

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

**Институт электроники и телекоммуникаций**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭиТ



А.С. Коротков

«02» октября 2023 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру по  
направлению подготовки / образовательной программе:**

**16.04.01 Техническая физика /**

**16.04.01\_08 Физика медицинских технологий**

---

Санкт-Петербург

2023

## АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению **16.03.01 «Техническая физика»**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание оценивается по стобальной шкале и проводится в форме междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме и дистанционно (**максимальный балл – 100**):

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена, – **50 баллов (50%)**.

Составители:

Профессор ВИФШ

 /Н.М. Гнучев/

Руководитель ОП, доцент ВИФШ

 /М.Я. Винниченко/

Программа рассмотрена и рекомендована учебно-методическим советом ИЭиТ (протокол № 1 от «14» сентября 2023 г.).

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

1.1. Физика

1.2. Физика твердого тела и полупроводников

1.3. Физические основы медико-биологических исследований

1.4. Взаимодействие физических полей с живыми организмами

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. «Физика»

Темы (вопросы)

#### 1. *Физические основы механики.*

Скорость и ускорение материальной точки. Закон сохранения импульса для замкнутой системы. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Работа и кинетическая энергия. Работа и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. Закон сохранения момента импульса. Задача двух тел. Движение в центральном поле.

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

Основные понятия теории вероятностей. Закон возрастания энтропии. Внутренняя энергия макросистемы. Абсолютная температура. Первое начало термодинамики. Распределение Гиббса. Статистическая сумма. Распределение Максвелла. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость твердых тел. Уравнение состояния идеального газа. Фазовые превращения. Явления переноса. Соотношение Эйнштейна. Диффузия в твердых телах.

#### 3. *Электричество и магнетизм.*

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Связь между напряженностью и потенциалом. Электрическое поле системы зарядов. Дипольный момент системы зарядов. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ . Электрическая емкость проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля. Пьезо- и сегнетоэлектрики. Стационарный электрический ток. Законы Ома и

Джоуля - Ленца. Векторный потенциал магнитного поля. Магнитное поле системы токов. Магнитный момент системы движущихся зарядов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ . Самоиндукция и взаимная индукция. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Сверхпроводящее состояние вещества.

#### *4. Колебания и волны.*

Гармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Упругие волны. Дисперсия. Групповая скорость. Вектор Пойнтинга. Классическая теория дисперсии. Рассеяние света. Законы излучения абсолютно черного тела. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Нелинейные оптические явления.

#### *5. Оптика.*

Соотношение между волновой и геометрической оптикой. Интерференция световых волн. Дифракция света. Дифракционная решетка. Просветление оптики. Линейная и круговая поляризация. Поляризация при отражении и преломлении света. Формулы Френеля. Двойное лучепреломление. Пластика в четверть и половину волны. Призма Николя. Закон Кирхгоффа. Формула Планка. Кванты света.

#### *6. Атомная и ядерная физика.*

Волновые свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции состояний. Квантование энергии на примере прямоугольной одномерной ямы. Среднее значение измеряемой физической величины. Водородоподобный атом в стационарном состоянии. Спин. Принцип неразличимости одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Запрет Паули. Периодическая система элементов. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Общие понятия о ядерной и термоядерной реакциях.

#### *Литература для подготовки:*

1. Д.В. Сивухин. Курс общей физики (в пяти томах). М.: Физматлит, 2012.
2. А.А. Матышев Атомная физика. М: Юрайт, 2016.
3. Г.С. Ландсберг Оптика М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 848 с.

## 2.2. «Физика твердого тела и полупроводников»

Темы (вопросы):

### 1. Зонная теория твердых тел

Энергетический спектр, разрешенные и запрещенные зоны. Диэлектрики, металлы, полупроводники и полуметаллы с точки зрения их энергетического строения. Закон дисперсии, эффективная масса электронов и плотность состояний вблизи минимума энергии и вдали от него.

### 2. Статистика электронов и дырок в полупроводниках.

Собственные и примесные полупроводники. Донорные и акцепторные примеси. Функции распределения электронов и дырок в полупроводниках и их особенности. Невырожденные и вырожденные полупроводники. Концентрация электронов и дырок в полупроводнике. Эффективная плотность состояний валентной зоны и зоны проводимости.

### 3. Равновесные носители заряда в полупроводниках и диэлектриках:

Генерация и рекомбинация. Механизмы рекомбинации. Диффузия и дрейф неравновесных носителей, соотношение Эйнштейна. Уравнение непрерывности, анализ частных случаев локального возбуждения и инжекции.

### 4. Контактные явления.

Различные типы контактов. Контакт твердое тело – вакуум. Контакт металл – полупроводник. Диоды Шоттки. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Электронно-дырочный переход. Выпрямление и усиление с помощью  $p-n$  переходов. Статическая вольтамперная характеристика (ВАХ)  $p-n$  перехода. Туннельный эффект в  $p-n$  переходах. Основные представления о полупроводниковых гетеропереходах, их применение.

### 5. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.

Фотоэффект в  $p-n$  переходах. Солнечные батареи. Преобразование электрических сигналов в световые. Светодиоды: устройство, принцип действия.

*Литература для подготовки:*

1. Ю Питер, Кардона Мануэль. Основы физики полупроводников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 560 с.
2. К.Зеегер Физика полупроводников. М.: Мир, 1977. 615 с.
3. Н.М. Гнучев. Физические основы электроники. СПб, изд-во СПбПУ, 2013, 158 с.

**2.3. Физические основы медико-биологических исследований.**

Темы (вопросы):

Физика и техника сверхвысоких частот (СВЧ) в биомедицинских исследованиях. СВЧ гипертермия.  
Инфракрасная многофотонная диссоциация биомолекул. Инфракрасная спектроскопия биомолекул.  
Биофизические и медико–биологические основы термодиагностики.  
Тепловидение.  
Взаимодействие видимого света с биомолекулами. Физико-химические основы фотобиологических процессов.  
Рентгеновское излучение, способы получения и характеристики.  
Линейные и циклические ускорители частиц.  
Изотопы и их распространенность. Детекторы частиц и излучений.  
Ультрафиолетовое излучение, источники и характеристики.  
Основы масс-спектрометрии

*Литература для подготовки:*

1. Цыбин О.Ю. Вакуумные масс-спектрометры. Учебное пособие. Учебное издание в электронной библиотеке СПбГПУ. 66 с. 2020г. DOI: 10.18720/SPBPU/2/s20-60
2. Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth. Intermediate Physics for Medicine and Biology. Fourth Edition. Springer, 2015.

**2.4. Взаимодействие физических полей с живыми организмами**

Темы (вопросы):

Физические процессы поглощения энергии рентгеновского и гамма-излучения атомом: фотоэффект, комптоновское рассеяние и рождение пар и триплетов.

Химическая стадия процесса воздействия ионизирующего излучения на вещество. Инактивация макромолекул прямым действием излучения. Продукты радиолиза воды и не прямое действие ионизирующего излучения.

Действие облучения на клетку. Закон Бергонье и Трибондо.

Повреждение ДНК как основная причина митотической гибели клеток.

Сравнительная радиочувствительность различных типов биологических объектов. Лучевая болезнь у млекопитающих и человека. Критические органы и системы.

Отдаленные последствия облучения ионизирующего излучения. Нарушения, имеющие нестохастический характер. Раковые и генетические заболевания.

Применение ионизирующих излучений в медицине.

Электромагнитные свойства биологических тканей. Дисперсионные кривые механизмов дисперсии для различных частотных диапазонов.

Тепловое воздействие радиоизлучения. Тепловое равновесие клетки. Использование радиочастотного нагрева тканей в медицине.

Нетепловое воздействие электромагнитного поля радиодиапазона. Влияние микроволн на свойства искусственных и естественных клеточных мембран. Воздействие радиочастотных полей на клетки и одноклеточные организмы.

Оптическое излучение – особенности видимого света, ИК и УФ диапазонов. Возбуждение атомов и фотостимулированные реакции. Применение лазерного излучения в медицине

*Литература для подготовки:*

1. Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. (Учебник для ВУЗов). – М: Физматлит, 2008. – 184 с.
2. А.А. Кузнецов. Биофизика ионизирующих и неионизирующих излучений: учебное пособие. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 143 с.

### 3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт электроники и телекоммуникаций

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

 М.Я. Винниченко

«20» июня 2023 г.

### ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки / образовательной программе:

16.04.01 Техническая физика /

16.04.01\_08 Физика медицинских технологий

---

*Код и наименование направления подготовки / образовательной программы*

#### Примеры тестовых заданий (20 вопросов по 3 балла)

**1. Влияние электромагнитных полей радиочастотного диапазона на организм человека обусловлено в наибольшей степени их действием на:**

1. сердечно-сосудистую систему
2. кожу и жировые ткани
3. иммунную систему
4. нервную систему

**2. Потери энергии электромагнитной волны (радиочастотного диапазона) в хорошем диэлектрике обусловлены в основном**

1. инерционностью процесса электрической поляризации
2. протеканием в нем токов проводимости
3. рассеянием электромагнитной волны на кристаллической решетке
4. неидеальностью его магнитных свойств

**3. Траектория движения заряженной частицы в ненулевых скрещенных однородных электрическом и магнитном полях**

1. Окружность
2. Парабола
3. Гипербола
4. Трохоида



**4. Фотоэффект в  $p-n$  переходах – это...**

1. испускание света при подаче на переход прямого напряжения
2. образование неравновесных электронно-дырочных пар при облучении светом и возникновение фотоЭДС
3. возникновение фотопроводимости в смежных областях при облучении светом
4. возникновение индуцированного излучения в переходе при облучении светом

**5. Инверсная заселенность энергетических уровней – это распределение частиц по энергии, при котором...**

1. Уровни не заполнены
2. Уровни равномерно заполнены
3. На верхних уровнях частиц больше, чем на нижних
4. На нижних уровнях частиц больше, чем на верхних

**Пример открытого вопроса (2 вопроса по 20 баллов)**

1. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Связь между напряженностью и потенциалом. Электрическое поле системы зарядов.
2. Нетепловое воздействие электромагнитных полей радиодиапазона. Влияние микроволн на свойства искусственных и естественных клеточных мембран.