

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Физический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

— Е.В. Луков

« 05 » 2024 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки**

**03.04.02 – Физика**

на программы

- 1. Фундаментальная и прикладная физика**
- 2. Физические методы и информационные технологии в биомедицине**

очная форма обучения

**Авторы-составители:**

д-р физ.-мат. наук,  
зав. каф. общей и экспериментальной физики

 В.П. Демкин

к. физ.-мат. наук  
доцент

 В.Ф. Нявро

к. пед. наук  
доцент

 Т.В. Руденко

**Рассмотрена и рекомендована**

заседанием учёного совета физического факультета  
Протокол № 14 12 2023г.

Председатель, к. физ.-мат. наук, доцент

 М. А. Баньщикова

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник управления нового набора ТГУ

 Е.В. Павлов



## Содержание

1.	Общие положения	4
2.	Цель и задачи вступительных испытаний	4
3.	Описание процедуры вступительного испытания	4
4.	Перечень вопросов для собеседования	5
4.1	Вопросы по программе «Фундаментальная и прикладная физика»	5
4.2	Вопросы по программе «Физические методы и информационные технологии в биомедицине»	8
5.	Критерии оценивания	10

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Вступительные испытания в магистратуру по программам подготовки «Фундаментальная и прикладная физика» и «Физические методы и информационные технологии в биомедицине» в рамках направления 03.04.02 Физика проводятся в форме устного собеседования, позволяющего оценить готовность абитуриента к обучению на выбранной программе, а также уровень его мотивации к обучению.

1.2. Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. Программа вступительных испытаний ежегодно пересматривается и обновляется с учетом изменений нормативно-правовой базы Российской Федерации в области высшего образования и локальных документов, регламентирующих процедуру приема в НИ ТГУ. Изменения, внесенные в программу вступительных испытаний, рассматриваются и утверждаются на заседании учебно-методической комиссии Физического факультета. Программа вступительных испытаний утверждается проректором по образовательной деятельности.

1.4. Программа вступительных испытаний публикуется на официальном сайте НИ ТГУ в разделе «Магистратура».

## **2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

2.1. Целью вступительных испытаний является конкурсный отбор абитуриентов для обучения на магистерских программах «Фундаментальная и прикладная физика» и «Физические методы и информационные технологии в биомедицине» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика».

2.2. Задачами вступительных испытаний являются оценка уровня подготовленности абитуриента к освоению выбранной образовательной программы, определение уровня общей эрудиции абитуриента и выяснение его мотивации к обучению на программе.

## **3. ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

3.1. Собеседование на программу «Фундаментальная и прикладная физика» проводится в устной форме на русском языке для всех категорий абитуриентов.

Собеседование на программу «Физические методы и информационные технологии в биомедицине» проводится в устной форме на русском языке для граждан РФ и ближнего зарубежья и на английском языке для граждан дальнего зарубежья.

3.2. Собеседование проводится индивидуально с каждым абитуриентом очно и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний).

3.3. Собеседование состоит из ответов в устной форме на 2 вопроса из разных разделов перечня вопросов для собеседования по выбранной программе подготовки (см. Раздел 4) (часть 1) и ответов на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии, направленных на определение уровня общей эрудиции абитуриента и его мотивации к обучению на выбранной программе (часть 2). Для

программы «Физические методы и информационные технологии в биомедицине» дополнительные вопросы могут формулироваться на основании мотивационного письма (Motivation Letter), фиксирующего ожидания абитуриентов, обоснование выбора программы. Мотивационное письмо предоставляется экзаменационной комиссии до начала собеседования в электронном виде.

3.4. Абитуриенту дается 30 мин. для подготовки ответов на содержательные вопросы из разных разделов перечня вопросов для собеседования. На дополнительные вопросы собеседования абитуриент должен отвечать без подготовки.

3.5. Ответы абитуриента оцениваются в соответствии с Критериями оценивания (см. Раздел 5). Решение об итоговой оценке за собеседование принимается экзаменационной комиссией коллегиально. Итоговая оценка заносится в протокол вступительного испытания.

3.6. По результатам вступительного испытания, проводимого НИ ТГУ самостоятельно, поступающий имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания. В случае проведения вступительного испытания с использованием дистанционных технологий НИ ТГУ обеспечивает рассмотрение апелляций с использованием дистанционных технологий.

3.7. В качестве вступительного испытания и по решению экзаменационной комиссии могут быть засчитаны результаты олимпиады «Магистр ТГУ».

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ**

### **4.1 Вопросы по программе «Фундаментальная и прикладная физика»**

#### Раздел 1. МЕХАНИКА

1. Кинематика материальной точки.
  1. Законы Ньютона, Движение материальной точки в поле силы тяжести.
  2. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
  2. Момент силы, момент импульса. Уравнение моментов для материальной точки и системы материальных точек.
  3. Закон сохранения момента импульса.
  4. Сохраняющиеся величины. Законы сохранения и симметрии пространства и времени.
  5. Динамика абсолютно твердого тела. Моменты инерции. Уравнения Эйлера.
  6. Вариационный принцип Гамильтона.
  7. Фазовое пространство. Функция Гамильтона и скобки Пуассона.
3. Движение в центральном поле. Законы Кеплера.
4. Уравнения Гамильтона-Якоби.

#### Литература к разделу

1. Иродов И.Е. Механика. Основные законы: Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014, 309с.

2. Савельев И.В. Курс общей физики Т. 1: [уч. пособие для студентов вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям: в 3 т.]. Изд-во Лань, 2016, 432 с.
1. Матвеев А.Н. Механика в теории относительности. - М.: Высшая школа, 1986.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. - М.: Высшая школа. - Т. 1, 1974.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. - М.: 1973.

## Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
2. Микроканоническое распределение.
3. Каноническое и большое каноническое распределение.
4. Распределение Максвелла молекул по скоростям.
5. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
6. Распределения Бозе-, Эйнштейна и Ферми-Дирака.
7. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость.
8. Работа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.
9. Круговые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.
10. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.
11. Равновесие фаз. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса

### Литература к разделу

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. - М.: Высшая школа, 1985.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука, 1964.
3. Румер Ю.Б., Рыбкин М.И. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. - М.: Наука, 1979.
4. Базаров И.П. Термодинамика. - М.: Высшая школа, 1983.
5. Кубо Р. Термодинамика. - М.: Мир, 1970.

## Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
2. Свойства электрических зарядов. Закон Кулона.
3. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
4. Вектор Пойнтинга, тензор натяжений Максвелла.
5. Электрическое поле в диэлектриках. Виды диэлектриков.
1. Электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.
2. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера.
3. Магнитное поле в веществе. Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики.
4. Полупроводники, Собственная и примесная проводимость.

5. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Основной закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция.
6. Переменный ток. Резонанс Напряжений. Резонанс токов.
7. Потенциалы и поля произвольно движущегося заряда.

Литература к разделу

1. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа. 1983.
2. Ландау Д.Д.» Лифшиц В.М. Теория поля. Учебное пособие. - М.: Наука, 1973.
3. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. М.: Высшая школа, 1980.
4. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Современная электродинамика. Часть I. Микроскопическая теория. - Москва - Ижевск: ИКИ, 2003.
5. Яковлев В.И. Классическая электродинамика. Часть I. Электричество и магнетизм.-Новосибирск: НГУ, 2003.

Раздел 4. ОПТИКА

1. Излучение световых волн. Спектральный состав излучения.
2. Интерференция света. Когерентность волн.
3. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
4. Метод зон Френеля. Дифракция от круглого отверстия и непрозрачного экрана.
5. Тепловое излучение. Законы излучения абсолютно черного тела.
6. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка.
7. Световые кванты. Фотоэффект.
8. Понятие активной среды, способы ее получения. Принцип работы лазера.

Литература к разделу

1. Савельев И.В. Курс общей физики Т. 2: в 3 т. Изд-во Лань, 2016, 496 с.
2. Матвеев А. Н. Оптика. - М.: Высшая школа, 1985.
3. Ландсберг Г.С. Оптика. - М.: Наука. 1976.
4. Калитиевский Н.И. Волновая оптика. - М.: Наука, 1971.
5. Бутиков Е.И. Оптика.- М.: Высшая школа, 1986.

Раздел 5. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

1. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой механики. Соотношение неопределенностей.
2. Волновая функция, среднее значение физической величины.
3. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан, стационарное уравнение Шредингера.
4. Временное уравнение Шредингера. Зависимость средних значений физических величин от времени. Соотношения Эренфеста.
5. Одномерное движение. Гамильтониан свободного движения в одном измерении, волновая функция, энергия и импульс.
6. Длина волны де Бройля. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме, энергии и волновые функции.
7. Квантовый гармонический осциллятор. Гамильтониан, операторы рождения и уничтожения, коммутационные соотношения.

8. Оператор углового момента. Коммутационные соотношения для оператора момента импульса.
9. Движение в поле центральных сил. Гамильтониан атома водорода. Радиальная и угловая части волновой функции.
10. Стационарная теория возмущений.
11. Нестационарная теория возмущений. «Золотое правило» Ферми.
12. Спин. Свойства операторов. Значения проекции спина на выделенную ось. Оператор спин-орбитального взаимодействия.
13. Системы из одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Координатная и спиновая части для невзаимодействующих фермионов.
14. Адиабатическое приближение.

#### Литература к разделу

1. Блохинцев Д.И., Основы квантовой механики, - М., 1976.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. - М., 1974.
3. Елютин П.В., Кривченков В.Д., Квантовая механика (с задачами). - М., 1976
4. Давыдов А.С. Квантовая механика. - М., 1976.

### Раздел 6. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. Классические модели атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда.
2. Дискретность атомных состояний. Теория Бора. Опыты Франка и Герца.
3. Спектры атомов и молекул. Виды спектров. Спектры поглощения и спектры излучения. Применение спектров при изучении структуры и состава вещества.
4. Методы расчета спектров, метод Хартри-Фока. Приближение самосогласованного поля.
5. Определение понятия "плазма". Параметры плазмы, модели плазмы. Способы получения плазмы.
6. Квантовые свойства твердых тел. Одноэлектронное приближение. Зонная структура энергетических спектров. Зонные модели проводников, полупроводников и изоляторов.
7. Состав и характеристики атомного ядра. Изотопы. Изобары. Энергия и устойчивость ядер.
8. Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель.
9. Квантовая хромо динамика. Кварки.
10. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  -распады. Спонтанное деление ядер.

#### Литература к разделу

1. Матвеев А.Н. Атомная физика. - М.: Высшая школа, 1969.
2. Шпольский Э.В. Атомная физика. - М.: Наука, Т.1, П. - 1982.
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Широков Ю.М., Юдин К.П. Ядерная физика. - М.: Наука, 1980.
5. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М., 2002

6. Ишханов Б.С., Капитонов И.М. Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра, -  
М.,2007

## 4.2 ВОПРОСЫ ПО ПРОГРАММЕ «ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИМЕДИЦИНЕ»

### Раздел 1. ФИЗИКА

1. Предмет физики. Развитие представлений о пространстве и времени от Ньютона до Эйнштейна.
2. Сохраняющиеся физические величины. Необходимые и достаточные условия сохранения физических величин. Законы сохранения в физике.
3. Закон всемирного тяготения. Гравитационное поле.
4. Термодинамический и статистический подходы к изучению систем многих частиц.
5. Первое, второе и третье Начала термодинамики.
6. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона.
7. Основные законы электромагнетизма.
8. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.
9. Эволюция представлений о свете.
10. Геометрическая оптика. Законы геометрической оптики.
11. Волновые свойства света, интерференция и дифракция волн.
12. Корпускулярные свойства света. Понятие фотона. Фотоэффект.
13. Основы Квантовой и классической физики.
14. Фундаментальные взаимодействия в природе.

#### Литература к разделу

1. Бондарев В.П. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для студентов вузов / В.П. Бондарев. - М.: Альфа-М, 2009. - 464 с. (ZNANIUM.COM)
2. Концепции современного естествознания: Практикум / В.П. Романов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 128 с.

### Раздел 2. БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

1. Отличия живых и неживых систем. Определение «биологического объекта». Свойства живых систем.
2. Биологические, физические и математические модели биологических систем.
3. Математическое моделирование биологических систем.
4. Физические характеристики биологических систем и их измерение.
5. Физические принципы работы диагностического медицинского оборудования.
6. Системная биология и биоинформатика.
7. Применение математического моделирования для численных медико-биологических экспериментов.
8. Биоинженерные технологии в медицине.
9. Научные достижения в области биофизики и биомедицины XXI века.
10. Бытовые приборы медицинского назначения и их значимость для человека.

11. Влияние физических полей на биологические системы
12. Вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме, различие вязкости венозной и артериальной крови
13. Импеданс живой ткани. Эквивалентная электрическая схема живой ткани
14. Фотобиологические процессы. Принципы фотодинамической терапии.

#### Литература к разделу

1. Соловьева О.Э., Мархасин В.С., Кацнельсон Л.Б., Сульман Т.Б и др. Математическое моделирование живых систем, Изд-во: Уральского университета, 325 с.
2. Лисицын Ю. П., Журавлева Т. В. Важнейшие достижения медицины XX – начала XXI века и их значение для ближайшего будущего // Здоровье и общество, 2012. – <https://cyberleninka.ru/article/v/vazhneyshie-dostizheniya-meditsiny-xx-nachala-xxi-veka-i-ih-znachenie-dlya-blizhayshego-budushego>
3. Хаитов Р.М. иммунология XXI века – победы и достижения – <https://cyberleninka.ru/article/v/immunologiya-xxi-veka-pobedy-i-dostizheniya>
4. Сущность отличия живых открытых систем от неживых – <http://www.0qm.ru/biologiya-i-estestvoznanie/sushhnost-otlichiya-zhivykh-otkrytyx-sistem-ot.html>
5. Шпак А.А., Новиков В.А. Исследования влияния электромагнитных полей и электромагнитных излучений на биообъекты // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2017. – № 4. – <http://biofbe.esrae.ru/pdf/2017/4/1120.pdf>
6. Арзамасцев А.А. Математические модели биологических и биотехнологических объектов // Вестник ТГУ, 2009. – Т.14. – Вып. 5.

## **5. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

5.1. Максимальное итоговое количество баллов за вступительное испытание – 100. Итоговое количество баллов определяется как сумма баллов, полученных за каждую из двух частей собеседования.

5.2. Минимальное количество баллов, соответствующее успешному прохождению вступительного испытания – 60.

5.3. При оценке ответа на вопросы каждой из двух частей собеседования применяются следующие критерии:

– От 40 до 50 баллов – содержание вопросов полностью раскрыто, ответ не содержит ошибочных элементов и утверждений.

– От 30 до 40 баллов – в ответе упущены отдельные непринципиальные элементы или допущены непринципиальные ошибки и неточности.

– От 10 до 30 баллов – в ответе допущено несколько принципиальных ошибок.

– От 0 до 10 баллов – нет ответа на вопрос или содержание ответа не имеет отношения к поставленному вопросу.

5.4. Кроме баллов за вступительное испытание при поступлении в магистратуру абитуриенты могут получить до 30 дополнительных баллов за индивидуальные достижения, в т.ч.:

- Диплом о высшем профессиональном образовании с отличием.
- Диплом кандидата наук.
- Публикации с учетом статуса издания (1 ед.).
- «Абилимпикс», «CASE-IN», WordSkills» и т.д.

Перечень и срок предоставления учитываемых индивидуальных достижений определяется действующими Правилами приема в ТГУ (Приложение 6) и доступен на по ссылке:  
[https://abiturient.tsu.ru/sites/default/files/prilozhenie\\_6\\_k\\_pp\\_individualnye\\_dostizheniya\\_bakalavriat\\_specialitet\\_magistratura.pdf](https://abiturient.tsu.ru/sites/default/files/prilozhenie_6_k_pp_individualnye_dostizheniya_bakalavriat_specialitet_magistratura.pdf)

Баллы, начисленные за индивидуальные достижения, включаются в сумму конкурсных баллов.