

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. И. ПИРОГОВА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**  
**по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по**  
**направлению подготовки:**

**12.04.04 БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

**Направленность (профиль) образовательной программы:**  
**«ИНЖЕНЕРНЫЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ»**

Настоящая программа вступительных испытаний по образовательной программе высшего образования - программе магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», профиль “Инженерные нейротехнологии” подготовлена в Институте нейронаук и нейротехнологий ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) под руководством с.н.с. инжинирингового центра Пироговского Университета, кандидата биологических наук, Боброва Павла Дмитриевича.

Составители:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность в Университете	Основное место работы (для внешних совм.)
	Бобров Павел Дмитриевич	к.б.н.	с.н.с. инжинирингового центра Пироговского Университета	РНИМУ имени Н.И.Пирогова
	Синкин Михаил Владимирович	д.м.н., доцент	заведующий кафедрой медицинских нейротехнологий Пироговского Университета	ФГБУ ФЦМН ФМБА России
	Носов Георгий Андреевич	к.б.н.	доцент кафедры медицинских нейротехнологий Пироговского университета	ФГБУ ФЦМН ФМБА России
	Серебряная Дарья Владимировна	к.б.н.	доцент кафедры медицинских нейротехнологий Пироговского университета	МГУ имени М.В.Ломоносова Биологический факультет

Программа вступительных испытаний одобрена советом Института нейронаук и нейротехнологий ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) (Протокол № 1 от «16» января 2026 г).

## 1. Общие положения

Программа вступительного испытания разработана для поступающих в ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России на обучение по программам высшего образования на основе:

- Требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (уровень магистратуры), утвержденным приказом Министерством образования и науки РФ от 19 сентября 2017 № 936.

- Правил приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, магистратуры, программам специалитета в федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени И.И. Пирогова»

## 2. Программа вступительного испытания (по разделам).

### Физиология человека и животных

Нервная регуляция физиологических функций. Структурно-функциональная организация нервной системы: вегетативная нервная система, головной и спинной мозг. Рефлекторный принцип работы нервной системы. Рефлекторные дуги спинного мозга. Интегративная деятельность центральной нервной системы. Онтогенез нервной системы.

Строение головного мозга. Черепные нервы и их ядра. Вегетативная нервная система. Периферические нервы.

Функции нейрона и нервных центров. Нейрон и его микроскопическое строение.

Классификация нейронов. Глиальные клетки и их функциональная роль в нервной системе.

Системная организация нервных центров и их свойства. Торможение в центральной нервной системе. Виды и механизмы торможения.

Потенциал покоя и потенциал действия. Клеточная мембрана нервной клетки. Ионные каналы и их свойства: избирательность, проницаемость, проводимость и способы активации.

Уравнение Нернста. Роль ионных каналов в генерации потенциала на мембране. Мембранный потенциал покоя. Локальные флуктуации потенциала на мембране. Постсинаптические потенциалы. Потенциал концевой пластинки. Потенциал действия на аксоне. Потенциал действия кардиомиоцита. Изменение возбудимости мембраны во время одиночного цикла возбуждения. Механизм мышечного сокращения. Физиология нервов и нервных волокон. Законы проведения возбуждения по нервам. Механизм распространения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым волокнам.

Физиология синапсов. Понятие о синаптической передаче сигналов. Нервно-мышечный синапс: химический механизм передачи возбуждения. Строение химического синапса.

Электрический синапс. Аксональный транспорт. «Классические» возбуждающие и тормозные медиаторы: особенности их действия на клеточном уровне.

Физиология анализаторов. Роль анализаторов в работе функциональных систем. Общий план строения сенсорных систем. Характеристика периферических и центральных отделов анализаторов. Кодирование информации о внешних стимулах в нейронных сетях сенсорных систем. Частная физиология анализаторов: механорецепция, фоторецепция и хеморецепция.

Зрение: детекции света в сетчатке и выделение ключевых признаков изображения.

Вестибулярная система. Слух: нейронные механизмы локализация источника звука в пространстве. Обоняние и вкус. Сенсорные компоненты физиологии боли.

Функции двигательной системы. Поддержание мышечного тонуса, формирование позы и выполнение произвольного движения. Сенсорная система опорно-двигательного аппарата.

Рецепторы мышц и сухожилий. Гамма-моторная система. Проприоцептивный анализатор, его структура и функции. Проведение информации, необходимой для обеспечения двигательной функции. Строение центральных отделов головного мозга, обеспечивающих моторику.

Саморегуляция мышечного тонуса. Соматосенсорные и моторные области коры.

Сердечный цикл. Свойства сердечной мышцы. Регуляция работы сердца. Гемодинамика большого и малого кругов кровообращения. Основные гемодинамические параметры. Механизм транскапиллярного обмена. Особенности регионарного кровообращения.

Функциональная система, определяющая оптимальный для метаболизма уровень давления крови. Клинико-физиологические методы исследования сердечно-сосудистой системы у человека. Состав крови, её функции, основные показатели крови. Функциональные системы, поддерживающие pH и осмотическое давление крови на оптимальном для метаболизма уровне. Свертывающая и противосвертывающая системы крови. Группы крови.

Физиологические основы переливания крови.

Физиологические механизмы внешнего дыхания. Газообмен между альвеолярным воздухом и кровью. Транспорт газов кровью. Кривая диссоциации оксигемоглобина. Дыхание при изменённом атмосферном давлении. Нервная и гуморальная регуляция дыхания.

Функциональная система, обеспечивающая оптимальный для метаболизма газовый состав крови.

Функции пищеварительного тракта, механизмы их регуляции. Особенности пищеварения в различных отделах пищеварительного тракта. Функции печени. Функциональная система, поддерживающая уровень питательных веществ в крови на оптимальном для метаболизма уровне. Механизм голода и насыщения. Основной и общий обмен. Методы оценки энергетического обмена человека. Принципы составления пищевых рационов.

Терморегуляция. Температурная схема тела. Физиологические колебания температуры тела человека. Функциональная система, обеспечивающая поддержание температуры тела на оптимальном для метаболизма уровне. Теплопродукция и пути теплоотдачи. Физиологические основы гипотермии.

Органы выделения, их участие в поддержании важнейших параметров гомеостаза. Почка, её функции. Нефрон, как структурно-функциональная единица почки. Процессы мочеобразования, их регуляция. Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства осмотического давления крови.

Вегетативная нервная система. Структурно-функциональные особенности симпатической и парасимпатической систем. Основные медиаторы вегетативной нервной системы и их рецепторы. Симпатоадреналовая система. Вегетативные рефлексы и вегетативный тонус. Врождённые и приобретённые формы поведения. Безусловный рефлекс, инстинкт. Условные рефлексы. Классификация, правила выработки. Динамический стереотип. Типы высшей нервной деятельности. Узловые стадии центральной архитектуры поведенческого акта. Вегетативное и эндокринное обеспечение поведенческого акта.

Системная организация эмоциональных реакций. Биологическая роль эмоций: выбор программы действия и оценка успешности её выполнения. Теории эмоций. Эмоциональный стресс, устойчивость и предрасположенность к нему. Профилактика эмоционального стресса. Высшие функции мозга человека. Речь и мышление. Сознание. Биологическое значение и структура сна. Современные представления о механизмах сна. Электрофизиологические исследования сна.

## **Математика**

Элементы линейной алгебры. Матрицы и определители. Системы линейных уравнений. Векторы и операции над ними. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Собственные числа и собственные векторы матриц. Математический анализ. Производная и её геометрический смысл. Правила дифференцирования. Производные элементарных функций. Дифференциал функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Неопределённый интеграл. Методы

интегрирования. Определенный интеграл и его свойства. Несобственные интегралы. Функции нескольких переменных. Частные производные. Ряды. Числовые ряды и их сходимость. Степенные ряды. Разложение функций в ряд Тейлора. Ряды Фурье. Разложение периодических функций в ряд Фурье. Преобразование Фурье для непрерывных и дискретных сигналов. Дифференциальные уравнения. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Системы дифференциальных уравнений. Комплексные числа. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Операции с комплексными числами. Формула Эйлера. Комплексная плоскость.

Теория вероятностей и математическая статистика. Случайные события и их вероятности. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Случайные величины. Функция распределения и плотность вероятности. Математическое ожидание и дисперсия. Основные распределения: нормальное, равномерное, экспоненциальное. Корреляция случайных величин. Дискретизация и квантование сигналов. Непрерывные и дискретные сигналы. Аналого-цифровое преобразование. Частота дискретизации. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг. Интерполяция сигнала. Линейные дискретные системы. Линейность и стационарность. Импульсная характеристика системы. Свертка дискретных сигналов. Вычисление отклика системы. Устойчивость дискретных систем. Критерий устойчивости. Причинность системы.

Z-преобразование. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые фильтры. Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры, FIR). Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтры, IIR). Частотная характеристика фильтра. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Фазово-частотная характеристика (ФЧХ). Групповое время задержки. Линейность фазовой характеристики. Синтез фильтров. Спектральный анализ. Непараметрические и параметрические методы спектрального анализа. Вейвлет-преобразование. Непрерывное вейвлет-преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование (DWT).

## **Общая**

## **физика**

Кинематика материальной точки и твердого тела. Система отсчета. Траектория, путь и перемещение. Скорость и ускорение. Равномерное и равноускоренное движение. Движение по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса и импульс. Сила. Принцип суперпозиции сил. Силы трения. Закон всемирного тяготения. Работа и энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. Мощность. Динамика твердого тела. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения. Кинетическая энергия вращающегося тела.

Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Волновые процессы. Скорость распространения волн. Длина волны. Уравнение плоской и сферической волн. Интерференция и дифракция волн. Звуковые волны. Эффект Доплера.

Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ). Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Температура. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Распределение

Максвелла. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Первое начало термодинамики. Работа газа. Теплоемкость. Адиабатический процесс. Второе начало термодинамики. Энтропия. Тепловые двигатели. Цикл Карно. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля. Постоянный электрический ток. Закон Ома для участка цепи и для полной цепи. Сопротивление проводников. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Законы Кирхгофа. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля. Электрические цепи постоянного тока. Источники ЭДС и тока. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений. Методы расчета сложных цепей. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Принцип наложения. Теорема об эквивалентном генераторе. Переменный ток. Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Переменный ток. Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Электрические цепи переменного тока. Синусоидальный ток. Действующее и среднее значения

Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Линзы. Формула тонкой линзы. Оптические приборы. Волновая оптика. Интерференция света. Когерентность. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционная решетка. Поляризация света. Закон Малюса. Дисперсия света. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Модели атома. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Спектры излучения и поглощения. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Состав атомного ядра. Энергия связи ядра. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.

### **3. Форма проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в два этапа. Первый этап проходит в виде компьютерного онлайн-тестирования, второй – в форме онлайн-собеседования. Время, отведенное на выполнение тестирования, составляет 90 минут. Время, отведенное на подготовку к собеседованию, составляет 60 минут. Время начала и окончания испытания фиксируется.

### **4. Структура вступительного испытания**

Компьютерное тестирование включает 40 тестовых заданий разных уровней. Задания 1-20 являются тестами с одиночным выбором. Абитуриент должен выбрать только один вариант ответа, то есть среди множества вариантов ответа только один правильный. Задания 21-30 являются тестами с множественным выбором. Абитуриент должен выбрать несколько вариантов ответа. Среди множества вариантов ответов — произвольное количество может быть верным. Не допускается включение в задание только верных или неверных ответов. Задания 31-40 - являются тестами на сопоставление, в которых необходимо ввести комбинацию

вариантов ответа из двух множеств. Устное собеседование состоит из четырех вопросов с открытым ответом.

## **5. Показатели и критерии результата вступительного испытания, шкала и процедура оценивания**

В соответствие с требованиями ФГОС ВО лица, желающие освоить программу специализированной подготовки магистра по биотехническим системам и технологиям, должны иметь высшее образование (бакалавриат или специалитет), подтвержденное документом государственного образца. Лица, имеющие диплом бакалавра по направлениям 03.03.01 “Прикладные математика и физика” и 12.03.01 “Приборостроение”, а также имеющие высшее образование по другим направлениям, участвуют в конкурсе на равных условиях.

Вступительный экзамен проводится с целью установления уровня подготовленности абитуриента к освоению программы магистратуры «Инженерные нейротехнологии» по направлению 12.04.04 Биотехнические система и технологии.

Результаты вступительного испытания, проводимого Университетом, оцениваются по 100-балльной шкале.

Результат вступительного испытания, считается положительным, если сумма набранных баллов соответствует минимальному количеству баллов, установленному правилами приема в Университет, по соответствующему направлению подготовки, или превышает ее.

Минимальное количество баллов не может быть изменено в ходе приема.

### **Шкала оценивания результатов тестирования.**

Оценивается уровень сформированности знаний абитуриента в области молекулярной и клеточной биологии, биохимии, физиологии человека и животных, основ программирования, математического анализа и теории вероятности с целью определения готовности к обучению на высшем уровне образования исследователя - магистратуре. Абитуриент должен продемонстрировать уровень знаний и умений в области изучения живых систем, позволяющий решать, как типовые задачи профессиональной деятельности исследователя в области наук о мозге, так и творческие и исследовательские задачи.

Максимальное количество баллов, которые абитуриент может набрать за вступительное испытание – 100 баллов. Максимальное количество баллов, которые абитуриент может набрать за компьютерное тестирование – 60 баллов. Максимальное количество баллов, которые абитуриент может набрать за собеседование – 40 баллов.

За тестовые задания 1-20 абитуриент, выбрав правильный ответ, получает за каждое задание 1 балл; выбрав неправильный ответ — 0 баллов. В тестовых заданиях 21-30 абитуриент, выбрав правильную комбинацию ответов, получает за каждое задание 2 балла; за одну ошибку (отмеченный правильным неверный вариант или неотмеченный верный вариант), студент получает 1 балл, за большее число ошибок в вопросе — 0 баллов. В тестовых заданиях 31-40 абитуриент устанавливает соответствие между двумя группами элементов. За правильное

сочетание абитуриент получает 2 балла; за ответ с одной неверной комбинацией студент получает 1 балл, за большее число ошибок в вопросе — 0 баллов. Для прохода на второй этап вступительных испытаний — необходимо набрать минимум 40 баллов за компьютерное тестирование. Максимальное количество баллов, которые абитуриент может набрать за собеседование — 40 баллов.

В заданиях 1-8 на устном собеседовании абитуриент может получить максимум 5 баллов за ответ. За каждую ошибку и нераскрытую часть вопроса снимается по 1 баллу, но итоговый балл за вопрос не может быть меньше 0. При оценивании абитуриент сдает комиссии рукописный текст ответа на вопросы.

## 6. Рекомендуемая литература

1. Lisa Urry, Michael Cain, Steven Wasserman, Peter Minorsky, Jane Reece. Campbell Biology 11<sup>th</sup> Edition. Pearson, 2016.
2. В. А. Леках. Ключ к пониманию физиологии. Editorial URSS, 2002.
3. Сергеев Игорь Юрьевич, Каменский Андрей Александрович, Дубынин Вячеслав Альбертович. Физиология человека и животных в 3 т. Учебник и практикум для академического бакалавриата // Издательство Юрайт, 2022 г.
4. Bernard J. Baars, Nicole M. Gage. Cognition, Brain and Consciousness (2nd edition). Elsevier, 2010
5. Allan H. Ropper, Martin A. Samuels, Joshua P. Klein, Sashank Prasad Adams and Victor's Principles of Neurology 12th edition.
6. Синкин М.В., Рускин В.О. “Краткое введение в неврологию и нейрохирургию”, онлайн курс на платформе Stepik <https://stepik.org/248022>
7. Руководство по диагностике и лечению болезни Паркинсона. Под Редакция О.С. Левина, С.Н. Иллариошкина
8. Иванов Г.Е. Лекции по математическому анализу, Часть 1. Москва МФТИ 2017
9. А. Е. Умнов, Е. А. Умнов. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Москва МФТИ 2024
10. Колмогоров А.Н., Журбенко И.Г., Прохоров А.В. Введение в теорию вероятностей. МЦНМО 2015
11. Лунгу К.Н., Макаров Е.В. Высшая математика (руководство к решению задач) ч.1,2. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.
12. Данко Е.А., Попов А.Г. Высшая математика в упражнениях и задачах. ч.1, 2. Москва, ОНИКС, 2003.
13. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Москва, Техносила, 2012.
14. Young H.D., Freedman R.A. University Physics with Modern Physics. Pearson. 2019.
15. Kreyszig E., Advanced Engineering Mathematics. Wiley 2011.