

# ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО БИОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ ДЛЯ КОНКУРСНЫХ ГРУПП ФБМФ

## Регламент

Вступительное испытание будет состоять из устного экзамена по вопросам, представленным ниже по соответствующим кафедрам и программам, указанным под названием блоков.

### БЛОК 1: БИОХИМИЯ

*Для всех программ, кроме программы Молекулярная генетика и биотехнология сельскохозяйственных растений*

1. Биогенный цикл азота. Азотфиксация и редукция окисленных форм азота.
2. Строение и свойства аминокислот, качественные реакции на аминокислоты. Ионные свойства аминокислот, равновесие в водных растворах на примере аминокислот.
3. Классификация ферментов, история развития учения о ферментах.
4. Связь между аминокислотами и кетокислотами. Реакции переаминирования. Пиридоксаль-зависимые ферменты.
5. Структура, свойства и синтез коферментов.
6. Витамины и кофакторы. Роль в каталитических реакциях, молекулярные механизмы каталитических реакций.
7. Биохимия важных внутриклеточных процессов (ЦТК, ЦПЭ, гликолиз, глюконеогенез, трансформации аминокислот, пептидов и т.д.)
8. Цикл мочевины и его связь с циклом трикарбоновых кислот.
9. Обмен пуринов и пиримидинов.
10. Синтез нуклеотидов. Структурные аналоги нуклеотидов как средства антиметаболической терапии.
11. Обмен глутамина и глутамата как ключевых компонентов азотистого обмена.
12. Основные компоненты биологических мембран. Липиды, их классы.
13. Фосфолипиды, производные стерина, сфинголипиды, цереброзиды, ганглиозиды, изопреноиды.
14. Биологически активные производные стерина. Стероидные гормоны, желчные кислоты.
15. Виды клеточных мембран и их липидный состав. Ультраструктура мембраны.
16. Мембранные белки и их модификации.
17. Структура клеточной стенки бактерий. Строение бактериальной мембраны.
18. Вирусы: строение, функции, механизмы действия. Биологические мишени в терапии вирусных заболеваний (нейраминидаза, NS5B, NS5A, RNP, ионные каналы, ГГ, ОТ, топоизомераза, геликаза, СВР)
19. Гликопротеины как молекулы биологической специфичности. Группы крови.
20. Интегральные и поверхностные мембранные белки. Механизмы ассоциации белков с мембранами. Ковалентные и нековалентные взаимодействия белков и модификаторов. Основные структуры мембранных белков.
21. Липопротеины. Посттрансляционные модификации белков.
22. Физика биологических мембран. Асимметрия липидного состава и её биологический смысл. Ассоциация мембранных структур, мембранные рафты.
23. Взаимодействие мембран и цитоскелета. Эндоцитоз, его механизмы.
24. Молекулы клеточной адгезии. Селектины, галектины.
25. Облегчённая диффузия и активный транспорт через мембраны.
26. Ионные каналы, их строение и функции.

27. Основные механизмы транспорта через мембраны: симпорт, антипорт, унипорт.
28. Натрий-калиевый насос: строение и биологический смысл.
29. ABC-транспортёры и транспорт различных групп веществ в клетки и наружу.
30. Гормоны: классификация, синтез, механизмы действия. Пептидные и стероидные гормоны.
31. Мембранные рецепторы. Основные структуры и механизмы действия.
32. Фосфорилирование/дефосфорилирование белков как метод регуляции обмена. Сигнальные протеинкиназы и протеинфосфатазы.
33. Механизм передачи и усиления сигнала через сопряжение рецептора с G-белком. Циклические нуклеотиды как вторичные мессенджеры.
34. Сопряжение белков в каскады. Роль сигналинга в онкогенезе.
35. Мембраны как источник вторичных мессенджеров.
36. Протеинкиназа А, её роль в клетке.
37. Репликация ДНК. Полимеразная цепная реакция и её применение.
38. Возникновение биоэлектричества. Биохимия нервного проведения.
39. Структура и функции синапсов. Синтез и обратный захват нейромедиаторов, их основные классы и группы по активности. Передача нервного импульса.
40. Структура мышечной клетки. Мышечное сокращение. Актин-миозиновый комплекс и его ферментативная активность.

#### **Литература:**

1. Наглядная биохимия. Кольман Я., Рём К.-Г. М.: Мир, 2000. - 469 с.;
2. Биохимические основы жизнедеятельности человека: Учебное пособие для студентов вузов. Кутузова, Н. М., Филиппович, Ю. Б., Коничев, А. С. М.: Владос, 2005. – 406 с.;
3. Биохимия: Учебник для вузов, Под ред. Е.С. Северина., М.: Гэотар-Медиа, 2003. - 779 с.;
4. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. Дэвид Нельсон, Майкл Кокс, Бином. Лаборатория знаний 2014. -640 с.

### **БЛОК 2: МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**

*Для кафедры молекулярной и клеточной биологии*

1. Структура ДНК и механизм наследственности. Неканонические структуры ДНК. Гиперхромный эффект. Суперспирализация кольцевых геномов и плазмид. ДНК, хромосомы и клеточный цикл. Упаковка ДНК в хроматиновое волокно у эукариот. Устройство нуклеосомы. Гистоновый код.
2. Репликация ДНК. Полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность. Репликационная вилка и ее компоненты. Топологические проблемы репликации кольцевых и линейных геномов.
3. Классификация повреждений ДНК и механизмы их коррекции. Болезни, обусловленные дефектами репарации. Применение ДНК-повреждающих агентов в медицине. Реакция клеток на двухцепочечные разрывы в ДНК. Метод TUNEL.
4. Гомологичная рекомбинация ДНК и ее биологические функции. Консервативная сайт-специфическая рекомбинация. Жизненный цикл фага λ. Основные классы мобильных генетических элементов. Alu и B1 повторы. Особенности рекомбинации при образовании генов иммуноглобулинов и рецепторов Т-клеток.
5. Использование механизмов репарации ДНК для редактирования геномов. Системы рестрикции-модификации, их назначение у бактерий и использование в генной инженерии.
6. Технологии редактирования генома: цинковые пальцы, TALEN белки, CRISPR. Назначение системы CRISPR/Cas у бактерий.

7. Транскрипция ДНК, суперспиральные витки и нуклеосомы. Структура РНК-полимеразы. Стадии транскрипционного цикла и принципы регуляции. Атенуация транскрипции. Общие черты и отличия транскрипции у бактерий и у эукариот.
8. Основные механизмы процессинга мРНК: кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг интронов. Современные представления о механизмах сплайсинга.
9. Современные представления об устройстве, функционировании и эволюционной истории рибосомы эукариот.
10. Генетический код. Рамки считывания. Структура и функции тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы.
11. Инициация трансляции: общие механизмы и особенности у прокариот и эукариот. РНК-структуры, регулирующие эффективность трансляции. Элонгационный цикл. Терминация трансляции.
12. Основные принципы регуляции трансляции. Фолдинг белков и их процессинг. Посттрансляционная модификация белков. Пептидная связь. Первичная, вторичная, третичная структура белка.
13. Основные представления о строении эукариотической клетки. Назначение клеточных органелл. Митоз и его фазы. Клеточный цикл, стадии клеточного цикла. Дифференцировка клеток.
14. Регуляторные участки в геноме: промотор, ТАТА-бокс, энхансер, сайленсер, инсулятор. Разнообразие и функции коротких белок-некодирующих РНК. РНК-интерференция. Биологическая роль РНК-интерференции. siRNA. Прикладное использование РНК-интерференции
15. Принцип полимеразно-цепной реакции. ПЦР в реальном времени. ПЦР с обратной транскрипцией.
16. Методы секвенирования ДНК. Секвенирование по Сенгеру. Секвенирование нового поколения.

#### **Литература:**

1. Албертс Б., Брей Д. и др. Молекулярная биология клетки. Том 1 -3;
2. Биохимия человека: [Учеб.]: В 2 тт. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл; Пер. с англ. к. ф.-м. н. В. В. Борисова и Е. В. Дайниченко Под ред. д. х. н. Л. М. Гиномана. — М.: Мир, 2004.

### **БЛОК 3: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ**

*Для кафедры биоинформатики и системной биологии*

1. Теории вероятностей: Условные вероятности. Определение условной вероятности, формула полной вероятности, формула Байеса. Независимость событий.
2. Теория вероятностей: Случайная величина, функция распределения. Математическое ожидание, дисперсия, корреляция, ковариации, их свойства.
3. Теория вероятностей: Основные теоремы теории вероятностей. Неравенство Чебышева. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема.
4. Теория вероятностей: Распределения. Стандартные дискретные и непрерывные распределения, их математические ожидания, дисперсии и свойства (биномиальное, равномерное, нормальное, пуассоновское, показательное, геометрическое).
5. Теория вероятностей: Понятие о цепи Маркова. Стационарное состояние.
6. Программирование, алгоритмы и анализ данных. Простейшие конструкции языка программирования. Циклы, ветвления, рекурсия.
7. Основные команды UNIX.
8. Программирование и алгоритмы: двоичный поиск и деревья поиска. Хэш-таблицы.
9. Программирование и алгоритмы: Графы, обход графа в ширину и в глубину.
10. Программирование и алгоритмы: Сортировки, средняя и наихудшая сложность алгоритмов.

11. Программирование и алгоритмы: Регулярные выражения.
12. Статистика и анализ данных: Выборка, правдоподобие.
13. Статистика и анализ данных: Оценивание параметров распределений, метод максимального правдоподобия.
14. Статистика и анализ данных: Доверительные интервалы.
15. Статистика и анализ данных: Основные понятия машинного обучения. Отложенная выборка, ее недостатки. Кросс-валидация. Leave-one-out. Переобученность.
16. Статистика и анализ данных: Кластеризация. Алгоритм K-Means. Оценки качества кластеризации.

#### **Литература:**

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей, УРСС. М.: 2001;
2. Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей, 1970;
3. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, издание. -М. Издательский дом Вильямс, 2005;
4. К.В. Воронцов. Машинное обучение, курс лекций. <https://clck.ru/JF9R>

#### **БЛОК 4: МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ**

*Для программы Молекулярная генетика и биотехнология сельскохозяйственных растений*

1. Структура ДНК и механизм наследственности. ДНК, хромосомы и клеточный цикл. Упаковка ДНК у эукариот.
2. Особенности организации генома эукариот. Основные структурные элементы генома.
3. Репликация ДНК. Полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность. Репликационная вилка и ее компоненты. Топологические проблемы репликации кольцевых и линейных геномов.
4. Классификация повреждений ДНК и механизмы их коррекции. Индуцированный мутагенез. Применение индуцированного мутагенеза.
5. Гомологичная рекомбинация ДНК и ее биологические функции. Консервативная сайт-специфическая рекомбинация.
6. Технологии редактирования генома: цинковые пальцы, TALEN белки, CRISPR. Назначение системы CRISPR/Cas у бактерий.
7. Транскрипция ДНК. Структура РНК-полимеразы. Стадии транскрипционного цикла и принципы регуляции. Общие черты и отличия транскрипции у бактерий и у эукариот.
8. Основные механизмы процессинга мРНК: экпирование, полиаденилирование и сплайсинг интронов. Современные представления о механизмах сплайсинга.
9. Генетический код. Рамки считывания. Структура и функции тРНК.
10. Инициация трансляции: общие механизмы и особенности у прокариот и эукариот. РНК-структуры, регулирующие эффективность трансляции. Элонгационный цикл. Терминация трансляции.
11. Основные принципы регуляции трансляции. Фолдинг белков и их процессинг. Посттрансляционная модификация белков. Пептидная связь. Первичная, вторичная, третичная структура белка.
12. Основные представления о строении эукариотической клетки. Назначение клеточных органелл. Митоз и его фазы. Клеточный цикл, стадии клеточного цикла. Дифференцировка клеток.
13. Регуляторные участки в геноме: промотор, ТАТА-бокс, энхансер, сайленсер, инсулятор. РНК-интерференция. Прикладное использование РНК-интерференции
14. Принцип полимеразной цепной реакции. ПЦР в реальном времени. ПЦР с обратной транскрипцией.

15. Методы секвенирования ДНК. Секвенирование по Сенгеру. Секвенирование нового поколения.
16. Технологии получения трансгенных организмов. Особенности и ограничения использования ГМ-организмов.
17. Биоинженерия и биобезопасность.
18. Применение биотехнологических методов в селекции растений.
19. Молекулярно-генетическое маркирование. Принцип. Типы маркеров. Примеры применения.
20. Клональное микроразмножение растений. Принцип метода, использование.
21. Способы получения каллусной ткани, основные характеристики. Морфогенез каллусной ткани.
22. Суспензионные культуры. Методы получения. Особенности культивирования. Практическое применение.
23. Полиплоидия. Роль полиплоидии в эволюции и селекции.
24. Центры происхождения культурных растений. Принципы, положенные в основу их выделения.
25. Гаплоидия. Методы получения и использование гаплоидных растений.
26. Инбридинг. Генетические и физиологические процессы, наблюдаемые при инбридинге.
27. Гетерозис. Генетические теории, объясняющие явление. Практическое использование.
28. Генетика пола. Хромосомный механизм определения пола. Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Пол и половые хромосомы у растений.
29. Аллельные и неаллельные взаимодействия генов: типы взаимодействий; молекулярные механизмы.
30. Хромосомные мутации. Замещения и дополнения хромосом. Практическое применение в селекции растений.

#### **Литература:**

1. Албертс Б., Брей Д. и др. Молекулярная биология клетки. Том 1 -3;
2. Биохимия человека: [Учеб.]: В 2 тт. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл; Пер. с англ. к. ф.-м. н. В. В. Борисова и Е. В. Дайниченко Под ред. д. х. н. Л. М. Гиномана. — М.: Мир, 2004.
3. Пухальский В.А. Введение в генетику. М.: ИнфраМ, 2018-2022.