

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет  
имени М.К. Аммосова»  
Физико-технический институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД СВФУ  
проф. Голиков А.И.

28 июля 2023 г.

**Программа вступительного испытания**

Направление подготовки

03.04.02 Физика

**Магистерская программа**

Медицинская физика

**Квалификация выпускника**

Магистр

**Форма обучения**

Очная

Якутск 2023 г.

## **I. Пояснительная записка**

Программа вступительного испытания составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки «Физика», предъявляемыми к уровню подготовки необходимой для освоения специализированной подготовки магистра, а также с требованиями, предъявляемыми к профессиональной подготовленности выпускника по направлению подготовки бакалавра «Физика».

Данная программа предназначена для подготовки к вступительному испытанию в магистратуру Физико-технического института по направлению «Физика» магистерская программа «Медицинская физика».

### **Задачи вступительных испытаний**

- проверить уровень знаний претендента;
- определить склонности к научно-исследовательской деятельности;
- выяснить мотивы поступления в магистратуру;
- определить область научных интересов.

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

по 100-бальной шкале

Оценка «отлично»	-	100 б.
Оценка «хорошо»	-	80 б.
Оценка «удовлетворительно»	-	60 б.

Продолжительность испытаний: 4 часа.

Форма проведения: Устное собеседование по билетам.

### **Инструкция по выполнению работы**

Билеты вступительного испытания составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Физика», предъявляемыми к уровню подготовки необходимой для освоения специализированной подготовки магистра, а также с требованиями, предъявляемыми к профессиональной подготовленности выпускника по направлению подготовки бакалавра «Физика».

Для проведения устного собеседования по билетам по профилю Медицинская физика направления Физика отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из 3 частей: 1) необходимо письменно написать в течение 30 минут ответы на два вопроса одного из 24 билетов, каждый из которых состоит из двух вопросов; 2) необходимо раскрыть темы вопросов билета устно, используя письменный ответ для проверки уровня знаний претендента; 3) необходимо в завершение собеседования ответить на вопросы, связанные с определением склонности к научно-исследовательской деятельности, выяснения мотивов поступления в магистратуру и определения области научных интересов.

### **Содержание вступительных испытаний**

#### **1. Электричество и магнетизм**

1. Основные характеристики электрического поля. Поток и циркуляция вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса.
2. Взаимосвязь напряженности и потенциала электрического поля. Электрическое смещение.
3. Электрический диполь. Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация.
4. Проводники в электрическом поле. Энергия электрического поля. Примеры.
5. Элементарная классическая теория электропроводности металлов.
6. Работа выхода электронов из металла. Эмиссионные явления и их применение.
7. Ионизация газов. Несамостоятельный газовый разряд.
8. Самостоятельный газовый разряд и его типы.
9. Плазма и его свойства.
10. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Поток и циркуляция вектора магнитной индукции.
11. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Магнитное поле движущегося заряда. Ускорители заряженных частиц.
12. Магнитное поле в веществе. Намагничивание. Магнитные моменты электронов и атомов.
13. Электромагнитная индукция. ЭДС индукции. Энергия магнитного поля.
14. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла электромагнитного поля.

#### Литература

1. И.Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. \_ Издательство: Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. \_ 320 с.
2. И.В. Савельев. Курс общей физики. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. \_ Издательство: Лань, 2008. \_ 500 с.
3. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Том 3. Электричество. \_ Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2009. \_ 656 с.
4. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Академия, 2016. - 192 с.
5. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Academia, 2015. - 352 с.

## **2. Колебания и волны**

1. Гармонические колебания и их характеристики. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре.
2. Дифференциальные уравнения вынужденных электромагнитных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных электромагнитных колебаний. Резонанс.
3. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение.
4. Принцип суперпозиции. Групповая скорость. Интерференция волн.
5. Звуковые волны. Эффект Доплера в акустике. Ультразвук и его применение.
6. Электромагнитные волны. Дифференциальные уравнения электромагнитной волны. Энергия и импульс электромагнитной волны.

#### Литература

1. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х тт. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: Учебное пособие / И.В. Савельев. - СПб.: Лань, 2018. – 468

2. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Академия, 2016.- 192 с.
3. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Academia, 2015. - 352 с.

### **3. Оптика. Квантовая природа излучения.**

1. Интерференция света и ее применение.
2. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэггов.
3. Разрешающая способность оптических приборов.
4. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света.
5. Поглощение (абсорбция) света
6. Поляризация света. Поляризационные призмы и поляроиды.
7. Тепловое излучение и его характеристики. Формула Планка.
8. Виды фотоэлектрического эффекта. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Применение фотоэффекта.
9. Энергия и импульс фотона. Давление света.
10. Эффект Комптона и его элементарная теория.
11. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

#### **Литература**

1. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х тт. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: Учебное пособие / И.В. Савельев. - СПб.: Лань, 2018. - 468
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. Том 4. Оптика / Д.В. Сивухин. - М.: Физматлит, 2017. - 792 с.
3. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Академия, 2016. - 192 с.
4. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие / Т.И. Трофимова. - М.: Academia, 2015. - 352 с.

### **4. Физика атома и атомного ядра**

1. Модель атома Бора. Постулаты Бора. Атомные спектры.
2. Основные свойства ядер. Ядро. Нуклоны. Энергия связи ядра. Электрические и магнитные свойства ядер.
3. Некоторые элементы квантовой механики. Волны де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга.
4. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
5. 1-s состояние электрона в атоме водорода. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
6. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
7. Рентгеновские спектры.
8. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
9. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы.
10. Нейтрон – протонное рассеяние.
11. Радиоактивность. Типы радиоактивностей –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – распады. Дозы излучения
12. Ядерные реакции. Реакции под воздействием нейтронов.
13. Реакции деления урана
14. Реакции синтеза ядер
15. Ядерные реакторы.

16. Радиологическая опасность. Количественные меры поля излучения: Экспозиционная доза, поглощенная доза, эквивалентная доза, мощность дозы или интенсивность облучения.

Литература:

1. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Кузнецов А.А., Степанов М.Е., Третьякова Т.Ю., Юров Д.С. Частицы и атомные ядра. – М.: МАКС Пресс, 2013.
2. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику (любой год издания)
3. Кычкин И.С., Сивцев В.И. Физика ядра и элементарных частиц. – Якутск, 2018.

**5. Ядерная медицина**

1. Ионизирующие излучения и их взаимодействия с веществом
2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)
3. Позитронно – эмиссионная томография (ПЭТ)
4. Дозиметрия в ядерной медицине
5. Методы регистрации ионизирующего излучения
6. Радионуклидная диагностика
7. Радионуклидная терапия

Литература

1. С.Е. Улин, В.Н. Михайлов, В.Г. Никитаев, А.Н.Алексеев, В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев «Физические методы медицинской интроскопии». – М.: МИФИ, 2009, С-308. Рекомендовано УМО «Ядерная физика и технологии».
2. Б.А. Костылев, Б.Я. Наркевич «Медицинская физика». Учебное пособие. – М.: «Медицина», 2008 г. С — 459.
3. Климанов В.А. Физика ядерной медицины. Часть 1. Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камер и коллиматоров  $\gamma$ -излучения, однофотонная эмиссионная томографии, реконструкция распределений радионуклидов в организме человека, получение радионуклидов. Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. 308 с.
4. Беляев В.Н., Климанов В.А. Физика ядерной медицины. Часть 2. Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия, радиационная безопасность. Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. 248 с.

**6. МРТ (магнитно-резонансная томография)**

1. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)
2. Метод ЯМР в изучении организма человека
3. ЯМР – томографы. Устройство
4. Применение ЯМР – томографов в медицине

Литература

1. С.Е. Улин, В.Н. Михайлов, В.Г. Никитаев, А.Н.Алексеев, В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев «Физические методы медицинской интроскопии». – М.: МИФИ, 2009, С-308. Рекомендовано УМО «Ядерная физика и технологии».
2. Б.А. Костылев, Б.Я. Наркевич «Медицинская физика». Учебное пособие. – М.: «Медицина», 2008 г. С — 459.

3. К. Уэстбрук, К.Каут Рот, Д.Тэлбот «Магнитно-резонансная томография: практическое руководство» - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 г.- 448 с. ISBN 978-5-9963-0363-2

4. А.В. Аганов. Введение в медицинскую ядерную магнитно-резонансную томографию. Учебное пособие для бакалавров и магистрантов. – Казань, 2012.. с 60.

## **7. РКТ (рентгеновская компьютерная томография)**

1. Физические принципы РКТ
2. Основы рентгенодиагностики
3. Математическая модель для описания процесса формирования рентгеновского изображения
4. Компьютерно – томографическое изображение в отличие от обычных теневых рентгеновских изображений

### Литература

1. С.Е. Улин, В.Н. Михайлов, В.Г. Никитаев, А.Н.Алексеев, В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев «Физические методы медицинской интроскопии». – М.: МИФИ, 2009, 308 с.

2. Б.А. Костылев, Б.Я. Наркевич «Медицинская физика». Учебное пособие. – М.: «Медицина», 2008. 459 с.

3. С.А.Терещенко "Вычислительная томография" М.: МГИЭТ (ТУ), 1995. 76 с.

4. В. Календер «Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображений и области клинического использования». – Москва: Техносфера, 2006 г. – 344 с.

## **8. Биофизика**

1. Биологические мембраны
2. Кинетика биофизических процессов массопереноса
3. Проницаемость клеточных мембран
4. Фагоцитоз и пиноцитоз
5. Уравнение Ходжкина – Хаксли
6. Биоэлектрогенез
7. Закон «Все или ничего»
8. Распространение возбуждения по мембране
9. Особенности мембранных потенциалов кардиомиоцита

### Литература

1. Е.В. Бигдай и др.. Биофизика для инженеров. В 2-х томах. – М.: Горячая линия - Телеком, 2008. 950 с.

2. В.Ф. Антонов и др.. Биофизика. – М.: Владос, 2003-287 с.

3. Рубин А.Б. Биофизика. в 2-х томах, Т.1, Т.2. – М.: Изд. МГУ. 2004

## **9. Ультразвук в медицине**

1. Ультразвук. Прием и измерение
2. Затухание и поглощение ультразвука
3. Отражение и рассеяние ультразвука
4. Применение ультразвука в терапии
5. Применение ультразвука в хирургии
6. Оценка безопасности применения ультразвука в медицине

### Литература:

1. Резников И.И. и др. Физические основы использования ультразвука в медицине. – М. РНИМУ, 2015. -97 с.
2. Применение ультразвука в медицине. Под редакцией К. Хилла – М.: Мир, 2001. - 413 с.
3. Николаев Г.А., Лоцилов В. И. Ультразвуковая технология в хирургии. - М.: Медицина, 1980. - 272с.
4. Сперанский А.П., Рокитянский В.И. Ультразвук и его лечебное применение. - М.: Медицина, 1980. -284с.
5. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Пер. с англ./Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991.

#### **10. Лазеры в медицине**

1. Основы работы лазеров
2. Твердотельные, жидкие и газовые лазеры
3. Применение лазеров ультракоротких импульсов
4. Применение лазеров на основе высокой когерентности
5. Применение лазеров высокой мощности

#### **Литература:**

1. Крюков П.Г. Лазеры ультракоротких импульсов и их применение, Интеллект, 2012г.
2. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электродинамике, Академия, 2012. 130 с.
3. Быков В.П. Лазерная электродинамика. Элементарные и когерентные процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом. Интеллект 2006. 216 с.