

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРИНЯТО

на заседании Приемной комиссии
протокол № 7 от 26.03.2015

УТВЕРЖДАЮ

Зам. председателя

Приемной комиссии,

Директор по учебной работе,

канд. филос. наук,

М. В. Румянцев



ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру
Направление 03.06.01 «Физика и астрономия»
Образовательная программа 03.01.02
«Биофизика»

Красноярск 2015

Настоящая программа базируется на следующих дисциплинах: общая биофизика; молекулярная биофизика; биофизика клеточных и мембранных процессов; биофизика фотобиологических процессов; радиационная биофизика.

Перечень вопросов по темам:

1. **Место биофизики в системе естественных наук.** Понятие объекта и метода в методологии естественных наук. Специфика физического подхода к исследованию биологических систем.

2. **Моделирование в физике и биофизике.** Понятие о моделях в физике. Идеальные объекты, теоретические и экспериментальные модели физике и биофизике.

3. **Специфика живого и описательный аппарат физики.** Необходимость расширения понятийной и терминологической базы физики для объяснения жизни. Адекватность применения понятий "конструкция", "машина", "сигнал", "информация" к биологическим системам, относящимся к разным уровням иерархии (за исключением надорганизменного).

4. **Физика и процесс возникновения жизни.** Эксперименты Миллера-Юри. Невозможность самосборки простейшей живой клетки. Парадокс Кастлера. Необходимые условия для возникновения и эволюции живого. Возможные предшественники живой клетки и химическая эволюция.

5. **Физическая каузальность и биологический финализм.** Свойство и функция в описании живого. Экстремальные принципы в биологии. Принципы максимальной простоты, оптимальной конструкции, адекватной конструкции. Частные принципы оптимальности.

6. **Начала термодинамики и биологические системы.** Значение термодинамики для биологии и биофизики. Функции состояния – язык термодинамики. Температура как функция состояния (нулевое начало). Закон сохранения энергии (первое начало). Энтропия и энергия (второе начало). Тепловая теорема Нернста (третье начало). Основное соотношение термодинамики (соотношение Гиббса).

7. **Термодинамические потенциалы. Химический и электрохимический потенциалы.** Свободная энергия. Энтальпия. Термодинамический потенциал Гельмгольца. Термодинамический потенциал Гиббса. Вычисление энтропии. Понятие химического потенциала. Химический потенциал как критерий химического равновесия. Сопоставление с критериями механического и теплового равновесия. Определение электрохимического потенциала. Мембранный потенциал в живых клетках.

8. **Фазовые переходы в биологических системах.** Конформационные переходы в белках. Вывод правила фаз Гиббса. Биологические мембраны как многокомпонентные системы. Биологический смысл многокомпонентности в свете правила фаз Гиббса. Взаимосвязь между функцией мембраны и фазовым состоянием мембраны.

9. Полупроницаемые мембраны и электролиты. Осмотическое давление. Вывод формулы для расчета осмотического давления. Значение осмотического давления для биологических систем. Определение молекулярной массы веществ по величине осмотического давления. Вывод формулы, описывающей равновесие Доннана для однозарядных ионов. Влияние эффекта Доннана на осмотическое давление

10. Химические реакции и константы равновесия. Константы равновесия. Активность как термодинамическая концентрация. Вывод уравнения Гиббса-Дюгема. Самопроизвольное протекание химических реакций. Вывод критерия самопроизвольности химических реакций.

11. Теория переходного состояния в катализе. Температурная зависимость индивидуальных констант скоростей реакции. Теория переходного состояния и скорости химических реакций. Денатурация белков. Термодинамические характеристики ферментативной реакции.

12. Ферменты. Концепция "фермент-машина" по Д.С.Чернавскому. Анализ представлений о механизме ферментативного катализа. Механические аналогии в структуре белковой молекулы. Применимость концепции «фермент-машина». Каталитический и субстрат-связывающий центры. Механизмы ферментативного катализа.

13. Стационарная и нестационарная ферментативная кинетика. Кинетическая схема Михаэлиса-Ментен и условие стационарности. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен и его линеаризация по Лайнуиверу-Берку. Релаксационные методы исследования ферментативных реакций. Основные экспериментальные способы измерения характеристик нестационарных ферментативных процессов.

14. Механизмы изменения активности ферментов. Ингибиторы ферментов. Основные типы обратимого ингибирования активности ферментов. Аллостерическая регуляция активности ферментов. Кооперативные эффекты в ферментативных реакциях.

15. Начала термодинамики и самоорганизация биологических систем. Энтропия и биологические системы. Химическое сродство. Функция диссипации. Производство энтропии в биологических системах.

16. Неравновесная термодинамика. Локальное термодинамическое равновесие. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение химических процессов с механохимическими процессами и активным переносом через мембраны.

17. Стационарные состояния в неравновесных системах. Возрастание энтропии в стационарных состояниях. Теорема Пригожина о минимальном производстве энтропии. Устойчивость стационарных состояний.

18. Силы, обеспечивающие формирование и поддержание структуры биологических молекул. Окружение биологических макромолекул. Пространственная организация биополимеров и силы ее обеспечивающие. Электронные свойства биополимеров.

19. Структура и функция белков. Классификация структур белков.

Принципы структурной организации белков. Переходы спираль-клубок. Кооперативные переходы в белковых молекулах. Формирование пространственной организации белков. Проблема предсказания пространственной структуры белков по первичной структуре.

20. Физические принципы организации биологических мембран. Амфифильные вещества и образование мембранных структур. Молекулярная организация биологических мембран. Фазовые переходы в мембранах. Особенности структуры мембранных белков. Меж- и внутримолекулярные взаимодействия в мембранах. Проблема локализации и необходимой ориентации белков в мембранах.

21. Уравнения пассивного транспорта веществ через мембрану. Диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт ионов. Ионное равновесие на границе раздела фаз. Уравнения электродиффузии Нернста-Планка и их решение. Индуцированный транспорт ионов.

22. Молекулярные структуры, обеспечивающие активный транспорт через мембрану. Молекулярное строение каналов. Каналы и транспорт ионов через них. Электронейтральный и электрогенный транспорт ионов. Калий-натриевый насос. Активный транспорт кальция. Транспорт протонов. Активный транспорт нейтральных молекул.

23. Возбудимые мембраны и распространение нервного импульса. Потенциал действия и потенциал покоя. Генерация импульса. Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Ионные токи в модели Ходжкина-Хаксли. Физико-химические и математические модели возбудимых мембран. Распространение нервного импульса.

24. Роль биомембран в трансформации энергии в клетке. АТФ как универсальный химический переносчик энергии для сопряжения химических реакций друг с другом и другими клеточными процессами. Электрон-транспортные цепи. Механизмы генерации электрохимического потенциала. Окислительное фосфорилирование и хемиосмотическая теория Митчелла.

25. Принципы механохимического сопряжения. Биологические машины. Теория молекулярных машин. Диссипация энергии в молекулярных машинах Ферменты. АТФ-синтаза. Бактериальный мотор. Броуновская "трещотка". Мышцы. Механохимическая машина Качальского и Оплатки.

26. Управление и информация в биологических системах. Необходимость введения понятий "управление" и "информация" для описания специфики биологических систем. Принципы соорганизации процессов в клетке. Механизмы координации внутриорганизменных химических и физиологических процессов.

27. Молекулярная рецепция принципы организации и структурно-функциональные ограничения. Молекулярная рецепция в функционировании ферментов Каскады ферментативных реакций. Бистабильность в клеточной сигнальной системе. Грамматика генетического языка.

28. Устойчивое существование неустойчивых систем. Гомеостаз.

Отрицательные и положительные обратные связи в организме. Элементы теории управления.

29. Структурные и эволюционные уровни организации клеточного метаболизма. Моделирование полиферментных клеточных систем. Модель энергетического метаболизма клетки. Режимы работы системы энергетического метаболизма.

Список основных рекомендованных источников.

1 Блюменфельд Л. А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики: [монография]/Л. А. Блюменфельд. – 2010 (2 экз.).

2 Финкельштейн А. В. Физика белка / А. В. Финкельштейн, О. Б.Птицын.– М.: Книжный дом «Университет», 2002. – 376с.

3 Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. М.: Эдиториал УРСС, 2001, 328 с.

4 Чернавский Д. С. «Белок-машина». Биологические макромолекулярные конструкции / Д. С. Чернавский, Н. М. Чернавская. – М.: Янус, 1999. – 256 с.

5 Рубин А. Б. Биофизика / А. Б. Рубин; Московский университет [МГУ] им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Московский университет [МГУ] им. М. В. Ломоносова, 2004 г. (Классический университетский учебник). Том 1 / А. Б. Рубин. - 2004. - 462 с. (2 экз.)

6 Рубин, А.Б. Биофизика / А. Б. Рубин; Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Московский университет [МГУ] им. М. В. Ломоносова, 2004 - . - (Классический университетский учебник). Том 2 / А. Б. Рубин. - 2004. - 469 с. (2 экз.)

7 Плутахин Г. А. Биофизика [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. - 239 с. (1 экз.)

8 Джаксон, Мейер. Молекулярная и клеточная биофизика [Текст]: пер. с англ. / М. Б. Джаксон. - М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. (5 экз.)

9 Фотобиофизика: электрон. учеб. пособие / И. Е. Суковатая [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (9 Мб.). - Красноярск: ИПК СФУ, 2008. - 438 on-line. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/141/u_course.pdf

Список дополнительных рекомендованных источников.

1 Волькенштейн М. В. Общая биофизика. / Волькенштейн М. В. – М: Наука, 1978. – 592с.

2 Волькенштейн М. В. Биофизика / Волькенштейн М. В. – М: Наука, 1981. – 576с.

3 Маршелл Э. Биофизическая химия / Э. Маршел, Т1. – М.: Мир, 1981. – 358 с.

4 Романовский Ю. М. Математическая биофизика / Ю. М. Романовский, Н. В. Степанова, Д. С. Чернавский. – М: Наука, 1984. – 304с.

5 Рубин А. Б. Термодинамика биологических процессов. Учебное пособие. / А. Б. Рубин. – М.: Изд-во Моск. Ун-та., 1976. – 240с.

6 Сердюк И. Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика [Текст]: учебное пособие: [в 2 томах]. - Москва: Книжный дом "Университет" - Том 2. - 2010. - 733 с. (11 экз.)

Составитель программы:

С. И. Барцев, д.ф.-м.н., профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников