

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. Атенуация 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. Гиодмана. —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

1. Инновации в бизнесе. Типы продуктов. Типы инноваций (разные подходы). Продуктовая ценность. Концепция рационального поведения. Концепция «золотой круг».
2. Разработка нового продукта. Ценообразование. Момент выхода на рынок. Конкуренты. Потребительский инсайт. Гипотеза\тестирование рынка. Позиционирование товара. Кастомизация , со-разработка продукта. Обратная связь от клиентов.
3. Маркетинг.Сторителлинг. Цена и потребление. Репозиционирование бренда. Бренд. Маркетинговый план. Матрица P E S T L E. Маркетинговые стратегии. Персональный брендинг.
4. Поведенческая экономика. Рациональный выбор. Наджинг. Мета-решения. Потребительские сожаления.
5. Основы правовой охраны интеллектуальной собственности. Объекты интеллектуальной собственности, результаты интеллектуальной деятельности, их классификация. Изобретение, условия его патентоспособности Требования к объектам изобретения. Промышленный образец, условия его патентоспособности. Полезная модель, её отличия от изобретения. Понятие патентной чистоты объекта. Структура описания изобретения. Содержание разделов описания. Формула изобретения и полезной модели – ее назначение и предъявляемые к ней требования. Требование к заявке на выдачу патента. Приоритет изобретения, полезной модели, промышленного образца, срок действия патентной защиты. Признаки, используемые для характеристики химических соединений. Порядок и основные этапы защиты объектов интеллектуальной деятельности. Промышленный образец, изобретение, полезная модель, промышленный образец, созданные при выполнении работ по государственному или муниципальному контракту, по заказу. Служебное изобретение, право на служебное изобретение. Изобретение, созданное при выполнении работ по договору.
- Понятие нематериальных активов и интеллектуальной собственности. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности. Затратный подход, Сравнительный подход, Доходный подход. Автор объекта патентных прав, выплата авторского вознаграждения и ставки роялти. Лицензионные договора, основные параметры.
6. Юридический контур бизнес. Организационно-правовые формы юридических лиц (ООО, АО, НП, АНО, Ассоциации). Виды договоров (НИР, НИОКР, оказания услуг, агентский, поставки) . Основные параметры и существенные условия. Органы управления, контроля

ООО и их компетенции. Коммерческая тайна, конфиденциальность данных, режимы охраны результатов интеллектуальной деятельности. Акционерные общества, Контрольный пакет акций, блокирующий пакет акций. Инвестиционные товарищества, основные параметры. Штрафы, неустойки, пенни, форс-мажорные ситуации, роль места нахождения арбитражного суда. Основные условия трудовых договоров, отличия от договоров гражданско-правового характера. Договоры займа, договор конвертируемого займа.

7. Аспекты финансовой деятельности. Виды налоговых режимов для физических и юридических лиц. Налоговые льготы в России (режим для резидентов Сколково, особых экономических зон). Ставки НДС, основания для освобождения от уплаты НДС. Критерии применения упрощенной системы налогообложения. Структура бухгалтерского учета, типы счетов (активы, пассивы). Различия между датами актов выполненных работ /поставок и оплаты в налоговом учете. Основные налоги на физические лица. Основные налоги на юридические лица. Налоговые льготы для научных организаций.

8. Оценка бизнесов. Переговоры с инвестором. Основные инвестиционные параметры и их значение (EBIDTA, Free Cash Flow, NPV, IRR, Terminal value). Оценка бизнеса, капитализация. Процесс инвестирования, расчет доли.

9. Инструменты финансирования. Венчурные фонды. Гранты.

10. Бизнес и общество. Демография и экономика. Политическая экономика. Политика и экономика.

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»
https://start.hse-inc.ru/?utm_source=hseinc&utm_medium=referral&utm_campaign=header
4. Онлайн курс «Технологическое предпринимательство»
<https://ru.coursera.org/learn/tekhnologicheskoe-predprinimatelstvo>
5. Бирюзовое управление на практике. Опыт российских компаний. Валерий Разгуляев. М. Альпина Паблишер, 2020.
6. Kohli, A K & Jaworski, B J (1990), "Market Orientation: The Construct, Research Propositions, and Managerial Implications," Journal of Marketing, 54 (April), 1–18.
7. 4 часть гражданского кодекса РФ
8. Lebowitz, S. and Lee, S. (26 August 2015), 20 cognitive biases that screw up your decisions Financial Accounting by Libby, Libby, and Short 8th Ed. (Global) McGraw-Hill, ISBN-13: 978-0077158958.
9. Slack, N., Brandon-Jones A., Johnston, R. and Betts A. (2015) Operations and Process Management, 4/E. Pearson Bennis, W. (2009). On becoming a leader. New York: Basic Books.

БЛОК 6: ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для программ кафедры инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологии

1. Иммуноterapia опухоли. Основной принцип действия.
2. Использование RNAseq для анализа опухолевого микроокружения.
3. Кодированные и неcodированные РНК. lncRNA, miRNA. Регуляция с помощью miRNA.
4. Метилирование ДНК и его регуляторная роль

5. Методы анализа экзона и транскриптома опухоли для выбора правильного лечения (таргетная терапия)
6. Методы анализа экзона и транскриптома 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. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Текст]/А. Т. Лебедев, -М., Техносфера, 2013;
2. Основы молекулярной спектроскопии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Кудрявцев; М-во образования РФ, МФТИ .— М. : ВЭПИ, 1990 .— 158 с.
3. Методы магнитного резонанса [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. В. Родин ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2004 .— 95 с.
4. Физика газового разряда [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Ю. П. Райзер .— 3-е изд., перераб. и доп. — Долгопрудный : Интеллект, 2009 .— 736 с.
5. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Текст]. Ч. 1, Вводный курс / Ю. А. Устынюк - М.Техносфера,2016
6. Методы исследований в экспериментальной физике [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. И. Пергамент .— М. : Интеллект, 2010 .— 304 с.