

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ «ФБМФ ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

На вступительном испытании будут заданы вопросы по выпускной квалификационной работе, а также вопросы из раздела, соответствующего тематике будущей научно-исследовательской деятельности поступающего.

Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет)

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

Математическая биология, биоинформатика

1. Основные процессы передачи информации в клетке. Репликация, транскрипция, сплайсинг, трансляция. Различия и сходство основных процессов в эукариотах и в прокариотах. Посттранскрипционные модификации РНК. Посттрансляционные модификации белков
1. Алгоритмы для строк. Конечные автоматы, суффиксное дерево и суффиксный массив, регулярные выражения.
2. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов. Картирование генов и геномов. Полиморфизм геномов.
3. Выравнивание сходства и гомология. Алгоритмы динамического программирования. Методы быстрого поиска сходства BLAST, FASTA. Статистическая значимость выравнивания. Скрытые Марковские модели для множественного выравнивания.
4. Скрытые Марковские модели. Определение параметров моделей. Скрытые Марковские модели для выравнивания. Алгоритм Витерби. Субоптимальные выравнивания.
5. Понятие алгоритма. Вычислительная сложность алгоритмов. Методы сравнения алгоритмов. Алгоритмы на графах, Эйлеров цикл, поиск оптимального пути. Алгоритмы для строк. Конечные автоматы, суффиксное дерево и суффиксный массив, регулярные выражения. Понятие об NP-полных задачах. Примеры NP-полных задач. Стохастические алгоритмы. Реляционные базы данных, язык SQL.
6. Случайные величины, распределения, математическое ожидание и дисперсия, основные распределения.
7. Основы методов анализа данных. Выборка, нулевая гипотеза. Критерии χ -квадрат, Фишера, Стьюдента, Колмогорова. Коэффициент корреляции и регрессия. Непараметрические критерии. Множественное тестирование. Дисперсионный анализ. Байесовский подход. Регрессионный анализ. Дискриминантный анализ. Методы кластеризации. Факторный анализ. Понятия Data mining и Text mining.
8. Методы анализа транскриптомов. Тканевая специфичность транскриптомов. Анализ сплайсинга. Приложения к исследованию заболеваний и диагностике.

Молекулярная биология

1. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона-Крика. Принцип комплементарности и его биологическое назначение. Реализация водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Регулярность структуры и кооперативность. Спирализация. Параметры спирали. В-, А-, Z- и H- формы ДНК. Сверхспирализация. Топоизомеразы. Неканонические структуры ДНК.

2. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки - мономеры белковых цепей. Различные типы аминокислот и их строение. Пептидная связь. Полипептидная цепь.
3. Основные типы конформаций полипептидной цепи. Вторичная структура белков. Спиральные и β -структурные участки в глобулярных белках. Структуры белковых доменов. Антипараллельные β -структуры. Изогнутость β -структурных слоев в глобулярных белках. Связь вторичной структуры с аминокислотной последовательностью.
4. Третичная структура белков. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Гидрофобные взаимодействия. Солевые и водородные связи. Вандерваальсовы взаимодействия. Доменная структура. Пространственные структуры молекул миоглобина, цитохрома, рибонуклеазы, химотрипсина. Процесс укладки полипептидных цепей.
5. Четвертичная структура белков. Типы взаимодействий между субъединицами в олигомерных белках на примере молекулы гемоглобина. Симметричные олигомерные структуры из тождественных субъединиц.
6. Ферменты. Классификация ферментов. Кофакторы ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Уравнения Михаэлиса-Ментен и Бриггса-Холдейна. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата, кофактора, pH и температуры.
7. Многочисленность генов на одной молекуле ДНК. Отождествление гена с ограниченным участком ДНК. Перекрывающиеся гены. Понятие генной карты в применении к молекуле ДНК. Определение границ гена. Цис-транс-тест. Принцип "один ген - один фермент", дискуссии об определении понятия ген.
8. Экспериментальная расшифровка генетического кода. Понятие о кодовом отношении, о кодонах, о перекрываемости кодонов, о "запятых", о вырожденности. Экспериментальное доказательство неперекрываемости кодонов с помощью точечных мутаций. Экспериментальное доказательство триплетности кода без запятых с помощью мутаций, индуцированных акридиновыми красителями.
9. Транскрипция. Открытие информационной РНК. Состав новообразованных РНК при развитии бактериофагов. Выделение мРНК из рибосомы (опыты Бреннера и др., Гро и др). Понятие об оперонах и полицистронных мРНК. Процессинг РНК у бактерий. РНКазы Р.
10. Структура РНК-полимеразы. Роль субъединиц РНК-полимеразы в транскрипции. Регуляция транскрипции у бактерий. Структура промоторов генов бактерий.
11. Активация аминокислоты. Реакция первичной активации аминокислот. Химия процесса. Тип образующейся химической связи. Ферменты, их выделение, названия. Специфичность ферментов по отношению к различным аминокислотам. Акцептирование аминокислоты на тРНК. Аминоацил-тРНК как форма поступления аминокислоты в рибосому. Индивидуальные тРНК.
12. Адапторная гипотеза Крика (1956-1957). Принцип комплементарности оснований как основа гипотезы. Экспериментальное доказательство адапторной гипотезы: опыт с превращением цистеинил-тРНК в аланил-тРНК (Шапвиль-Липманн-Вензер, 1962)
13. Функциональные центры рибосомы. Рибосома как рибозим мРНК-связывающий участок, его локализация на 30S субчастице. Аминоацил-тРНК-связывающий участок рибосомы и его локализация. Пептидил-тРНК-связывающий участок рибосомы и его локализация. Пептидил-трансферазный каталитический центр.

Биофизика

1. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.
2. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем.

3. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций.
4. Центральная догма молекулярной биологии. Биосинтез белка. Пространственная организация биополимеров.
5. Структура аминокислоты. Классификация и свойства аминокислот. Пептидная связь. Уровни организации структуры белков - от первичной до четвертичной.
6. Строение нуклеозидов, нуклеотидов. Вторичная структура ДНК. Первичная, вторичная, третичная структура РНК.
7. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи; силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения.
8. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР высокого разрешения, импульсные и градиентные методы ЯМР, методы компьютерного моделирования. Типы движения в белках.
9. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Активный и пассивный транспорт в мембранах.
10. Биологическое действие ионизирующих излучений. Молекулярные сигнальные системы клеток (МССК), управляющие различными типами клеточной активности, таких как пролиферация, дифференцировка, секреция, агрегация, рост и движение, возбуждение, хемо и фоторецепция. Ростовые и двигательные процессы клеток.
11. Вязкопластические свойства крови. Уравнение Кессона, его ограничения. Временные эффекты, тиксотропия. Эффект Фареуса-Линдквиста.
12. Общие реологические свойства мягких тканей. Временные эффекты: релаксация напряжений, ползучесть, гистерезис. Анизотропия, общий вид энергии деформации для линейно-упругого тела.
13. Реологические диаграммы. Тело Гука, Фойхта, Максвелла, Кельвина. Модули Юнга, объемного сжатия, сдвига; коэффициент Пуассона.
14. Статика системы дыхания: эластическое сопротивление легких, грудной клетки, легких в грудной клетке. Нелинейность кривой объем-давление и действие силы тяжести на распределение напряжений, деформаций, вентиляции.
15. Давление и кровоток в артериях. Действие гравитации. Модель упругого резервуара
16. Трехмерные уравнения динамики кровотока (неразрывности и импульса – Навье-Стокса). Число Рейнольдса, число Womersley. Уравнения для линейного, невязкого варианта
17. Теория Womersley.
18. Кровоток в спадающих сосудах. Примеры: спадение сосудов в легких и легочное кровообращение, кровоток в венах.

Литература:

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие. — 4-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 1: Механика — 2010. — 560 с. — ISBN 5-9221-0225-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2313>
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие. — 5-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 3: Электричество — 2009. — 656 с. — ISBN 978-5-9221-0673-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2317>
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие. — 5-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 2: Термодинамика и молекулярная физика — 2006. — 544 с. — ISBN 5-9221-0601-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная

- система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2316>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие / Д.В. Сивухин. — 3-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 4: Оптика — 2002. — 792 с. — ISBN 5-9221-0228-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2314>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 5. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие / Д.В. Сивухин. — 2-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 5: Атомная и ядерная физика — 2002. — 784 с. — ISBN 5-9221-0230-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2315>. — Режим доступа: для авториз. пользователей
 6. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 1: Механика. Молекулярная физика — 7 2019. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-3988-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113944>
 7. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие — 2018. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-0631-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98246>
 8. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0632-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106893>
 9. Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учеб. пособие: Электрон. дан.: Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3898>
 10. Спирин, А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Спирин. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2019. — 594 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110208>
 11. Плутахин Г. А., Кощаев А. Г. Биофизика. - СПб.: Лань, 2012. - 240 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4048
 12. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер ; под ред. Левашова А.В., Тишкова В.И. ; пер. с англ. Мосоловой Т.П., Бозелек-Решетняк Е.Ю.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 855 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66244>
 13. А.С.Спирин. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. "Академия", 2011.
 14. Б.Льюин. Гены IX. "Бином", 2011. Jocelyn E. Krebs, Elliott S. Goldstein, Stephen T. Kilpatrick. Lewin's GENES XI. Jones & Bartlett Learning, 940 p., 2012.
 15. Б.Альбертс и др. Молекулярная биология клетки. В 3х томах, "R&D Dynamics", 2013.
 16. И.Ф.Жимулев. Общая и молекулярная генетика. "Сибирское университетское издательство", 2007.
 17. Степанов В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. Изд. МГУ, Наука, 336 с., 2005. Володченкова, Л.А. Биоинформатика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.А. Володченкова. — Электрон. дан. — Омск: ОмГУ, 2018. — 44 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110901>

18. Биотехнология, биоинформатика и геномика растений и микроорганизмов [Электронный ресурс] : материалы конференции. — Электрон. дан. — Томск: ТГУ, 2016. — 140 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92007>
19. Исаева, Н.М. Математическое моделирование в биологии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Н.М. Исаева, И.В. Добрынина, Н.В. Сорокина. — Электрон. дан. — Тула: ТГПУ, 2018. — 63 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113619>
20. Комбинаторика и теория вероятностей: Учебное пособие/А.М.Райгородский - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 104 с ISBN 978-5-91559-147-8, 3000 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/510484>
21. Квантовые аспекты функционирования биологических структур: Монография/ЭбботтД., ДэвисП.; Редактор ПатиА. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 320 с ISBN 978-5-91559-100-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/510517>
22. Математика и загадочный генетический код: монография / В.М. Гупал. — 2-е изд. — М.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. — 288 с. — (Научная мысль). — <https://doi.org/10.12737/6032>. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/883158>
23. Леск, А. Введение в биоинформатику / А. Леск; пер. с англ. под ред. д.б.н., проф. А.А. Миронова и д.х.н., проф. В.К. Швядаса. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 318 с.
24. Хаубольд Б. (Бернхард), Вие Т, and Чудов С. В. (Переводчик). Введение в вычислительную биологию: эволюционный подход. Москва Ижевск [Ижевский] институт компьютерных исследований Регулярная и хаотичная динамика, 2011. 455 с.
25. Каро К., Т. Педли, З. Шротер, У. Сид. Механика кровообращения // М., Мир, 1981, 624 с.
26. Уэст Дж. Физиология дыхания. Основы. // М., Мир, 1988, 200 с.
27. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика: Учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2000 – 463 с.
28. Парашин В.Б., Иткин Г.П. Биомеханика кровообращения // М.: МГТУ, 2005.
29. Регирер С.А. Лекции по биологической механике // М., МГУ, 1980, 144 с.
30. Шмидт-Ниельсен. Физиология животных. Приспособление и среда // Т. 1, 2. М., Мир, 1982, 800 с.
31. И. Герман. Физика организма человека. // Перевод с английского под редакцией А.М. Мелькумянца и С.В. Ревенко, Долгопрудный: Интеллект, 2011, 994 с.