

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО БИОИНЖЕНЕРИИ 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 программ кафедры инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии

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 программ кафедры физико-химической биологии и биотехнологии; кафедры молекулярной и клеточной биологии; кафедры молекулярной и трансляционной медицины

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 геномной 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. Аттenuация транскрипции. Общие черты и отличия транскрипции у бактерий и у эукариот.
8. Основные механизмы процессинга мРНК: экзпирование, 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 программ 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: БИОФИЗИКА

Для программ кафедры физики живых систем

1. Термодинамические потенциалы. Условия равновесия термодинамических систем. Особенности систем, далеких от состояния термодинамического равновесия.
2. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения.
3. Течение идеальной жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Закон вязкого течения жидкости. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса, его физический смысл.
4. Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии. Понятие адекватности модели реальному объекту. Принципы построения математических моделей биологических систем.
5. Регуляция кровообращения при изменениях уровня активности. Миогенная реакция Бейлисса. Распределение кровотока между различными органами в покое и при максимальной активности.
6. Метаболическая теория рабочей гиперемии. Оборонительная реакция. Роль эндотелия в регуляции органного кровотока. Механочувствительность эндотелия. Эндотелиальный гликокаликс.
7. Строение и функция сердца. Проводящая система сердца. Активные свойства сердца: сократимость, возбудимость, проводимость, рефрактерность. Гетеро-и гомеометрическая регуляция насосной функции сердца. Закон Франка-Старлинга.
8. Базовые модели математической биофизики. Модели Лотки-Вольтерра, Фитц-ХьюНагумо, феноменологическая модель свертывания крови.
9. Методы качественного анализа стационарных состояний, исследование их устойчивости. Диссипативные структуры в реакционно-диффузионных системах. Неустойчивость А. Тьюринга. Понятие бифуркации. Построение бифуркационных диаграмм. Основные понятия теории катастроф.
10. Строение сердечно-сосудистой системы. Классификация сосудов. Физические законы движения крови. Закон Пуазейля. Скорость и напряжение сдвига.
11. Артериальное давление. Центральная регуляция артериального давления. Барорецепторы синокаротидных и кардиоаортальной зон. Сосудодвигательный центр.
12. Нейрон. Общие сведения об его структуре и функциях. Составные части нейрона: сома, аксон, дендриты, пресинаптическое окончание. Типы нейронов.

13. Автоколебательные явления в биологии: примеры математических моделей. Необходимые условия для возникновения автоколебаний в далеких от равновесия системах.
14. Газообмен в легких. Дыхательная функция крови. Эффект Бора и его физиологическое значение.
15. Мембранные потенциалы. Уравнение Нернста. Доннановское равновесие. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Ионный транспорт в биологических мембранах.

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. Физиология человека, Покровский В.М., Коротько Г.Ф.

БЛОК 5: ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

Для программ кафедры инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии (специализация Технологическое предпринимательство, СоцТехПред)

1. Научный метод познания и предпринимательский подход. Общее и отличное. Предпринимательство и product management. Общее и отличное.
2. Бизнес-идея, инвестиционный проект, стартап, бизнес. Общее и отличное. Тренды и глобальные изменения, как источник идей для новых продуктов/сервисов и бизнесов.
3. Инновационная экосистема РФ/мира. Ключевые виды участников и их роли.
4. Гипотезы ценности и масштабирования. НАDI-циклы. Концепция «бережливый стартап. Понятие антихрупкости, штанги Талеба.
5. Customer development, как метод проверки гипотез с помощью глубинных интервью. Подготовка к проведению интервью: подготовка вопросов, поиск респондентов, привлечение респондентов к участию в интервью. Обработка результатов интервью. Пользовательский опыт (Customer journey map).
6. Анализ конкурентов. Прямые и косвенные конкуренты. Критерии для сравнения с конкурентами. Отношение к конкурентам в организациях XX и XXI века (концепция «невидимой руки рынка» Адама Смита и отношение к конкурентам в бирюзовых организациях). Концепция голубого океана.
7. Проектирование продукта (product development), ценностное предложение (ЦП).
8. Minimum viable product (MVP) и прототип продукта. Отличия.
9. Инноваторы и ранние последователи. Тестирование MVP. Пилоты. Решенческое интервью.
10. Оценка объема рынка (TAM, SAM, SOM).
11. Целевая аудитория. Каналы привлечения/каналы доставки ЦП до целевой аудитории.
12. Бизнес-модель и модель монетизации. Busines Model Canvas Остервальдера. Наиболее распространенные бизнес-модели.
13. Интеллектуальная собственность. Способы защиты интеллектуальной собственности. Охраняемые результаты интеллектуальной деятельности. Изобретение, полезная модель, промышленный образец. Интеллектуальные права и вещные права. Автор РИД.
14. Виды финансирования (инвестиции, гранты, займы и другие). Источники финансирования инновационных проектов. Ключевые элементы заявки на привлечение финансирования.
15. Unit-экономика – CPA, LTV, ROMI, конверсия, ARPU, ARPPU.

16. P&L – Revenue (оборот), Gross Profit (валовая прибыль), Operating Profit (операционная прибыль), Net Profit (чистая прибыль), маржинальность.
17. Финансовые показатели инвестиционного проекта – NPV, ставка дисконтирования, IRR, срок выхода на самоокупаемость, срок возврата инвестиций. Оценка стоимости компании.
18. Основы концепции современного управления «организаций будущего» (бирюзовое управление)

Литература:

1. Онлайн курс «Интернет-предпринимательство»
<https://ru.coursera.org/learn/internet-predprinimatelstvo>
2. Онлайн курс «Инновационная экономика и технологическое предпринимательство»
<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/INNOEC/>
3. Онлайн курс «Запускаем стартап за 1 месяц»
4. https://start.hse-inc.ru/?utm_source=hseinc&utm_medium=referral&utm_campaign=header
5. Онлайн курс «Технологическое предпринимательство»
<https://ru.coursera.org/learn/tekhnologicheskoe-predprinimatelstvo>
6. Бирюзовое управление на практике. Опыт российских компаний. Валерий Разгуляев. М. Альпина Паблишер, 2020.

БЛОК 6: БИОИНФОРМАТИКА

Для программ кафедры инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии (специализация Биоинформатика)

1. Иммунотерапия опухоли. Основной принцип действия.
2. Использование RNAseq для анализа опухолевого микроокружения.
3. Кодированные и некодирующие РНК. lncRNA, miRNA. Регуляция с помощью miRNA.
4. Метилирование ДНК и его регуляторная роль
5. Методы анализа экзона и транскрипта опухоли для выбора правильного лечения (таргетная терапия)
6. Методы анализа экзона и транскрипта опухоли для расчета свойств опухоли.
7. Методы лечения опухолей.
8. Механизмы, защищающие опухоль от иммунной атаки.
9. Микроокружение опухоли. Основные участники и их задачи. Методы анализа микроокружения опухоли.
10. Модификация ДНК и хроматина; эпигенетика
11. Нарушение в молекулярных машинах репарации ДНК в злокачественных клетках. Методы исследования.
12. Нарушение механизмов апоптоза в злокачественных клетках. Методы исследования.
13. Основные принципы технологий секвенирования. Типы технологий секвенирования, биологические механизмы, которые можно изучать на их основе
14. Отличие таргетной терапии от иммунотерапии.
15. Персонализированная вакцина. Механизм действия. Как ее подобрать для пациента?
16. Примеры таргетной терапии при лечении опухолей. Почему таргетная терапия помогает не всем?
17. Структура генов эукариот (структурные (экзон) и регуляторные (промотор, энхансер, инсулятор) элементы гена.

18. Технология RNA-seq, вопросы, которые можно решить с ее помощью. Трудности реализации RNA-seq
19. Типы генных мутаций, их патологические эффекты. Понятие соматических мутаций. Мозаицизм.
20. Упаковка ДНК в клетке, строение нуклеосомы
21. Хромосомные aberrации и примеры заболеваний. Понятие онкогенов и онкосупрессоров.
22. Центральная догма молекулярной биологии
23. Что такое злокачественная опухоль. Как она возникает. Какие изменения должны произойти в соматической клетке, чтобы она смогла превратиться в злокачественную опухоль.
24. Эволюция опухоли под действием лечения.
25. Этапы транскрипции и процессирования РНК, уровни регуляции экспрессии РНК

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