

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Квантовая теория и перенос энергии в биосистемах ФТД.Б.2

Направление подготовки: 020400.68 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия и молекулярная биология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Фаттахова А.Н.

**Рецензент(ы):**

Алимова Ф.К.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Алимова Ф. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 84941215

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Фаттахова А.Н. Кафедра биохимии и биотехнологии отделение биологии и биотехнологии, Alfia.Fattakhova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины "Квантовая теория и перенос энергии в биосистемах" - формирование у магистров знаний об основных положениях квантовой биохимии, определяющих перенос энергии в электронно-транспортных цепях, при фотосинтезе и перенос информации в клетке на основании законов квантовой механики, как нанообъектов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.2 Факультативы" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.2 Факультативы" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.2 Факультативы" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр

Предметом изучения курса " Квантовая теория и перенос энергии в биосистемах " являются положения квантовой биохимии, определяющих перенос энергии в электронно-транспортных цепях, при фотосинтезе и перенос информации в клетке на основании законов квантовой механики, как нанообъектов

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина, являются биохимия мембран (М2.Б.2), молекулярная биология старения (М2,ДВ1).

Курс " Квантовая теория и перенос энергии в биосистемах " является основой для изучения следующих дисциплин: М2.ДВ1 - Биохимия липидов, М2.ДВ1 - Рецепторы и сигнальные системы

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению
ПК-9 (профессиональные компетенции)	профессионально оформляет и докладывает результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

положения квантовой биохимии

2. должен уметь:

применять полученные знания для выполнения экспериментальных работ в области биоэнергетики

3. должен владеть:

теоретическими и практическими методами изучения биоэнергетических процессов на клеточном уровне

4. должен демонстрировать способность и готовность:

понимать молекулярные принципы и законы квантовой биоэнергетики

обладать теоретическими знаниями о квантовых эффектах в живых системах

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

**Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Квантовая теория и перенос энергии в живых системах: проблемы и вопросы	3	1	2	4	0	контрольная работа
2.	Тема 2. Атомные и молекулярные орбитали в квантовой химии	3	2	2	4	0	контрольная работа
3.	Тема 3. Квантовая когерентность при фотосинтезе	3	3	2	4	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Теория ассоциации-индукции (ТАИ) Теория многослойной организации поляризованной воды в клетке (ТМОПВ)	3	4	2	4	0	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Электронно-транспортная дыхательная цепь в митохондриях. Передача информации	3	5	2	4	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			10	20	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Квантовая теория и перенос энергии в живых системах: проблемы и вопросы *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Главные вопросы квантовой биохимии: теория Скоу о роли калий натриевого насоса в клетках и теория Линга о роли поляризованной воды в клетках и законах клеточного транспорта. Роль АТФ как энергетической молекулы или как конечного адсорбента. Преобразование фотона при фотосинтезе, в пицеаллоцитах и перенос электронов в окислительно-восстановительных реакциях.

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Гомолитическое расщепление молекулярного кислорода на геме Р450.

### Тема 2. Атомные и молекулярные орбитали в квантовой химии *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Электронная структура атомов. Атом водорода. Многоэлектронные атомы, принцип Паули (?В атоме не может быть двух электронов с одинаковым набором всех четырех квантовых чисел. Следовательно, на одной орбитали может находиться максимально 2 электрона, которые имеют одинаковый набор трех квантовых чисел (n, l, m) и должны отличаться спиновым квантовым числом (s)?). Понятие об атомных и молекулярных орбиталях. Орбиталь, как АО, так и МО, является функцией в трехмерном пространстве, которая возведенная в квадрат, дает распределение вероятности нахождения электрона в пространстве. Поляризация и гибридные АО. В атоме водорода АО 2s и 2p имеют одну и ту же энергию и близкие энергии, как в многоэлектронных атомах.

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Уникальные молекулярные орбитали воды, обеспечивающие поляризацию и полимеризацию молекул воды в клетке

### Тема 3. Квантовая когерентность при фотосинтезе *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Хемиосмотическая теория Митчелла Исследования фотосинтеза при низких температура  
Теория экситонов и квантовая когерентность Туннельный эффект в фотосинтезе

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Роль экситонов Френкеля и экситоны Ванье-Мотта как квазичастицы в системах пигмент-белок

### Тема 4. Теория ассоциации-индукции (ТАИ) Теория многослойной организации поляризованной воды в клетке (ТМОПВ)

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

вся вода покоящейся клетки имеет отличную от обычной воды структуру динамичного характера, возникающую главным образом благодаря взаимодействию воды с сетью ?полноразвернутых? белковых цепей, присущей всем клеткам

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Пептидный остов (цепь пептидных связей) белковых молекул как геометрически правильное чередование электрических диполей: отрицательно заряженных СО-групп (обозначаемых как N-центры, ?отрицательные центры?) и положительно заряженных NH-групп (обозначаемых как P-центры, ?положительные центры?),

**Тема 5. Электронно-транспортная дыхательная цепь в митохондриях. Передача информации**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Преодоление электронами мембраны, белков дыхательной цепи объяснимо только с помощью квантового эффекта, называемого туннельным. Туннельный эффект, туннелирование ? преодоление микрочастицей потенциального барьера в случае, когда её полная энергия (остающаяся при туннелировании неизменной) меньше высоты барьера. Туннельный эффект ? явление исключительно квантовой природы, невозможное в классической механике и даже полностью противоречащее ей.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Туннельный эффект и эффект Казимира в реакциях с участием доноров электронов

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Квантовая теория и перенос энергии в живых системах: проблемы и вопросы	3	1	подготовка к контрольной работе	22	контрольная работа
2.	Тема 2. Атомные и молекулярные орбитали в квантовой химии	3	2	подготовка к контрольной работе	22	контрольная работа
3.	Тема 3. Квантовая когерентность при фотосинтезе	3	3	подготовка к контрольной работе	22	контрольная работа
4.	Тема 4. Теория ассоциации-индукции (ТАИ) Теория многослойной организации поляризованной воды в клетке (ТМОПВ)	3	4	подготовка к контрольной работе	22	контрольная работа
5.	Тема 5. Электронно-транспортная дыхательная цепь в митохондриях. Передача информации	3	5	подготовка к контрольной работе	26	контрольная работа
	Итого				114	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Освоение дисциплины " Квантовая теория и перенос энергии в биосистемах " предполагает использование следующего материально-технического обеспечения



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Квантовая теория и перенос энергии в живых системах: проблемы и вопросы**

контрольная работа , примерные вопросы:

На каких экспериментах и расчетах основаны теория Сноу и теория Линга

### **Тема 2. Атомные и молекулярные орбитали в квантовой химии**

контрольная работа , примерные вопросы:

Принципы построения молекулярных и атомных орбиталей органических молекул

### **Тема 3. Квантовая когерентность при фотосинтезе**

контрольная работа , примерные вопросы:

Центральный постулат хемиосмотической теории и теория экситонов

### **Тема 4. Теория ассоциации-индукции (ТАИ) Теория многослойной организации поляризованной воды в клетке (ТМОПВ)**

контрольная работа , примерные вопросы:

Активные центры на полипептидной цепи в рамках теории Линга

### **Тема 5. Электронно-транспортная дыхательная цепь в митохондриях. Передача информации**

контрольная работа , примерные вопросы:

Образование АТФ по теории Митчелла и Слейтера. Туннельный эффект и образование АТФ в митохондриях

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Теория калий натриевого насоса в клетках

Расчеты Линга о энергетических затратах клеток на работу насоса

Определение атомной и молекулярной орбитали

Принцип Паули и принцип Гейзенберга при определении всех возможных орбиталей бензола и воды

Молекулярные орбитали воды

## Теория экситонов при фотосинтезе Образование АТФ по теории Бойла и Митчелла

### 7.1. Основная литература:

Основы биохимии Ленинджера : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т.П. Масоловой [и др.]; под ред. акад. А.А. Богданова, и чл.-корр. РАН С.Н. Кочеткова. ? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 [Т.] 2: Биоэнергетика и метаболизм .? [2014] .? 636 с.  
Кук Д. Квантовая теория молекулярных систем. - Издательский дом "Интеллект", 2012. - 254 с.

### 7.2. Дополнительная литература:

Мокроносов, А.Т. Фотосинтез: физиол.-экол. и биохим. аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. - М.: Академия, 2006. - 445 с.  
Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - М.: Логос, 2010. - 216 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=469367>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Elibrary - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
FDA - [www.prouis.com](http://www.prouis.com)  
NIH - [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)  
Молбиол - [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)  
Химик - [www.HuMuk.ru](http://www.HuMuk.ru)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Квантовая теория и перенос энергии в биосистемах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.



Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Учебный класс, оснащенный мультимедийной техникой, для проведения лекционных занятий  
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.68 "Биология" и магистерской программе Биохимия и молекулярная биология .

Автор(ы):

Фаттахова А.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Алимова Ф.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.