

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пушинский государственный естественно-научный институт»  
(ПущГЕНИ)**

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

**ЭКЗАМЕН ПО БИОЛОГИИ  
(профиль Биология клетки)**

направление подготовки  
06.04.01  
(магистерская программа «Биология клетки»)

Программа вступительного испытания «Экзамен по Биологии (профиль Биология клетки)» предназначена для абитуриентов, желающих получить образование по направлению подготовки 06.04.01 Биология, профиль «Биология клетки»

*Целью вступительного испытания по биологии является определение достаточности уровня знаний абитуриента для дальнейшей образовательной деятельности.*

Вступительное испытание «Экзамен по Биологии (профиль Биология клетки)» проводится *в устной форме*. На подготовку к ответу отводится 1 час. Экзаменационный билет включает 3 вопроса.

К вступительному испытанию допускаются абитуриенты, имеющие высшее профессиональное образование с присвоением квалификации (степени) бакалавр или квалификации (степени) специалист независимо от профиля базового образования.

При этом у поступающего должно быть выявлено наличие ряда ключевых компетенций из числа установленных соответствующим ФГОС ВО для выпускника бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 "Биология":

**общефессиональные компетенции (ОПК):**

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);
- способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2);
- способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способность использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов (ОПК-3);
- способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем (ОПК-4);
- способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК-5);
- способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6);
- способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике (ОПК-7);
- способность обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении; владением современными представлениями об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции (ОПК-8);

- способность использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами (ОПК-9);
- способность применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы (ОПК-10);
- способность применять современные представления об основах биотехнологических биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования (ОПК-11);
- способность использовать знание основ и принципов биоэтики в профессиональной и социальной деятельности (ОПК-12);

#### **профессиональные компетенции (ПК):**

Абитуриент:

- демонстрирует базовые представления о разнообразии биологических объектов, понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы (ПК-1);
- использует методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов (ПК-2);
- демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем (ПК-3);
- демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ПК-4);
- применяет современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ПК-5);
- демонстрирует базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики, о геномике, протеомике (ПК-6);
- понимает роли эволюционной идеи в биологическом мировоззрении; имеет современные представления об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции (ПК-7);
- имеет базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов (ПК-8);
- демонстрирует современные представления об основах биотехнологии и генной инженерии (ПК-11);

Ответ абитуриента оценивается по **100-балльной шкале**.

*Критерии оценок.*

81-100 баллов заслуживает поступающий, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим

творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

61-80 баллов заслуживает поступающий обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

41-60 баллов заслуживает поступающий, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

0-40 баллов выставляется поступающему, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ КЛЕТОК

- Клеточная теория. Особенности строения клеток бактерий и эукариот.
- Ультраструктура и функции клеточных органелл. Плазматическая мембрана, ядро, митохондрии, хлоропласты, лизосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, опорно-двигательная система, цитозоль.
- Воспроизведение клеток. Клеточный цикл. Основные фазы митоза. Образование зигот и гамет, мейоз.
- Процессы развития. Факторы образования и функции дифференцированных клеток. Дифференциальная транскрипция и трансляция. Дедифференцировка клеток, рост клеток опухолей.

### СТРУКТУРА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КОНФОРМАЦИОННАЯ ПОДВИЖНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАКРОМОЛЕКУЛ И ПОЛИМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

- Природа сил стабилизирующих структуру макромолекул. Ковалентные связи. Ионные, дипольные и дисперсионные взаимодействия. Влияния структуры и физико-химических свойств воды на межмолекулярные взаимодействия растворенных в воде соединений. Водородные связи. Природа гидрофобных взаимодействий.
- Нуклеиновые кислоты. Структурные формулы основных мононуклеотидов. ДНК, двойная спираль. Нуклеосомы. Основные типы РНК и их структура.
- Белки. Химический состав. Пептидная связь. Первичная, вторичная и третичная структура белков. -спираль и -конформация. Роль водородных связей и гидрофобных взаимодействий в формировании вторичной и третичной структуры белков. Денатурация и ренатурация. Изменение конформации белков в процессе ферментативной активности.
- Липиды. Структурные формулы и конформация основных липидов, формирующих биомембраны. Моно-, ди- и триглицериды, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, фосфо- и гликолипиды, холестерин.
- Биомембраны. Ультраструктура и химический состав биомембран. Локализация белков и липидов в мембранах. Природа сил стабилизирующих биомембраны. Пространственная организация и физико-химические свойства липидного бислоя. Подвижность липидов и белков в мембране. Латеральная диффузия, "флип-флоп" переходы. Фазовые переходы в модельных липидных и биологических мембранах.

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭНЕРГИЕЙ

- Общая схема преобразования энергии в биологических системах, автотрофные и гетеротрофные организмы.
- Определение понятий энтропия и свободная энергия и их изменение при функционировании биологических систем.
- Биологическая роль и физико-химические свойства АТФ и других "макроэргических" соединений.
- Основные этапы и ферменты гликолиза. Механизм образования АТФ при гликолизе. Основные этапы и ферменты цикла Кребса. Синтез АТФ в цикле Кребса.
- Окислительное фосфорилирование. Состав, устройство и механизм функционирования системы переноса электронов в митохондриях. Синтез АТФ в митохондриях и его регуляция. Хеми-осмотическая теория окислительного фосфорилирования.

- Устройство и механизм работы системы переноса электронов и образования АТФ при фотосинтезе. Функции хлорофиллов и его бактериородопсина.

## **ОБЩАЯ СХЕМА И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОСИНТЕЗА МАКРОМОЛЕКУЛ**

- Репликация ДНК. Состав репликационного комплекса. Биологическое значение двойной спирали ДНК, генетический код.
- Транскрипция, передача генетической информации от ДНК к белок-синтезирующей системе. Свойства РНК-полимераз. Функции промотора, оператора, структурных генов. Регуляция транскрипции.
- Трансляция. Активация аминокислот. Структура т-РНК, узнавание аминокислот. Структура рибосом, взаимодействие аминоацил-тРНК с рибосомами, синтез белка на рибосомах.

## **ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН. МЕМБРАННЫЙ ТРАНСПОРТ**

- Пассивная проницаемость модельных и биологических мембран. Уравнения диффузии, коэффициенты диффузии и проницаемости. Трансмембранный перенос веществ через поры и с помощью подвижных переносчиков. Особенности проницаемости для воды и заряженных соединений. Ионифоры. Ионные каналы в модельных и биологических мембранах.
- Ионные градиенты на биологических мембранах. Определение электрохимического потенциала, уравнение Нернста. Потенциал покоя, свойства  $K^+$ -каналов плазматической мембраны. Генерация потенциала действия, свойства  $Na^+$ -каналов. Вольт-амперная характеристика мембраны аксона.
- Активный транспорт ионов. Структура и свойства транспортных АТФ-аз,  $K^+$ -АТФаза,  $Ca^{2+}$ -АТФаза. Использование трансмембранных градиентов и  $H^+$  для энергозависимого транспорта в клетки углеводов и аминокислот.

## **ЯВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ**

- Типы и принципиальные механизмы механического движения биологических систем. Механохимический двигатель.
- Механизм движения бактерий.
- Устройство и механизм функционирования ресничек и жгутиков эукариот.
- Устройство и механизм работы сократительного аппарата мышц. Молекулярная структура, физико-химические свойства и взаимодействие белков сократительного аппарата. Регуляция мышечного сокращения.

## **ДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

- Способы взаимодействия клеток со средой и друг с другом. Хемо-, фото-, механорецепторы. Внутриклеточные медиаторы внешних воздействий на клетки.
- Строение и общая схема работы синапсов. Процессы, протекающие в пресинаптической и постсинаптической мембранах. Основные типы нейромедиаторов. Возбуждающие и тормозные синапсы.
- Обоняние и вкус. Органы обоняния и вкуса млекопитающих и насекомых. Устройство и основные типы рецепторов запаха и вкусовых рецепторов.

- Фоторецепция. Строение глаза. Устройство и типы фоторецепторных клеток. Цветовое зрение. Молекулярная структура и фотоиндуцированные изменения родопсина. Изменение проницаемости фоторецепторных мембран, генерация фоторецепторного потенциала.

## **ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

- Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментена. Определение константы Михаэлиса по экспериментальным данным. Конкуренционное угнетение и аллостерическая регуляция активности ферментов. Физические механизмы, определяющие кинетические константы химических и ферментативных процессов. Уравнение Аррениуса. Теория абсолютных скоростей реакций Эйринга. Определение энтальпии, энтропии и свободной энергии активации.
- Автоколебания и автоволны в химических и биологических системах. Элементы качественного анализа системы дифференциальных уравнений второго порядка. Фазовая плоскость, фазовый портрет. Характер устойчивости и типы особых точек. Примеры автоколебаний в биологических системах. Модели Лотка и Вольтерра. Возникновение автоколебаний в сложных ферментных системах автоколебания в системах гликолиза и окислительного фосфорилирования. Автоволны. Примеры автоволновых явлений. Распространение возбуждения в сердечной ткани.

## **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В БИОЛОГИИ**

- Оптические методы:
  - устройство микроскопа. Регулировка. Контраст изображения. Метод темного поля. Фазово-контрастная микроскопия, принцип и применение. Интерференционная микроскопия. Поляризационная микроскопия. Использование поляризационного микроскопа для измерения дихроизма.
  - Абсорбционная спектроскопия. Поглощение света молекулами. Аппаратура для измерения поглощения в видимом, ультрафиолетовом свете и инфракрасной области. Поглощение поляризованного света. Спектроскопия комбинационного рассеяния.
  - Флуоресцентная спектроскопия. Общее понятие о флуоресценции. Аппаратура для измерения флуоресценции. Изучение белков путем измерения их собственной флуоресценции. Метод флуоресцентных меток и зондов.
  - Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Общее понятие ДОВ и КД для изучения и структуры белков и полинуклеотидов.
- Электронная микроскопия.
  - Принцип действия электронного микроскопа. Методы приготовления образцов. Микроскоп Крева. Сканирующий электронный микроскоп обратного рассеяния. Рентгеноструктурный анализ.
  - Общий принцип. Диаграмма Дебая-Шерара. Применение для анализа структуры биологических молекул.
  - Ядерный магнитный резонанс и электронный парамагнитный резонанс.
  - Основы теории ЯМР и ЭПР. Химический сдвиг. Внутримолекулярное экранирование. Парамагнитные эффекты. Межмолекулярные эффекты. Химический обмен. Спин-спиновое взаимодействие. Процессы релаксации. Аппаратура. Использование ЯМР для изучения структуры белков и полинуклеотидов. Метод спиновых меток.
- Гидродинамические методы:
  - Седиментация. Ультрацентрифугирование. Факторы, влияющие на скорость седиментации. Зональное центрифугирование в градиенте плотности. Определение молекулярной массы методом седиментации диффузии, методом седиментационного равновесия.

- Вязкость. Основы теории вязкости. Измерение вязкости. Капиллярные вискозиметры, вискозиметр Куэтта. Использование вискозиметрии для определения молекулярной массы и для качественного определения формы макромолекул.
- Хроматография:
  - Распределительная хроматография. Абсорбционная хроматография. Хроматография на бумаге, пептидные карты. Тонкослойная хроматография. Газожидкостная хроматография. Ионообменная хроматография.
  - Очистка ферментов с помощью хроматографических методик.
- Электрофорез.
  - Принцип. Зональный и непрерывный электрофорез. Изоэлектрическая фокусировка. Препаративный электрофорез.
- Радиоиндикаторный метод.
  - Типы ядерных распадов. Основные свойства радиоактивного распада химических соединений. Измерение радиоактивности: сцинтилляционные счетчики, ионизационные датчики. Регистрация - лучей. Применение радиоиндикаторного метода для обнаружения малых веществ и анализа сложных смесей.
- Электрофизиологические методы. Экстраклеточное и внутриклеточное отведение потенциала. Метод фиксации потенциала в изучении ионных токов. Аппаратура.
- Потенциометрические методы. Области применения. Ионоселективные электроды, принципы устройства. Субстрат-селективные электроды.

#### *Литература:*

1. Альбертс Б. Брей, Д. Льюис, Дж. Рефф, М. Робертс, К. Ватсон Дж. Молекулярная биология клетки Москва, Мир, 1987, тома 1-5
2. Зенгбуш. П. Молекулярная и клеточная биология в трех томах Москва Мир, 1982
3. Мецлер. В. Биохимия Химические реакции в живой клетке Москва Мир, 1980, тт. 1-
4. Рубин А. Б. Биофизика 1-2кн. Москва Высшая школа 1987
5. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. Москва, Наука 198
6. Спирин А.С. Молекулярная биология. Структура рибосомы и биосинтез белка Москва, Высшая школа, 1986
7. Хем А., Кормак Д. Гистология в 5 томах Москва Мир, 1982
8. Агроскин Л.С., Папаян Г.В. Цитофотометрия. Л., Наука, 1977. Физический практикум электричество и оптика. М. Наука, 1986., стр. 665-679.
9. Заидель А.Н. Островская Г.В., Островский Ю.И., Техника и практика спектроскопии. М. Наука, 1976, гл. 13, стр. 333-367.
10. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии М. Мир, 1986
11. Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран М. Наука, 1980.
12. Добрецов Г.Е., Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов. М.,Наука, 1989.
13. Черногрядская Н.А. , Розанов Ю.М., Богданова М.С., Боровиков Ю.С., Ультрафиолетовая флуоресценция клетки, Наука, 1987.



**ФГБОУ ВО «Пушкинский государственный естественно - научный институт»**

Вступительное испытание -2021

Направление подготовки 06.04.01 Биология профиль Биология клетки

Дисциплина: Вступительный «Экзамен по Биологии (профиль Биология клетки)»

**БИЛЕТ № 0**

1. История развития учения о биологии клетки. Основные фундаментальные открытия в клеточной биологии. Клеточная теория Шванна и Шлейдена. Основные положения клеточной теории и ее современное развитие.
2. Механизмы активации и ингибирования ферментов. Типы ингибирования, уравнения и графики. Нахождение констант. Влияние рН и температуры. Кооперативность и аллостерия.
3. Люминесценция атомов и молекул. Электронно-колебательные спектры и основные законы люминесценции (правило Стокса, принцип зеркальной симметрии Лёвшина, закон Вавилова). Время жизни возбуждённого состояния. Синглетные и триплетные уровни.