

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

**Институт биомедицинских систем и биотехнологии**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИБСиБ

  
\_\_\_\_\_ Васин А.В.  
« 20 » сентября 2024 г.

## ПРОГРАММА

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

**12.04.01 «Приборостроение»**

**12.04.01\_05 «Биомедицинские информационные системы и технологии»**

---

*Код и наименование направления подготовки / образовательной программы*

Санкт-Петербург

2024

## АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень дисциплин профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров, включенных в программу междисциплинарного экзамена, а также тем (вопросов) для направления **12.04.01 «Приборостроение»**, в частности образовательной программы **12.04.01\_05 «Биомедицинские информационные системы и технологии»**.

Также программа содержит примеры тестовых вопросов на вступительном испытании (экзаменационный лист) в случае проведения, как в очном, так и в дистанционном формате.

Вступительное испытание, оценивается по **100-балльной** шкале и состоит из междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.

Вступительное испытание проводятся очно в письменной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний).

Руководитель ОП

 / Большакова А.В./

Составители:

Директор ВШБСиТ

 / Власова О.Л./

Руководитель ОП **12.04.01\_05**

доцент ВШБСиТ

 / Большакова А.В./

Руководитель ОП бакалавриата 12.03.04

Доцент ВШБСиТ

 /Бродская А.В./

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании №2 Высшей школы Биомедицинских систем и технологий, ИБСиБ (протокол № 2 от «20» сентября 2024 г.).

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

## 1.1. Физика

## 1.2. Цифровые компетенции, метрология

## 1.3. Экспериментальные методы биофизических исследований

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. «Физика»

Темы (вопросы)

#### *1. Физические основы механики*

Скорость и ускорение материальной точки. Закон сохранения энергии импульса в механике. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле.

#### *2. Молекулярная физика, термодинамика*

Переменные термодинамики. Уравнения состояния идеального и реального газов. Энтропия. Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия. Химический потенциал, константы равновесия. Барьер активации, уравнение Эйринга-Аррениуса. Уравнение диффузии.

#### *3. Колебания и волны*

Волновые процессы. Основные законы. Уравнение упругой волны. Волновые уравнения. Одномерное и многомерное волновое уравнение. Скорость распространения упругой волны. Эффект Доплера. Распространение колебаний с затуханием. Поток энергии волн. Понятие интенсивности. Гармонические (механические) и затухающие колебания. Вынужденные (механические) колебания, резонанс. Поляризация при отражении и преломлении света. Спонтанное и вынужденное излучение. Формула Планка (плотность излучения при условии термодинамического равновесия).

#### *4. Электричество и магнетизм*

Электрическое и магнитное поля. Электрическое и магнитное поле системы зарядов. Движение заряда в электромагнитном поле. Энергия электромагнитного поля. Стационарный электрический ток, законы Ома и Джоуля-Ленца. Электромагнитные волны в вакууме и веществе, закон дисперсии. Поляризация электромагнитной волны, поляризация при отражении и преломлении света.

## *5. Гидродинамика*

Вязкость. Движение вязкой жидкости, поле скоростей. Ньютоновские жидкости. Стационарное движение вязкой жидкости между 2-мя параллельными плоскостями: движущимися относительно друг друга с постоянной скоростью, при наличии продольного градиента давления. Стационарное движение вязкой жидкости в трубе при наличии продольного градиента давления постоянного диаметра с кольцевым постоянным сечением. Стационарное движение вязкой жидкости: между 2-мя коаксиальными цилиндрами с постоянными радиусами (внутренний цилиндр движется с постоянной скоростью вдоль образующей); с постоянной толщиной свободной поверхности над наклонной плоскостью, образующей с горизонтальной поверхностью постоянный угол в поле силы тяжести.

## *6. Квантовая механика и молекулярная спектроскопия*

Квантовомеханическое описание систем. Волновая функция. Оператор Гамильтона. Уравнение Шредингера. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Квантовые свойства электромагнитного излучения, фотоны. Спонтанное и вынужденное излучение. Равновесное излучение, формула Планка. Поглощение. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Усиление света в среде, инверсные среды, лазеры. Модель гармонического и ангармонического осциллятора при колебании молекул. Спектр многоатомной молекулы (электронный, колебательный, вращательный). Диапазоны электромагнитного излучения.

### **Литература для подготовки:**

1. Д.В. Сивухин. Курс общей физики (в пяти томах). М.: Физматлит, 2012.
2. М.А. Ельяшевич. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 896 с.
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика, т.6, Гидродинамика, 2001. 732 с

## 2.2 «Цифровые компетенции, метрология»

Темы (вопросы)

### 1. Цифровые компетенции

Программирование и моделирование в естественных науках. Особенности моделирования в биологии и биофизике. Формулировка и валидация моделей. Детерминированные и стохастические модели.

Объектно-ориентированное программирование на python. Классы, объекты и методы. Описание класса и создание объектов, операции с классами и объектами. Библиотеки в python. Пакеты и модули. Понятие библиотеки в программной инженерии. Пространства имён и видимости. Способы импорта. Стандартная библиотека, внешние библиотеки.

Библиотека numpy. Основы и практические примеры применения. Понятие численных методов, формат данных. Понятие ndarray. Базовые операции с ndarray. Способы создания ndarray, в том числе из файлов. Функции numpy, атрибуты ndarray.

Библиотека matplotlib. Основы, примеры применения Основные понятия matplotlib, структура графика. Базовые способы создания графиков Различные подходы к представлению многомерных данных.

Численное моделирование. Формула Эйлера для решения дифференциального уравнения. Ошибка вычисления. Простейшие модели, диффузия.

Создание модели и описание начальных условий, получение и анализ результата. Примеры моделей. Работа с табличными данными, Pandas. Табличные данные. Основы работы с объектами DataFrame, Series. Создание объектов, чтение из файлов. Получение общих характеристик набора данных, получение различных представлений.

Решение дифференциальных уравнений при помощи scipy. Интерполяция и аппроксимация данных, scipy. Основы применения scipy для решения задач интерполяции и аппроксимации данных. Примеры задач.

Обработка экспериментальных данных, статистическая обработка. Случайные величины, их реализация и использование в программировании на примере python. Вычисление погрешностей, использование numpy-массивов для обработки данных. Обработка экспериментальных данных, интерполяция и аппроксимация. Использование библиотек numpy, scipy для аппроксимации и интерполяции экспериментальных данных, различия и ограничения методов.

## 2. Метрология:

Метрология, как научная дисциплина Метрическая конвенция. Задачи теоретической метрологии. Задачи законодательной метрологии. Задачи практической метрологии. Основной постулат метрологии. Величины и единицы Единицы международной системы единиц СИ. Основные единицы. Производные единицы. Внесистемные единицы. Эталоны единиц величин.

Измерения и их классификация Классификация измерений с точки зрения общих приемов получения результатов: прямые; косвенные; совокупные; совместные. Результат измерений и его характеристики Правильная запись результата измерений. Погрешность измерений. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность. Систематическая и случайная погрешность. Правила округления.

Методы обработки результатов измерений. Измерения прямые многократные. Метод непосредственной оценки. Метод сравнения с мерой. Метод сравнения с мерой имеет ряд разновидностей: метод замещения, метод дополнения, дифференциальный метод и нулевой метод

Методики выполнения измерений Основные разделы методик выполнения измерений. Принцип измерений. Метод измерений. Методика. Основные разделы методики выполнения измерений. Оценивание неопределенности в измерениях

### Литература для подготовки:

1. Агапьев Б.Д., Козловский С.С. Физика. Практическая обработка экспериментальных данных: Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. унта, 2012.
2. Бизли Д.М. Язык программирования Python: Киев: ДиаСофт, 2000.
3. Солопченко Г.Н. Измерительная информационная техника и метрология, 2014

## 2.3. «Экспериментальные методы биофизических исследований»

### Темы (вопросы)

#### 1. Растворы

Растворы, их количественные характеристики: концентрация, ионная сила, рН, коллигативные свойства. Гидрофобность и гидрофильность. Кислотно-основное равновесие, рКа, буферные растворы. Осмос.

#### 2. Электрофоретические методы

Явление электрофореза. Электрофорез в геле. Методы электрофоретического разделения белков и нуклеиновых кислот. Изофокусирование белков.

#### 3. Хроматография

Хроматография: принцип разделения веществ. Типы хроматографии. Хроматограф. Важнейшие хроматографические методы анализа и выделения биомолекул.

#### *4. Седиментация*

Уравнение Сведберга, коэффициент седиментации. Ультрацентрифуга. Дифференциальное, зонально-скоростное и равновесное центрифугирование клеточных компонентов.

#### *5. Выделение клеточных компонентов*

Стратегия выделения клеточных компонентов, цели и задачи. Классы биомолекул, их физико-химические свойства. Детергенты. Методы осаждения белков. Очистка белков и нуклеиновых кислот

#### *6. Спектральные методы анализа*

Общая схема спектрального эксперимента. Спектральные полосы и спектральные линии. Диапазоны электромагнитного излучения. Связь спектральных свойств различных диапазонов с характеристиками биообъектов.

#### *7. Оптическая спектроскопия растворов*

Спектр поглощения, оптическая плотность, закон Бера. Хромофоры. Спектрофотометр. Спектрофотометрическое определение концентрации биомолекул. Оптическая активность.

#### *8. Флуоресценция*

Явление фотолюминесценции. Количественные характеристики и их измерение. Квантовая модель флуоресценции. Флуоресценция биомолекул. Флуоресцентные метки и зонды. FRET. Флуоресцентная микроскопия.

#### *9. Методы исследования ферментативной активности*

Катализ. Ферменты. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Экспериментальное определение параметров. Ингибирование ферментативных реакций.

#### *10. Иммунологические методы*

Антитела и антигены, строение молекул IgG, специфичность антител. Получение и использование антител в практической молекулярной биологии. Иммуноблоттинг.

#### *11. Методы исследования на основе ионизирующего излучения.*

Рентгеноструктурный анализ. Метод меченных атомов. Радиоиммунный анализ.

#### *12. Методы радиоспектроскопии.*

Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Практическое применение в медицинской диагностике и экспериментальных исследованиях

#### *13. Биомедицинские методы анализа.*

Эхо-импульсные методы визуализации. А, М, В – ультразвуковые сканеры. Лабораторная диагностика с использованием ультразвука (молекулярная акустика).

Томографические методы исследования. МРТ, КТ, ОФЭКТ, ПЭТ КТ.

Биофизические методы исследований. ЭКГ, ЭМГ, ЭЭГ.

14. *Исследование ионных каналов, patch clamp*

15. *Измерения и статистический анализ*

Неопределенность в измерении физико-химических величин. Случайные величины, свойства. Параметры. Важнейшие распределения (нормальное, хи-квадрат, Пуассона). Выборки. Точечное и интервальное оценивание параметров. Статистические тесты.

### **Литература для подготовки:**

1. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко — Москва: Высшая школа, 2003.
2. Медицинская биофизика: учебник для вузов/ В.О. Самойлов. – 3-е изд.испр. и доп. – СПб.:СпецЛит.2013 – 591с.
3. Медицинская и биологическая физика: учеб.для вузов/А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – М.: Дрофа.2008. – 558 с.
4. Биофизика / Волькенштейн М.В. — М. ; Краснодар : Лань, 2008
5. Биофизическая химия: в 3-х т. :пер. с англ./ Ч. Кантор, П. Шиммел. Т. 1 – М: Мир, 1984.
6. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). / Остерман Л. А. М.: Наука, 1981.
7. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.