

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт иммунологии и физиологии
Уральского отделения Российской академии наук
ФГБУН ИИФ УрО РАН

УТВЕРЖДАЮ

Директор, академик 4-3 В.А. Черешнев

«18» сентября 2015



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

БИОФИЗИКА

Направление подготовки: 30.06.01 Фундаментальная медицина

Направленность (профиль подготовки): биофизика

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Екатеринбург – 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является преподавание фундаментальных основ Биофизики - науки, изучающей физические процессы, протекающие в биологических системах разного уровня организации и их взаимодействие в рамках этих систем, а также влияние различных физических факторов на биологические объекты.

Задачи дисциплины - продемонстрировать связи между физическими механизмами, лежащими в основе организации живых объектов и биологическими особенностями их жизнедеятельности и научить выявлять эти связи, используя современные экспериментальные и теоретические подходы, применяемые в точных науках.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Биофизика» относится к специальным дисциплинам отрасли науки и научной специальности, включенной в обязательные дисциплины образовательной составляющей ОПОП по специальности 03.01.02 – «Биофизика».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основной круг задач, встречающихся в области биофизики

Уметь: определять перспективные направления научных исследований в области биофизики, состав исследовательских работ, определяющие их факторы; разрабатывать научно-методологический аппарат и программу научного исследования; отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; работать с источниками патентной информации; использовать указатели Международной патентной классификации для определения индекса рубрики; проводить информационно-патентный поиск; осуществлять библиографические процессы поиска; формулировать научные гипотезы, актуальность и научную новизну планируемого исследования

Владеть: навыками составления плана научного исследования; навыками информационного поиска; навыками написания аннотации научного исследования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов. Время проведения 1,2,3 семестры

Таблица 1

Структура дисциплины, виды и объем учебной работы

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ (С)	СР		
1	Биофизика сложных систем. Теоретическая биофизика.	1	8	8	4	26	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
2	Молекулярная биофизика	2	2	-	-	14	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
3	Биофизика клеточных процессов	3	6	-	2	14	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
4	Биофизика молекулярных и клеточных процессов в мышце	3	2	2	2	18	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
итого			18	10	8	72		

ПРИМЕЧАНИЕ: КР- контрольная работа, Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа аспиранта.

5. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Биофизика сложных систем Теоретическая биофизика	Тема 1. Триггерные системы в биологии. Тема 2. Автоколебательные процессы в биологических системах. Модели взаимодействующих видов. Тема 3. Кинетика биологических процессов. Кинетические модели биологических систем. Тема 4. Кинетика ферментативных реакций. Тема 5. Термодинамика необратимых процессов и ее применение к биологическим системам.
2	Молекулярная биофизика	Тема 1. Пространственная организация биополимеров.

		Тема 2. Динамические свойства глобулярных белков. Тема 3. Электронные свойства биополимеров
3	Биофизика клеточных процессов	Тема 1. Биофизика мембранных процессов. Тема 2. Модели транспорта веществ через биомембраны. Тема 3. Модели возбудимых сред. Тема 4. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения. Тема 5. Биофизика рецепции. Тема 6. Биофизика фотобиологических процессов
4	Биофизика молекулярных и клеточных процессов в мышце	Тема 1. Биофизика сократительных систем. Тема 2. Моделирование мышечного сокращения.

6. Перечень лекций, семинарских, практических занятий, лабораторных и самостоятельных работ

Таблица 3

Перечень занятий и формы контроля

№ п/п	Наименование раздела	Вид занятия	Тема занятия (самостоятельной работы)	Форма текущего и промежуточного контроля
1	Биофизика сложных систем Теоретическая биофизика	Л	Методы моделирования биологических процессов и систем	УО
		ЛР	Знакомство с программными средами для моделирования биологических процессов. Численные методы решения модельной системы.	УО
		Л	Непрерывные и дискретные модели популяционной динамики.	УО
		ЛР	Модель Мальтуса. Модели роста популяции. Модель Ферхюльста. Модель охоты.	Р
		Л	Биохимический триггер, модель генетического триггера, модель конкурирующих видов	УО
		П	Биохимический триггер. Генетический триггер.	Р
		Л	Модель взаимодействия видов Лотки-Вальтера типа «хищник-жертва» и ее модификации	УО
		ЛР	Автоколебательные процессы в биологических системах. Модель хищник-жертва.	Р
		Л	Модель динамики состояния ионных каналов	УО
		Л	Моделирование биохимических реакций. Ферментативная	УО

			кинетика	
		П	Моделирование биохимических реакций. Ферментативная кинетика	Р
		Л	Нелинейные эффекты в ферментативной кинетики	УО
		Л	Термодинамика необратимых процессов и ее применение к биологическим системам.	УО
		СР	Термодинамика необратимых процессов и ее применение к биологическим системам. Анализ реферативных журналов и электронных источников.	Д
2	Молекулярная биофизика	Л	Пространственная организация биополимеров.	УО
		Л	Динамические свойства глобулярных белков.	УО
		Л	Электронные свойства биополимеров	УО
		СР	Анализ реферативных журналов и электронных источников по тематике раздела «Молекулярная биофизика»	Д
3	Биофизика клеточных процессов	Л	Клеточная мембрана, диффузия через мембрану клетки.	УО
		Л	Пассивный и активный транспорт в клетке	УО
		П	Модели транспорта веществ через биомембраны. Модель кальциевого насоса.	Р
		Л	Мембранный потенциал. Потенциал покоя. Модель Ходжкина-Хаксли	УО
		П	Модели возбудимых сред. Модель Ходжкина-Хаксли.	Р
		Л	Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения.	УО
		Л	Биофизика рецепции.	
		СР	Биофизика рецепции. Анализ реферативных журналов и электронных источников.	Д
		Л	Биофизика фотобиологических процессов	УО
		СР	Биофизика фотобиологических процессов. Анализ реферативных журналов и	Д

			электронных источников.	
4	Биофизика молекулярных и клеточных процессов в мышце	Л	Биофизика сократительных систем.	УО
		ЛР	Механизмы мышечного сокращения	Р
		Л	Моделирование мышечного сокращения.	УО
		П	Математическое моделирование сердечной мышцы	Р
		СР	Роль математического моделирования в физиологических исследованиях	Д
Итоговый контроль				экзамен

ПРИМЕЧАНИЕ: Виды занятий: Л – лекции, С – семинары, П – практические занятия, ЛЗ - лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

Формы текущего контроля: УО - устный опрос (собеседование), Р - реферат, П - проект, Д - доклад, КЛ - конспект лекции, ГД - групповая дискуссия, ОСР – оценка сопоставимости результатов, РИ – результат исследования (контроль качества и статистическая обработка) и др.

7. Информационные ресурсы

Таблица 4
Карта обеспечения учебно-методической литературой

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	Антонов В.Ф., А.В. Коржуев. Физика и биофизика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 236 с.	1
2	Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.	1
3	Камкин А. Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток. - М.: Академия, 2008.-584 с.	1
4	Кнорре Д. Г., Мызина С. Д. Биологическая химия. - М.: Высшая школа, 2000.-479 с.	1
5	Койко Р., Саншайн Д., Бенджамини Э. Иммунология. - М.: Академия; СПб.: Филолог. фак. СПбГУ, 2008.-365 с.	1
6	Основы физики и биофизики / Под ред. А.И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 383 с.	1
7	Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.-647 с.	1
Дополнительная литература		
8	Авдонин П. В., Ткачук В.А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. - М.: Наука, 1994.-288 с.	1
9	Гордиенко Е.А. Биофизика клеточных мембран. –	1

	Сыктывкар, 2009. – 300 с.	
10	Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики: научное издание. – М.: Физматлит, 2011. – 591 с. (ЦНБ) Биофизика / Под ред. В.Ф. Антонова. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 287 с.	1
11	Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 398 с.	1
12	Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 398 с.	1
13	Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 398 с.	1
14	Климин В.Г. Эндокринная регуляция физиологических функций. - Екатеринбург, 2001.-104 с.	1
15	Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 184 с.	1
16	Сердюк И. Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика: учеб. пособие : в 2 т. -М.: Вольное дело : Базовый элемент. - Т. 1. -2009.-567 с. Т. 2. -2010.-733 с.	1

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5
Перечень печатных, технических и электронных средств обучения

№ п/п	Наименование	Вид	Форма доступа
1	Мультимедийные презентации лекций	CD/DVD	Лаборатория
2	Образовательные сайты: <ul style="list-style-type: none"> • База данных «Российская медицина» • eLibrary – Научная электронная библиотека • Ресурс научных статей Pubmed (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) 	Электр.	online-доступ
3	Использование программы Microsoft Excel для обучения статистическому анализу	Электр.	Лаборатория биологической подвижности

8. Материально-техническое обеспечение

Таблица 6

Обеспеченность помещениями для аудиторных занятий и мультимедийного оборудования

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)
1	Биофизика	ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН Актовый зал (к.115), Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер)	Собственность ИИФ УрО РАН

Таблица 7

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение
1	Биофизика сложных систем Теоретическая биофизика	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	Антонов В.Ф., А.В. Коржуев. Физика и биофизика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 236 с.
2	Молекулярная биофизика	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
3	Биофизика клеточных процессов	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	Камкин А. Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток. - М.: Академия, 2008.-584 с. Гордиенко Е.А. Биофизика клеточных мембран. – Сыктывкар, 2009. – 300 с.
4	Биофизика молекулярных и клеточных процессов в мышце	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.- 647 с.

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные средства:

- для текущего контроля – собеседование
- для промежуточной аттестации – собеседование

По итогам обучения проводится экзамен

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

1. Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.
2. Математические модели. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту.
3. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы.
4. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Временная иерархия и принцип "узкого места" в биологических системах.
5. Стационарные состояния биологических систем. Множественность и устойчивость стационарных состояний.
6. Модели триггерного типа. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Предельные циклы и их устойчивость.
7. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.
8. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
9. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.
10. Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Теплоемкость и сжимаемость белковых глобул. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах.
11. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.
12. Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.
13. Применение линейной термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.
14. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.
15. Связь энтропии и информации в биологических системах.
16. Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров.
17. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи.
18. Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.
19. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

20. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков. Количественная структурная теория белка.
21. Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Гиперповерхности уровней конформационной энергии.
22. Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности.
23. Ограниченная диффузия. Типы движения в белках. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Динамика электронно-конформационных переходов. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.
24. Электронные уровни в биополимерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, π -электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии:
25. Резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов.
26. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Различные физические модели переноса электрона. Туннельный эффект.
27. Туннелирование с участием виртуальных уровней. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.
28. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.
29. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов.
30. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
31. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.
32. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости. Зависимость диэлектрических потерь от частоты. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.
33. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.
34. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны.
35. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.
36. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока.

37. Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны.
38. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионифоры.
39. Переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов.
40. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca и Cl в генерации потенциала действия у других объектов. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов.
41. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах.
42. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.
43. Основные понятия теории возбудимых сред.
44. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; асимметрия мембраны.
45. Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергезированное состояние мембран; роль векторной H⁺-АТФазы.
46. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.
47. Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.
48. Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.
49. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.
50. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.
51. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов в рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор-опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом-ядерном транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов.
52. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.
53. Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.
54. Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.

55. Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.
56. Вкус. Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток, проблема вкусовых рецепторных белков.
57. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.
58. Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемтосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции.
59. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.
60. Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.
61. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронно-конформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход.
62. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования.
63. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактернородопсина и зрительного пигмента родопсина.
64. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцированный каротиногенез. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.
65. Фитохром – универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фотохромных молекулах и фотохромном механизме фотоактивации ферментов.
66. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.
67. Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 30.06.01 Фундаментальная медицина

Автор, д.ф.-м.н.



Л.Б. Кацнельсон

Программа заслушана и утверждена на заседании Ученого совета ИИФ УрО РАН

«25» сентября 2015 г., протокол № 7

Ученый секретарь Ученого совета

ИИФ УрО РАН

К.ф.-м.н.



Р.М. Кобелева