 1975.
20. Кубо Р. Статистическая механика. М., 1967.
21. Хуанг К- Статистическая механика. М., 1966.

22. Гиббс Дж. В. Основные принципы статистической механики. М., 1946.
23. Больцман Л. Лекции по теории газов. М., 1965.
24. Боголюбов Н. Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. Избр. труды, т. 2. Київ, 1970.
25. Кубо Р. Термодинамика. М., 1970.
26. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М., 1977.
27. Ансельм А. И. Основы термодинамики и статистической физики., М. 1977