

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

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. исследовательской деятельности поступающего.

Математическая биология. Биоинформатика.

1. Байесовский подход к оцениванию параметров. Непараметрические критерии.
2. Алгоритмы для строк. Конечные автоматы, суффиксное дерево и суффиксный массив, регулярные выражения.
3. Аннотация геномов. Предсказание генов. Функциональная аннотация. Использование сходства. Сравнительный анализ геномов.
4. Методы анализа транскриптомов. Тканевая специфичность транскриптомов. Анализ сплайсинга. Приложения к исследованию заболеваний и диагностике.
5. Системная биология. Построение и анализ регуляторных сетей. Роль системной биологии в поиске мишеней для лекарственных средств.
6. Закономерности наследования при моногибридном скрещивании, открытые Г. Менделем. Аллели и их взаимодействия.
7. Закон независимого наследования генов. Особенности наследования количественных признаков (полигенное наследование). Сцепленное наследование и кроссинговер.
8. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов. Картирование генов и геномов. Полиморфизм геномов.
9. Выравнивание сходство и гомология. Алгоритмы динамического программирования. Методы быстрого поиска сходства BLAST, FASTA. Статистическая значимость выравнивания. Скрытые Марковские модели для множественного выравнивания.

Молекулярная биология.

1. Химия как основа биологии. Вода как среда биохимических реакций. Электролитическая диссоциация, буферные компоненты, полиэлектролиты.
2. Термодинамика биологических систем. Открытые и закрытые системы. Основные термодинамические функции применительно к биологическим объектам.

Высокоэнергетические (макроэргические) соединения. Сопряжение биохимических реакций с гидролизом макроэргов.

3. Аминокислоты. Пептиды. Белки. Классификация, строение, функции. Роль в биологических системах. Уровни пространственной организации белков. Методы исследования белков.
4. Ферменты. Устройство ферментов, коферменты, кофакторы. Кинетика ферментативного катализа.
5. Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты. Методы исследования нуклеиновых кислот.
6. Репликация нуклеиновых кислот. Особенности репликации кольцевых и линейных репликонов.
7. Транскрипция. Регуляция транскрипции. Оперонная регуляция.
8. Трансляция. Генетический код и его свойства.
9. Углеводы простые и сложные. Структурные и запасные полисахариды. Роль полисахаридов в процессах узнавания.
10. Гликолиз. Бродильные виды метаболизма.
11. Цикл трикарбоновых кислот и его сопряжение с пластическим и энергетическим обменами.
12. Окислительное фосфорилирование. Цепь транспорта электронов. Дыхание и его виды.
13. Липиды. Метаболизм липидов и углеводов. Синтез и распад высших жирных кислот (бета-окисление). Синтез и распад гликогена.
14. Биологические мембраны. Состав, строение, функции.
15. Трансмембранные белки. Ионные каналы, рецепторы. Нервный импульс, его возникновение и распространение.
16. ДНК – носитель генетической информации. Строение двойной спирали ДНК. Гены и геномы. Современные методы глубокого секвенирования ДНК.
17. Упаковка ДНК в ядре. Гистоны и гены гистонов. Негистоновые белки. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина. Регуляторные белки хроматина. Структура активного хроматина. Гистоновый код.
18. Репликация ДНК. Инициация репликации, репликационная вилка. Особенности процесса репликации на различных цепях ДНК. Типы и функции ДНК полимераз у эукариот. Ферменты и белки, участвующие в репликации. Исправление ошибок.
19. Основные типы повреждений ДНК. Основные принципы различных реакций репарации. Процессы репарации и многофункциональные белковые комплексы, участвующие в репарации ДНК. Роль процессов репарации в эволюции жизни на Земле.
20. Роль рекомбинации ДНК в жизни клетки. Гомологическая (общая), сайт-специфическая и негомологичная («незаконная») рекомбинация. Транспозоны. Гены иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов. Современные методы редактирования генома.

21. Транскрипция. Понятие оперона. Интроны и экзоны. Цис-элементы, регулирующие транскрипцию. Факторы транскрипции, их классификация. Медиаторный комплекс. Транскрипционные программы дифференцировки клеток, «коктейль Яманаки».
22. Механизмы регуляции транскрипции. Инициация, элонгация и терминация транскрипции. Современные представления о механизмах сплайсинга. Некодирующие РНК. Процессинг РНК. Модификация концевых областей мРНК – кэпирование, полиаденилирование. Редактирование РНК. Обратная транскрипция.
23. Генетический код. Особенности механизмов трансляции у прокариот и эукариот. Современные представления об устройстве рибосомы. Механизмы регуляции трансляции. Пост-трансляционные модификации белков.
24. Жизненный цикл клетки. Митотический цикл, митоз, апоптоз, некроз. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Контрольные точки клеточного цикла. Гены-супрессоры опухолевого роста. Механизмы действия цитостатиков.
25. Ретровирусы. Организация генома, жизненный цикл и особенности репликации. Ретровирусные и лентивирусные векторы и их использование в молекулярной биологии и генной терапии. Современные представления о роли ретровирусов в эволюции.
26. Задачи в медицине, для которых применяется искусственный интеллект. Искусственный интеллект в разработке лекарственных препаратов. Перепрофилирование лекарственных препаратов. Искусственный интеллект в генерации молекул *de novo*. Приведение разнородных данных к однородным представлениям для решения задач медицины, примеры.
27. Высокопроизводительный скрининг. Фармакодинамика. Терапевтическое окно препарата. PK-PD модель. Исследование фармакологии безопасности. ADME-параметры. GLP. Исследование токсичности. Общая токсичность. Исследование генотоксичности, репродуктивной токсичности, канцерогенности.
28. Этапы проведения разработок активной фармацевтической субстанции. Этап постановки задачи. Этап лабораторных исследований. Этап масштабирования. Квалификационно-валидационный этап. CARA и работа с отклонениями. GMP.
29. Законы и принципы, используемые при проведении клинических исследований. Фазы клинических исследований. Участники клинического исследования.
30. Инновационное, референтное лекарственное средство, дженерики, дженерики с улучшенными свойствами и комбинированные препараты - разница между понятиями. Биодоступность и терапевтическая эквивалентность. Основные этапы жизненного цикла лекарств. Фармразработка. Вспомогательные вещества для производства лекарственных препаратов.
31. Цели патентной защиты, охраняемые результаты интеллектуальной деятельности. Условия патентоспособности изобретения, интеллектуальные права на изобретения и сроки прав, интеллектуальные права и вещные права. Автор РИД, Парижская конвенция и Договор о патентной кооперации (РСТ).
32. Управление бизнесом в области живых систем. Методика и принципы "бережливого стартапа". Почему проваливаются стартапы? Виды управленческих парадигм. Бирюзовая парадигма управления. Эволюция к бирюзовой парадигме управления.

Биофизика.

1. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Структурная организация мембран. Липиды. Характеристика мембранных белков. Вода как составной элемент биомембран. Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
2. Мембранные потенциалы. Уравнение Нернста. Доннановское равновесие. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Ионный транспорт в биологических мембранах.
3. Флуоресцентная спектроскопия. Отличие флуоресценции от фосфоресценции. Взаимосвязь между эмиссионными спектрами, спектрами возбуждения и спектрами поглощения. Квантовый выход флуоресценции и время жизни возбужденного состояния. Процессы тушения флуоресценции. Поляризация флуоресценции, ее применение. Безызлучательный перенос энергии и оценка расстояния между хромофорными группами в природных соединениях. Применение флуоресценции для изучения структуры белка.
4. Бионанотехнология. Биологические сенсоры.
5. Нанотехнологические методы исследования биополимеров. Методы детектирования одиночных молекул.
6. Общие представления о генной инженерии, способы создания рекомбинантных ДНК и их введения в клетку. Применение генной инженерии в фундаментальных исследованиях в биотехнологии.
7. Системы экспрессии рекомбинантных белков. Методы выделения и очистки рекомбинантных белков.
8. Масс-спектрометрия. Область использования и границы применения метода массспектрометрии. Различные типы масс-спектральных приборов и области их применения. Способы ионизации молекул в масс-спектрометре, получение массспектра, его расшифровка, понятие о схеме фрагментации. Масс-спектрометрия в химии пептидов и белков. Основные типы фрагментации аминокислот и пептидов, Методы исследования пептидных смесей.
9. Ядерный магнитный резонанс. Магнитный момент ядра, резонансная частота, экранирование и химический сдвиг. Магнитная релаксация - спин-решеточная релаксация и ширина линии. Спектрометры ЯМР, требования к образцу. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие, их применение в структурных исследованиях. Обменные процессы. Спектроскопия ядерного эффекта Оверхаузера. Возможность и границы применения спектроскопии ЯМР.
10. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Физическая сущность явления. Основные параметры - g-фактор, сверхтонкое взаимодействие. Метод спиновой метки в биологии.
11. Рентгеноструктурный анализ. Требования, предъявляемые к эксперименту. Получение и выбор кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Условия Вульфа-Брэгга. Физические основы метода. Преобразования Фурье. Фазовая проблема. Измерения интенсивности: фотографический и дифрактометрический методы.

12. Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии. Понятие адекватности модели реальному объекту. Принципы построения математических моделей биологических систем.
13. Строение сердечно-сосудистой системы. Принципы оптимальности в организации ветвящихся систем. Классификация сосудов. Физические законы движения крови. Закон Пуазейля. Скорость и напряжение сдвига. Артериальное давление. Центральная регуляция артериального давления. Барорецепторы синокаротидных и кардиоаортальной зон. Сосудодвигательный центр. Распределение напряжений в нагруженной сосудистой стенке. Закон Лапласа.
14. Регуляция кровообращения при изменениях уровня активности. Миогенная реакция Бейлисса. Распределение кровотока между различными органами в покое и при максимальной активности. Метаболическая теория рабочей гиперемии. Оборонительная реакция. Роль эндотелия в регуляции органного кровотока. Механочувствительность эндотелия. Эндотелиальный гликокаликс.
15. Строение и функция сердца. Проводящая система сердца. Ревербераторы. Реакция Белоусова-Жаботинского. Активные свойства сердца: сократимость, возбудимость, проводимость, рефрактерность. Гетеро- и гомеометрическая регуляция насосной функции сердца. Закон Франка-Старлинга.
16. Статика и динамика системы дыхания. Методы исследования механики дыхания. Сопrotивление дыхательных путей. Распределение напряжений, деформаций, вентиляции, кровотока в легких. Газообмен в легких. Легочные шунты. Дыхательная функция крови. Эффект Бора и его физиологическое значение.
17. Математическое моделирование сосудистой системы. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Гидравлический импеданс сосудистой сети. Реологические свойства мягких биологических тканей. Релаксация напряжений, ползучесть, гистерезис, анизотропия.
18. Нейрон. Общие сведения об его структуре и функциях. Составные части нейрона: сома, аксон, дендриты, пресинаптическое окончание. Типы нейронов. Синаптическая передача. Химические и электрические синапсы.
19. Молекулярные механизмы мышечного сокращения. Основные сократительные белки – актин и миозин. Теория скользящих нитей. Кальциевая регуляция сокращения поперечнополосатой мышцы, тропонин и тропомиозин.
20. Базовые модели математической биофизики. Модели Лотки-Вольтерра, Фитц-ХьюНагумо, феноменологическая модель свертывания крови. Эстафетные механизмы передачи сигнала в распределенных возбудимых биологических системах. Уравнения Колмогорова-Петровского-Пискунова-Фишера и Зельдовича-Франк-Каменецкого.
21. Автоколебательные явления в биологии и их математические модели. Необходимые условия для возникновения автоколебаний в далеких от равновесия системах. Примеры систем с запаздыванием. Методы качественного анализа стационарных состояний, исследование их устойчивости. Диссипативные структуры в реакционнодиффузионных системах. Неустойчивость А.Тьюринга. Понятие бифуркации. Построение бифуркационных диаграмм. Основные понятия теории катастроф.

Клеточная биология.

Клетка – общие представления

1.1. Какие постклеточные структуры встречаются в многоклеточных организмах? Как они возникают, как устроены и какие функции выполняют?

1.2. Как матричный биосинтез, в сочетании с случайными ошибками и естественным отбором, приводят к эволюции биологических систем. Приведите примеры матричного биосинтеза. В каких случаях ошибки, возникающие при матричном биосинтезе, могут закрепиться и передаться потомкам, а в каких случаях – нет?

1.3. Какие силы принимают участие в сворачивании белковой молекулы? Почему в растворах с высокой концентрацией солей или детергентов (поверхностно-активных веществ) многие белки денатурируют? В чем состоит парадокс Левинталя и как он разрешается?

1.4. Шапероны – кто они? И зачем они нужны, если фолдинг – самопроизвольный процесс?! И почему сворачивание белка с участием шаперонов (опять же, самопроизвольный процесс!!!) требует затрат АТФ?!

1.5. Чем транскрипция отличается от репликации? А что у них общего? В какие процессы может быть вовлечена РНК в клетке эукариот, после того, как ее транскрипция завершена? Как эукариоты «умудряются» кодировать несколько белков на одном гене?

1.6. Какие методы световой микроскопии Вам известны? Чем световая микроскопия отличается от электронной? Вы изучаете микроскопического рачка-циклопа. Вам нужно выполнить следующие наблюдения: (А) посмотреть, как живой рачок плавает в капле воды (Б) изучить внешнее строение компонентов ротового аппарата рачка (В) посмотреть расположение мышц внутри рачка (Г) измерить размер митохондрий в мышцах рачка. Какие методы микроскопии Вы бы использовали? Примем, что рачок прозрачен и слишком мал, чтобы его препарировать – можно или смотреть на него целого, или изготавливать тонкие срезы.

1.7. Что такое дифракционный предел разрешения? Какие ограничения он создает для микроскопии? Какие физические принципы применяются в микроскопии сверхвысокого разрешения для преодоления дифракционного барьера?

1.8. Флуоресценция – в чем физический принцип? Какие флуоресцентные молекулы можно использовать для визуализации внутриклеточных структур? Как ими можно метить те самые внутриклеточные структуры? Как устроен флуоресцентный микроскоп, позволяющий давать многоцветные картинки?

1.9. Метод клеточных культур. В чем же он состоит? Как и для каких целей выращивают клетки многоклеточных животных вне организма? Какие условия необходимо создать для поддержания их жизнеспособности?

Плазматическая мембрана: транспорт, клеточные контакты

2.1. Какие поверхностные структуры могут присутствовать на клетках бактерий, грибов, растений, животных и простейших? Чем они отличаются? Почему у одних клеток присутствует плотная клеточная стенка, а у других ее нет? Как это связано с водным балансом?

2.2. Какие компоненты присутствуют в плазматической мембране? Почему мы называем мембрану «жидким кристаллом»? В чем особенность мембран архей, бактерий, эукариот? Какими способами белки могут крепиться к плазматической мембране?

2.3. Какие функции выполняют мембранные белки? Приведите примеры мембранных белков, выполняющих разные функции. Чем отличаются белки-каналы, белки-переносчики и белки-насосы? Приведите пример процесса, в который вовлечены все три типа транспортных белков.

2.4. Какие соединения переносятся через плазматическую мембрану без участия переносчиков и почему? Почему вода, хотя она и полярна, может проходить мембрану без участия переносчиков? Почему в некоторых клетках, эти переносчики для воды все же присутствуют? Почему натрий переносит мембрану только путем облегченной диффузии, а вот ион I_3^- может пересекать мембрану простой диффузией?!

2.5. Соотношение первично-активного и вторично-активного транспорта через мембрану. Какие белки отвечают за создание разности концентраций ионов по обе стороны плазматической мембраны: животной клетки? Растительной клетки? Клетки аэробной бактерии? Клетки бактерии-бройдильщика?

2.6. Кальций. Какие транспортные системы вовлечены в транспорт кальция через мембраны клетки. В каких внутриклеточных процессах участвует кальций? Приведите примеры этих процессов.

2.7. Мембранный потенциал. Как он формируется? Как рассчитать равновесные потенциалы для ионов на мембране? Как, зная равновесные концентрации ионов рассчитать мембранный потенциал? Какие ионы наиболее важны для формирования мембранного потенциала обычной животной клетки? Роль каких возрастает при потенциале действия нейрона? Кардиомиоцита?

2.8. Потенциал действия нервной клетки и кардиомиоцита. Из каких фаз состоит потенциал действия и какие механизмы его обеспечивают? Чем потенциал действия отличается от потенциала покоя? Как электрические свойства мембраны обеспечивают пейсмекерную деятельность сердца?

2.9. Какие клеточные контакты присутствуют в эпителиальной клетке? Опишите их. Чем они отличаются от контактов мигрирующего фибробласта? Какие из этих контактов являются кальций-зависимыми, а какие-нет?

2.10. Синапс. Опишите строение синапса. В чем структурные и функциональные отличия электрических и химических синапсов? В чем различия синапса центральной нервной системе и нервно-мышечного синапса? Опишите основные процессы, протекающие при передаче возбуждения от пресинапса к постсинапсу.

Цитоскелет

3.1. Микротрубочки: строение и расположение внутри клетки. Структуры, образуемые микротрубочками. Какие белки-моторы связаны с микротрубочками и как они функционируют.

3.2. На чем основана динамика микротрубочек? В каких процессах в клетке она может проявлять себя? Какие яды влияют на динамику микротрубочек в клетке?

3.3. Микрофиламенты: строение и расположение внутри клетки. Структуры, образуемые микрофиламентами. Какие белки, связываясь с микрофиламентами, определяют их стабильность и скрепление друг с другом и другими внутриклеточными компонентами?

3.4. Амебоидное движение vs жгутики: различия и механизмы. Чем различаются разные варианты амебоидного движения?

3.5. Миозины: разнообразие и механизм работы. Чем отличаются процессивные миозины от непроцессивных? Миозин V как пример процессивного миозина.

3.6. Мышечное сокращение. Строение миозина II. Как непроцессивный миозин может участвовать в мышечном сокращении? Какие белки участвуют в регуляции сокращения гладкой мышцы и поперечнополосатой. Как возникает трупное окоченение?

Биоэнергетика

4.1. Дыхательная цепь митохондрий Животных. Сравнительная характеристика дыхательной цепи митохондрий животных и дыхательной цепи митохондрий растений.

4.2. Сравнительная характеристика дыхательной цепи митохондрий животных и дыхательной цепи аэробных бактерий.

4.3. Аэробное и анаэробное дыхание. Отличия дыхания от брожения.

4.4. Фотосинтетическая ЭТЦ - нециклический перенос электронов.

4.5. Фотосинтетическая ЭТЦ - циклический перенос электронов.

4.6. Сравнительная характеристика фотосинтетической и дыхательной ЭТЦ.

Ядро и Цитоплазма

5.1. Ядерноподобные структуры прокариот. Основные компоненты ядра.

5.2. Ядерный поровый комплекс: структура и компоненты. Системы ядерного импорта и экспорта.

5.3. Ядерная ламина: компоненты и функции. Судьба ядерной ламины в клеточном цикле.

5.4. Ядрышко: строение и компоненты. Ядрышковый организатор. Сборка рибосом.

5.5. Гистоны и нуклеосома. Модификации гистонов. Уровни компактизации хроматина. Структурные и функциональные отличия эухроматина и гетерохроматина.

5.6. Эндоплазматический ретикулум. Структурная и функциональная дифференциация гранулярного и агранулярного ЭПР. Биосинтез мембранных и секретируемых белков. Различия для single-pass и multi-pass белков.

5.7. Аппарат Гольджи. Сортировка белков и мембран в эукариотической клетке. Лизосомы - строение и функции. Фагоцитоз. Синаптические везикулы: их сходства и различия с лизосомами.

5.8. Эндосимбиотические органеллы: происхождение и особенности. Первичный и вторичный эндосимбиоз. Организация генетического аппарата. Репликация и транскрипция в митохондриях человека. Митохондриальная Ева. Гаплогруппы. Цитоплазматическая наследственность.

5.9. Митоз и мейоз: сравнительная характеристика. Судьба хромосом в ходе митоза и мейоза. Судьба цитоскелета в ходе митоза и мейоза.

5.10. Позиция мейоза в жизненном цикле разных организмов. Возникновение и роль полового процесса у эукариот. Сравнительная характеристика сперматогенеза и оогенеза у млекопитающих.

Основы Гистологии

6.1. Ткани. Разнообразие эпителиальных тканей. Распределение различных типов эпителиев в организме человека. Типы секреции в железах.

6.2. Разнообразие соединительных тканей. Строение и распределение скелетных тканей в организме человека.

6.3. Биогенез и функции форменных элементов крови.

6.4. Мышечная ткань: различия организации сократительного аппарата и регуляция сокращения в разных типах мышц. Мышечная ткань: строение и локализация в организме.

6.5. Глиальные клетки: разнообразие и функции. Гематоэнцефалический барьер.

6.6. Раковая трансформация клеток: основные генетические маркеры. Раковая трансформация клеток: подходы к терапии.

Список рекомендуемой литературы:

1. Рубин А. Биофизика (в 3 томах). Институт компьютерных исследований, 2013.
2. Биофизика. Учебник. Под ред. В. Артюхова. Академический проект, 2012.
3. William Bialek. Biophysics: Searching for Principles. Princeton University Press, 2012.
Roland Glaser. Biophysics. Springer, 2010.
4. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера (в 3 томах). Бином. Лаборатория Знаний, 2014.
5. Льюин Б. Гены. Москва, Бином. Лаборатория знаний. 2011
6. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот // Под ред. А.С. Спирина. М.: Высш. шк. 1990
7. Л.И. Патрушев. Искусственные генетические системы. Том1. Генная и белковая инженерия. Москва, «Наука», 2004 г., 526 стр.
8. Gene Therapy Technologies, Applications and Regulations. Ed. Anthony Meager. 1999 John Wiley & Sons, Ltd., 401 стр.
9. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. Москва. 2003 год
10. Mass spectrometry basics. Eds. C.G.Herbert, R.A.W. Johnstone. 2003 CRC Press.
11. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., «Молекулярная биология клетки» в 3 т., Москва, Мир, 1994.
12. Ченцов Ю.С., «Введение в клеточную биологию», Москва, «Академика», 2004.
13. Mount D.W. "Bioinformatics. Sequence and Genome Analysis." Cols Spring Harbor Laboratory Press. 2001.
14. Дурбин Р., Эдди Ш., Крот А., Митчисон Г. «Анализ биологических последовательностей». Институт компьютерных исследований. R&C Dynamics. Москва. Ижевск. 2006.
15. Pop M., Shotgun Sequence Assembly Advanced in Computers. 60 (2004), 193-248.
16. Р.С. Орлов, А.Д. Ноздрачев Нормальная физиология. М., ГЭОТАР-Медиа, 2005.

17. Физиология человека (под редакцией Р.Шмидта и Г.Тевса). М., Мир, 1986, 1998.
18. И.Герман Физика организма человека. М., «Интеллект», 2010
19. А.М. Мелькумянц, С.А.Балашов Механочувствительность артериального эндотелия. М., 2005.
20. К.Каро, Т. Шротер, Р. Педли, У.Сид. Механика кровообращения. М., Мир, 1980.
21. Каро К., Т. Педли, З. Шротер, У. Сид. Механика кровообращения // М., Мир, 1981,624
22. Уэст Дж. Физиология дыхания. Основы. // М., Мир, 1988, 200 с.
23. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика: Учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2000 – 463 с.
24. Парашин В.Б., Иткин Г.П. Биомеханика кровообращения // М.: МГТУ, 2005.
25. Регирер С.А. Лекции по биологической механике // М., МГУ, 1980, 144 с.
26. Шмидт-Ниельсен. Физиология животных. Приспособление и среда // Т. 1, 2. М., Мир, 1982, 800 с.
27. И. Герман. Физика организма человека. // Перевод с английского под редакцией А.М. Мелькумянца и С.В. Ревенко, Долгопрудный: Интеллект, 2011, 994 с.
28. M. Abdolrazaghi, • M. Navidbakhsh, Kamran Hassani Mathematical Modelling and Electrical Analog Equivalent of the Human Cardiovascular System // Cardiovasc Eng (2010) 10:45–51,
29. U. Bitzén, L. Niklason, I. Göransson, B. Jonson Measurement and mathematical modelling of elastic and resistive lung mechanical properties studied at sinusoidal expiratory flow // Clin Physiol Funct Imaging (2010) 30, pp439–446
30. L. Waite, J. Fine. Applied biofluid mechanics New York et al: The McGraw-Hill Companies, 2007, 314 p.
31. Эрик Рис - Бизнес с нуля. Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели Фредерик Лалу - Открывая организации будущего Курс "Как построить бизнес в фармацевтике" - <https://stepik.org/course/59245/promo>
32. Цитология с элементами клеточной патологии - Ченцов Ю.С. 2010
33. Пинаев Г.П. (отв. ред.) Методы культивирования клеток. Сборник научных трудов. — Л.: Наука, 1988. — 319 с.: ил. — ISBN 5-02-026610-8.
34. Литическая функция клетки. А.В.Реунов, А.А.Реунов. Наука, 2008
35. Лекции о клеточном цикле. Епифанова О.И. 1997.
36. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп.- М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 495 с.
37. Введение в клеточную биологию стволовых клеток: учебно-методическое пособие. Попов Б.В. СпецЛит. 2010.
38. Животная клетка в культуре: (Методы и применение в биотехнологии) / [Л.П. Дьяконов, Т.В. Гальнбек, И.Л. Куликова и др.]; Под общ. ред. Л.П. Дьяконова, В.И. Ситькова; Рос. акад. с.-х. наук (РАСХН), Департамент ветеринарии Минсельхоза РФ. - М.: Компания Спутник+, 2000. - 398 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-93406-084-
39. Цитология с элементами клеточной патологии - Ченцов Ю.С. 2010
40. Пинаев Г.П. (отв. ред.) Методы культивирования клеток. Сборник научных трудов. — Л.: Наука, 1988. — 319 с.: ил. — ISBN 5-02-026610-8.
41. Литическая функция клетки. А.В.Реунов, А.А.Реунов. Наука, 2008
42. Лекции о клеточном цикле. Епифанова О.И. 1997.
43. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп.- М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 495 с.
44. Введение в клеточную биологию стволовых клеток: учебно-методическое пособие. Попов Б.В. СпецЛит. 2010.

45. Животная клетка в культуре: (Методы и применение в биотехнологии) / [Л.П. Дьяконов, Т.В. Гальнбек, И.Л. Куликова и др.]; Под общ. ред. Л.П. Дьяконова, В.И. Ситькова; Рос. акад. с.-х. наук (РАСХН), Департамент ветеринарии Минсельхоза РФ. - М.: Компания Спутник+, 2000. - 398 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-93406-084-8