

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

Утверждено

на заседании кафедры ТиЭФ

«__» _____ 2007 г.

Зав. кафедрой _____ Е.А. Ванина

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
дисциплина "Биофизика"

Для специальности 010701 - "Физика".

Составитель: Низкий С.Е., - к.б.н., доцент

Факультет инженерно-физический

Кафедра Теоретической и экспериментальной физики

г. Благовещенск

2007 г.

СОСТАВ УМКД

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА	3
СОДЕРЖАНИЕ СТАНДАРТА	11
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	17
Примерное содержание практических занятий и заданий для самоподготовки.	
Вопросы для самопроверки.	18
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	7
КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ	19
Контрольная работа № 1	
Контрольная работа № 2	
Контрольная работа № 3	
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	20

Федеральное агентство по образования Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебно-научной работе

Астапова Е.С.

“ ” _____ 200__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Биофизика»

для специальности: 010701 – «Физика»

Курс: 2

Семестр: 3

Лекции: не предусмотрены

Зачет: 3 семестр

Лабораторные работы: 36 (час.)

Самостоятельная работа: 18 (час.)

Всего часов: 54 (час.)

Составитель: к.б.н. Низкий С.Е., доцент

Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Теоретической и экспериментальной физики

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта по специальности 010701 – Физика.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теоретической и экспериментальной физики

«__» _____ 2006 г., протокол № _____

Зам. заведующий кафедрой _____ А.Ю. Сетейкин

Рабочая программа одобрена на заседании УМС специальности 010701 – «Физика»

«__» _____ 2006 г., протокол № _____

Председатель _____
(_____)

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

_____ Г.Н. Торопчина

«__» _____ 2006 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

(_____)

«__» _____ 2006 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

(_____)

«__» _____ 2006 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.

Биофизика — это наука, изучающая физические и физико-химические процессы, которые протекают в биологических системах на разных уровнях организации и являются основой физиологических актов.

Биофизика, исследуя физические и физико-химические процессы в организмах на молекулярном уровне, позволяет вскрыть механизмы физиологических процессов и объяснить причины наблюдаемых биологических явлений.

Основной целью преподавания Биофизики на физическом факультете университета является расширение кругозора будущих специалистов – физиков с точки зрения приложения основных достижений физической науки. Применение физических подходов, методологии, основных закономерностей и понятий к биологическим системам значительно расширяет горизонты физической науки.

Задачами при изучении дисциплины являются:

– усвоение основных закономерностей устройства и функционирования живых организмов, от клеточного до ценотипического уровня.

- формирование у студентов четких представлений о универсальности действия основных физических законов применительно ко всем уровням организации материального мира.

- на примерах основных жизненных процессов показать применимость физических методов для их познания и объяснения.

- раскрытие широких возможностей прикладного применения физических закономерностей в биологии.

При изучении Биофизики студенты должны получить знания по основным разделам Общей физики и некоторым ее специальным дисциплинам (Термодинамика, Электродинамика, Атомная и ядерная физика и некоторые другие). Необходимы знания некоторых курсов естественнонаучного направления – Экология, Землеведение, Философия.

СОДЕРЖАНИЕ.

1. Общие биологические закономерности. Возникновение жизни, эволюция. Структура и строение живых организмов. (лекция – 2 часа)

2. Основные биомакромолекулы. Белки, ДНК, липиды, углеводы. (лекция – 2 часа)
3. Клетка и ее структура. Органеллы клетки. История открытия клетки. Клеточный цикл. (лекция – 2 часа)
4. Морфология человеческого организма. (лекция – 2 часа)
5. Физиология человеческого организма. (лекция – 2 часа)
6. Транспорт через биологические мембраны. Строение мембран. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Диффузия и ее законы. Насосы. Фильтрация. Перенос. Осмос. (лекция – 2 часа)
7. Мембранные потенциалы. Механизм формирования потенциала. Уравнение Нернста. Потенциал покоя. Потенциал действия. Возникновение потенциала возбуждения. Передача потенциала возбуждения через синапсы. (лекция – 2 часа)
8. Электричество живых организмов. Электрофизиология, ее значение, для медицины, биологии и сельского хозяйства. (лекция – 2 часа)
9. Электрокардиография. Принцип формирования потенциала сердца и технология его регистрации. (лекция – 2 часа)
10. Электроэнцефалография. (лекция – 2 часа)
11. Энергетика живых организмов. Термодинамика биологических систем. Первый и второй законы термодинамики, применительно к биологическим системам. (лекция – 2 часа)
12. Лучистая и химическая энергия. Излучение Солнца и его структура. Видимый свет, его значение для жизни. Преобразование лучистой энергии в химическую. Строение хлоропласта и хлорофилла. Фотосинтез. (лекция – 2 часа)
13. Гликолиз, дыхание, окисление, брожение. Окислительное фосфорилирование. Роль молекул АТФ в энергетике клетки. Митохондрии, их строение и значение. (лекция – 2 часа)
14. Ядерный магнитный резонанс в биологических системах. Теоретические основы ЯМР томографии. (лекция – 2 часа)

15. Ультразвук и его применение в медицине. УЗИ. (лекция – 2 часа)
16. Физические факторы внешней среды и их влияние на функционировании живых организмов. Радиоактивность. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы. (лекция – 2 часа)
17. Постоянные и переменные магнитные поля. Магнитобиология. Магнитотерапия. (лекция – 2 часа)
18. Лазерное излучение. Механизмы действия лазера на биологическую ткань. Применение в медицине. (лекция – 2 часа)

Перечень и темы для самостоятельного изучения.

- Клетка и ее структура. (3 ч.)
- Транспорт через биологические мембраны. (5 час)
- Мембранные потенциалы. (4 час.)
- Фотосинтез. (3 час)
- Радиоактивность. (3 час.)
- Семинары – опросы (10- 15 мин.) по темам:

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Роль и место Биофизики как науки.
2. Происхождение жизни.
3. Эволюция
4. Структура ДНК
5. Структура белков
6. Строение клетки
7. Деление клетки (клеточный цикл)
8. Клеточная мембрана ее строение и свойства
9. Митохондрии
10. Хлоропласт
11. Строение сердца человека.
12. Кровеносная система
13. Строение клеточных мембран
14. Перенос через клеточную мембрану
15. Активный и пассивный транспорт

16. Потенциал действия
17. Возбуждение и его передача
18. Синапс
19. Электрические явления в живых организмах
20. Электрокардиография
21. Термодинамика в живых системах
22. Преобразование лучистой энергии в химическую
23. Гликолиз
24. Фотосинтез
25. Видимый свет и его значение для жизни
26. ЯМР томография
27. УЗИ
28. Радиоактивность
29. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы
30. Магнитобиология.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Губанов Н.И., Утенбергенов А.А.. Медицинская биофизика. М., "Медицина", 1978.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. М., "Наука", 1988, 590 с.
3. Волькенштейн М.В. Биофизика. Учебное пособие для студентов биологических и физических факультетов университетов. М., "Наука", 1981, 575 с.

Дополнительная

4. Ярыгин В.Н. Биология. В 2 кн./В.Н. Ярыгин, В.И. Васильева, И.Н. Волков, В.В. Синельников// М., "Высшая школа", 2001, 1кн 432 с., 2кн 334 с.
5. Малков Н.А. Основы биологии клетки. Учебное пособие, ДальГАУ, Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2004, 115 с.
6. Низкий С.Е. Основы радиационной экологии. Курс лекций. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2002.
7. Куклев Ю.И. Физическая экология. М., "Высшая школа", 2001.
8. Кристиан Де Дюв. Путешествие в мир живой клетки. М., "Мир" 1987.
9. Губарева Л.И. Экология человека. Практикум для вузов./Л.И. Губарева, О.М. Мизинцева, Т.М. Чурилова//М., "Владос", - 2003, - 111с.
10. Пехов А.П. Биология с основами экологии. Спб., "Лань", - 2000, 235 с.

Учебно – методическая (технологическая) карта дисциплины.

№ недели	№ темы	Вопросы изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов	Формы контроля
			п. практич. (Семина.)	л. аболрат			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Общие биологические закономерности. Возникновение жизни, эволюция. Структура и строение живых организмов					прос
2	2	Основные биомолекулы. Белки, ДНК, липиды, углеводы.			Плакаты, разд. м-л.		прос
3	3	Клетка и ее структура. Органеллы клетки. История открытия клетки. Клеточный цикл.			Плакаты, разд. м-л.		прос
4	4	Морфология человеческого организма			Плакаты, разд. м-л.		прос
5	5	Физиология человеческого организма			Плакаты, разд. м-л.		прос
6	6	Транспорт через биологические мембраны. Строение мембран. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Диффузия и ее законы. Насосы. Фильтрация. Перенос. Осмос.			Плакаты, разд. м-л.		прос
7	7	Мембранные потенциалы. Механизм формирования потенциала. Уравнение Нернста. Потенциал покоя. Потенциал действия. Возникновение потенциала возбуждения. Передача потенциала возбуждения через синапсы			Плакаты, разд. м-л.		прос
8	8	Электричество живых организмов. Электрофизиология, ее значение, для медицины, биологии и сельского хозяйства			Плакаты, разд. м-л.		прос
9	9	Электрокардиография. Принцип формирования потенциала серд-			Плакаты, разд. м-л.		

			ца и технология его регистрации					
0	1	0	1	Электрoэнцефалография			Плакаты, разд. м-л.	
1	1	1	1	Энергетика живых организмов. Термодинамика биологических систем. Первый и второй законы термодинамики, применительно к биологическим системам			Плакаты, разд. м-л.	
2	1	2	1	Лучистая и химическая энергия. Излучение Солнца и его структура. Видимый свет, его значение для жизни. Преобразование лучистой энергии в химическую. Строение хлоропласта и хлорофилла. Фотосинтез.			Плакаты, разд. м-л.	
3	1	3	1	Гликолиз, дыхание, окисление, брожение. Окислительное фосфорилирование. Роль молекул АТФ в энергетике клетки. Митохондрии, их строение и значение.			Плакаты, разд. м-л.	
4	1	4	1	Ядерный магнитный резонанс в биологических системах. Теоретические основы ЯМР томографии			Плакаты, разд. м-л.	
5	1	5	1	Ультразвук и его применение в медицине. УЗИ			Плакаты, разд. м-л.	
6	1	6	1	Физические факторы внешней среды и их влияние на функционировании живых организмов. Радиоактивность. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы			Плакаты, разд. м-л.	
7	1	7	1	Постоянные и переменные магнитные поля. Магнитобиология. Магнитотерапия.			Плакаты, разд. м-л.	
8	1	8	1	Лазерное излучение. Механизмы действия лазера на биологическую ткань. Применение в медицине			Плакаты, разд. м-л.	
9	1	9	1	Консультации, зачет				

СТАНДАРТ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Биофизика — это наука, изучающая физические и физико-химические процессы, которые протекают в биологических системах на разных уровнях организации и являются основой физиологических актов.

Биофизика, исследуя физические и физико-химические процессы в организмах на молекулярном уровне, позволяет вскрыть механизмы физиологических процессов и объяснить причины наблюдаемых биологических явлений.

Основной целью преподавания Биофизики на физическом факультете университета является расширение кругозора будущих специалистов – физиков с точки зрения приложения основных достижений физической науки. Применение физических подходов, методологии, основных закономерностей и понятий к биологическим системам значительно расширяет горизонты физической науки.

Задачами при изучении дисциплины являются:

– усвоение основных закономерностей устройства и функционирования живых организмов, от клеточного до ценотипического уровня.

- формирование у студентов четких представлений о универсальности действия основных физических законов применительно ко всем уровням организации материального мира.

- на примерах основных жизненных процессов показать применимость физических методов для их познания и объяснения.

- раскрытие широких возможностей прикладного применения физических закономерностей в биологии.

При изучении Биофизики студенты должны получить знания по основным разделам Общей физики и некоторым ее специальным дисциплинам (Термодинамика, Электродинамика, Атомная и ядерная физика и некоторые другие). Необходимы знания некоторых курсов естественно-научного направления – Экология, Землеведение, Философия.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение.

Биофизика как междисциплинарная наука. Роль и место биологической физики в системе современных знаний о природе, человеке и мироздании. История развития биофизики как науки. Основные разделы биофизики. Физическое единство материального мира. Предмет и методы биофизики.

1. Совокупность физических, химических и биологических критериев живого. Происхождение жизни. Уникальность жизни. Разнообразие жизни на Земле. Иерархия живых организмов.

1.1. Происхождение жизни. Уникальность планеты Земля. Понятие гелиосферы и материальной системы Земли. Перечень условий, позволивших возникнуть и существовать живым организмам на земле. Теории происхождения жизни.

1.2. Сущность живого.

Иерархия живых организмов. Различия молекулярного строения живых и не живых объектов материального мира. Структурированность живых организмов. Понятие о метаболизме. Отличительные свойства живых организмов. Развитие, размножение, реагирование.

2. Клеточная теория. Архитектура и разнообразие клетки. Исторический экскурс в клеточную теорию. Строение клетки. Клеточный цикл.

2.1. История открытия клетки.

Открытие Гука. Микроскоп Ливенуга и его исследования. Современная техника исследования структуры клетки.

2.2. Структура клетки.

Строение клетки. Основные органеллы клетки и их роль в протекании метаболических процессов. Размеры клеток. Эволюция развития клеток. От простейших до многоклеточных организмов.

2.3. Клеточный цикл.

Понятие о митозе и мейозе. Роль генетической структуры в делении клеток.

3. Основные химические компоненты клетки.

3.1. Вода – основа жизни.

Химические и физические свойства воды. Уникальность и свойства воды с точки зрения биологии.

3.2. Белки.

Химическая структура белковой молекулы. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Функции белков в клетке и живом организме в целом. Биофизика белков.

3.3. Нуклеиновые кислоты.

Открытие, структура и свойства нуклеиновых кислот. Роль ДНК и РНК в жизнедеятельности клетки. Основа генетической теории.

3.4. Жиры и углеводы.

Функции, химическое строение, свойства и роль углеводов и жиров в функционировании живых систем.

4. Общая схема метаболизма.

4.1. Информация, энергия и вещество.

Поток информации, Роль генетической структуры в хранении, передаче и использовании информации в живых организмах. Поток энергии. Получение, преобразование, реализация энергии живыми организмами. Вещество – необходимость биогенных круговоротов.

4.2. Биофизика метаболизма.

Кинетика метаболических реакций синтеза. Закон действующих масс. Энергия активации. Роль ферментов в реакциях метаболизма. Теории катализа.

5. Биофизика мембран

5.1. Строение и функции биологических мембран.

Билипидные слои. Роль белков в структуре мембран. Плазмолемма. Структура и физико-химические свойства.

5.2 Транспорт через мембрану

Пассивный транспорт. Диффузия. Проникновение. Облегченный транспорт. Градиенты, присущие живым клеткам. Уравнение диффузии. Осмос. Фильтрация. Активный транспорт. Насосы. Калий – натриевый насос.

6. Электрические явления в клетке

6.1.Биоэлектрические потенциалы.

Диффузные, мембранные и фазовые потенциалы. Уравнение диффузной разности потенциалов. Уравнение Нернста.

6.2. Потенциал покоя

Возникновение, регистрация, величина потенциала покоя.

6.3.Возбудимость.

Теория Берштейна. Потенциал действия. Фазы потенциала действия. Роль натрий калиевого обмена в возникновении потенциала действия. Проведение возбуждения. Заряд мембраны, скорость распространения фазы деполяризации. Передача возбуждения в синапсах. Медиаторы. Постсинаптическое возбуждение.

7. Физические основы преобразования и аккумуляции энергии в биологических системах.

7.1 Биологическое окисление

Дыхательная цепь, митохондрии, перенос электронов, механизмы энергетического сопряжения в биомембранах. Гликолиз. АТФ и ее роль в процессах преобразования энергии в живых организмах. Окислительное фосфорилирование. Окфос блоки. Фотосинтез.

8. Электрофизиология

8.1 Электрические потенциалы сердца. Электрокардиография. Дипольный механизм формирования ЭКГ Эйнтговена. Электрокардиограф. Стандартные отведения. Электроды для ЭКГ. Электрокардиограмма ее основные характеристики.

8.2. Биопотенциалы. История вопроса. Механизм возникновения биопотенциалов. Способы регистрации. Электрические явления в жизни животных, растений, рыб, насекомых. Практическое применение.

9. Биофизика кровообращения

9.1 Анализ работы сердца.

Строение сердца и его отделов. Эволюция развития кровеносной системы в животном мире. Гемодинамический эффект. Сердце как насос. Механика работы сердца. Закон сердца Старлинга.

9.2 Кровообращение

Система кровообращения у человека. Большой и малый круг. Движение крови по сосудам. Уравнение Бернулли. Изменение скорости и давления течения крови в сосудах человека. Кровяное давление в сосудах. Значение этого показателя для современной медицины.

10. Термодинамика биологических систем.

10.1 Первый закон термодинамики

Система, энергия и ее виды. Первый закон термодинамики и его приложение к живым системам. Изменение внутренней энергии системы.

Понятие энтропии и энтальпии. Работа. Тепловая машина, химическая машина. Закон Гесса.

10.2. Второй закон термодинамики

Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Свободная и внутренняя энергии. Закон термодинамического равновесия. Уравнение второго закона термодинамики. Закон Больцмана. Упорядоченность. КПД в живых системах.

11. Биологическое действие физических факторов.

11.1 Физические факторы внешней среды.

Радиация. Температура. Магнитное поле. Свет. Механизмы действия физических факторов на живые системы. Угнетение и стимуляция. Глобальная экологическая проблема – повышение радиационного фона.

12. Ядерный магнитный резонанс и его применение для медицины

12.1 Двумерная Фурье – ЯМР – интроскопия.

Физическая основа ЯМР. Методы формирования ЯМР изображения. Аппаратура для получения ЯМР изображения (томографы). Применение ЯМР томографии в медицине.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

1. Семинарское занятие

Тема. «Клеточная теория и строение живых организмов»

Вопросы:

1. Клетка – история открытия
2. Клеточные органеллы их структура и функции
3. Биомакромолекулы – белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды.

2. Семинарское занятие

Тема. «Электрофизиология»

Вопросы:

1. Потенциал покоя – механизм его формирования
2. Электрические явления у рыб
3. Электрические явления у растений
4. Электрокардиография и ее значение для медицинской практики

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Подготовка и оформление реферата по выбранной студентом теме.

Примерный перечень тем для выполнения рефератов:

1. Теории происхождения жизни.
2. Эволюция и дарвинизм и их место в современном естествознании
3. Структура ДНК
4. Структура белков
5. Строение клетки
6. Клеточная мембрана ее строение и свойства
7. Митохондрии и хлоропласты – энергетические станции клеток
8. Строение сердца человека.
9. Кровеносная система
10. Мембранология
11. Электрические явления в живых организмах
12. Электрокардиография
13. Термодинамика в живых системах
14. ЯМР томография
15. УЗИ томография
16. Радиоактивность – как современная экологическая проблема

17. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы

18. Магнитобиология.

Изучение теоретических вопросов (подготовка к семинарам, самостоятельное изучение отдельных разделов).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Вопросы к зачету:

1. Роль и место Биофизики как науки.
2. Происхождение жизни.
3. Эволюция
4. Структура ДНК
5. Структура белков
6. Строение клетки
7. Деление клетки (клеточный цикл)
8. Клеточная мембрана ее строение и свойства
9. Митохондрии
10. Хлоропласт
11. Строение сердца человека.
12. Кровеносная система
13. Строение клеточных мембран
14. Перенос через клеточную мембрану
15. Активный и пассивный транспорт
16. Потенциал действия
17. Возбуждение и его передача
18. Синапс
19. Электрические явления в живых организмах
20. Электрокардиография
21. Термодинамика в живых системах

22. Преобразование лучистой энергии в химическую
23. Гликолиз
24. Фотосинтез
25. Видимый свет и его значение для жизни
26. ЯМР томография
27. УЗИ
28. Радиоактивность
29. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы
30. Магнитобиология.

КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

КОЛОКВИУМ № 1

Вопросы:

1. Преобразование энергии в живых системах. Работа и энергия с точки зрения физики и биологии.
2. Гликолиз, как элемент преобразования химической энергии. Цикл Кребса. АТФ как основная энергетическая единица в живых организмах. Митохондрии – их строение и функции. Окислительное фосфорилирование.
3. Фотосинтез. Свет как электромагнитное излучение. Спектр, состав, волновые функции. Аккумуляция и преобразование лучистой энергии в живых организмах. Хлорофилл, хлоропласты. Фотосистемы. Фотолиз воды в растительной клетке – роль этого процесса для жизни в целом.

КОЛОКВИУМ № 2

Вопросы:

1. Закономерности действия физических факторов на живые организмы
2. Радиобиология. Радиация и жизнь. Виды ионизирующих излучений. Механизмы действия ИИ на человека. Генетика, мутации, онкология
3. Магнитобиология, факты и реальность. Магнитное поле как физический фактор. Роль и значение магнитосферы для жизни. Возможные механизмы влияния МП на живые системы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.

Основная

1. Губанов Н.И., Утенбергенов А.А.. Медицинская биофизика. М., "Медицина", 1978.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. М., "Наука", 1988, 590 с.
3. Волькенштейн М.В. Биофизика. Учебное пособие для студентов биологических и физических факультетов университетов. М., "Наука", 1981, 575 с.
4. Ярыгин В.Н. Биология. В 2 кн./В.Н. Ярыгин, В.И. Васильева, И.Н. Волков, В.В. Синельшиков// М., "Высшая школа", 2001, 1кн 432 с.,2кн 334 с.
5. Малков Н.А. Основы биологии клетки. Учебное пособие, ДальГАУ, Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2004, 115 с.
6. Низкий С.Е. Основы радиационной экологии. Курс лекций. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2002.
7. Куклев Ю.И. Физическая экология. М., "Высшая школа", 2001.
8. Кристиан Де Дюв. Путешествие в мир живой клетки. М., "Мир" 1987.

9. Губарева Л.И. Экология человека. Практикум для вузов./Л.И. Губарева, О.М.Мизинцева, Т.М. Чуриловаю.//М., "Владос",- 2003,- 111с.
10. Пехов А.П. Биология с основами экологии. Спб., "Лань",- 2000, 235 с.