

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 2 г. СТРОИТЕЛЬ Яковлевского городского
округа»

Рассмотрено Руководитель МО  Кириллова О.А. Протокол №1 от  августа 2024 г.	Согласовано Заместитель директора  Панченко С. А. 25 августа 2024 г.	Утверждаю Директор школы  Чекалина О.Г. Приказ № 344 от 30 августа 2024 г.
--	---	--



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
элективного курса
«Биофизика. Профильный уровень»
для обучающихся 10-11 классов

ПЕДАГОГА

Вязовиченко Тамары Григорьевны

Рассмотрено на заседании педагогического совета школы
протокол № 1 от «28» августа 2024 г.

Срок реализации 2024 – 2025 учебный год

Пояснительная записка

Рабочая программа «Биофизика» 10 - 11 класс составлена на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 31.12.2014 г., с изм. от 02.05.2015 г.) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.03.2015 г.); Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 г. № 413; приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.12.2015 г. № 1578 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413»; примерной программы среднего общего образования по предмету «Биофизика» (углубленный уровень). Автор-составитель Мякишев Г.Я., 2018 г

Место элективного курса в структуре основной образовательной программы

Биофизика как наука, выступая в качестве учебного предмета в лицее, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Учебный курс предназначен для основного образования учащихся 10-11 классов, интересующихся современными проблемами науки и готовящихся к обучению в вузе на специальностях физического, биологического и химического профиля. Содержание курса выходит за рамки школьной программы и может быть использовано для проведения факультативных занятий для углубленной подготовки.

Цели курса: Основная цель курса – ознакомить школьников с современными физическими подходами в исследовании живых организмов, сформировать интерес, а значит и мотивацию для изучения дисциплин естественнонаучного профиля. Курс должен обеспечить обучение, воспитание и развитие школьников в естественнонаучных областях.

Основные задачи курса:

1. Формирование у школьников знаний о закономерностях протекания в живых организмах физических и физико-химических процессов на разных уровнях организации – от субмолекулярного и молекулярного до клетки и целого организма.
2. Формирование понимания взаимосвязи физических и биологических процессов в живых системах
3. Ознакомление с основными физическими методами исследования биологических объектов.
4. Развитие профильной подготовки школьников для поступления на естественно-научные факультеты университетов, прежде всего, в отдаленных и сельских школах за счет предоставления образовательных услуг по современным направлениям науки, дополнительным к традиционным учебным программам.
5. Создание потенциала содержания дистанционной образовательной среды в области биофизики, биотехнологии и других современных научных направлений.

В соответствии с учебным планом на изучение элективного курса «Биофизика» в 10 – 11 классах отводится **68 часов**. Рабочая программа предусматривает обучение биофизике в объеме 1 часа в неделю в течение 2 учебных лет.

Рабочая программа в 10 -11 классе учитывает как авторские идеи изложения курса «Биофизика», так и требования федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по биологии.

Формулировка названий разделов и тем уроков, полностью соответствуют программе автора. Распределение часов по темам изменено за счет резервного времени

УМК, используемый на занятиях, включает учебники Биофизика. / сост.: С.И.Барцев; Красноярск: РИО КрасГУ. – 2006. Электронно_учебное издание» Биофизика» (издательство «Дрофа»)

Программа в 10 классе рассчитана на 34 часов, включая 4. промежуточных тестирований.

Программа в 11 классе рассчитана на 34 часа, включая 4. промежуточных тестирований.

Требования к уровню подготовки обучающихся

Знания, умения и навыки при обучении по курсу «Биофизика»:

В ходе освоения курса «Биофизика» учащиеся приобретут знания о физических законах и явлениях, ходе и характере различных биологических процессов на уровне как сложных систем (организменном и популяционном), так и отдельных органов, клеток, мембран и т.д. вплоть до поведения электронных структур биологических молекул с использованием физических законов и явлений.

По окончании курса учащиеся приобретут дополнительные навыки:

- способность к самостоятельному обучению,
- коммуникабельность, умение работать в коллективе,
- способность самостоятельно мыслить и действовать,
- способность решать нетрадиционные («нешкольные») задачи, используя приобретенные предметные, интеллектуальные и общие знания.
- коммуникативные компетенции, необходимые для ученых-исследователей: умение понять проблему, работать с научной литературой и учебниками, формулировать гипотезу, планировать исследования, проводить эксперимент, отбирать и анализировать информацию, представлять результаты исследования в виде отчетов, докладов на семинарах и конференциях, в том числе с использованием мультимедийных презентаций, организовывать и участвовать в научных дискуссиях.

Учебный курс «Биофизика» состоит из 5 модулей:

- Проблемы динамики устойчивого развития биосферы.
- Биофизика фотобиологических процессов.
- Биофизика белка и биокинетика.
- Радиационная биофизика.
- Биофизика наземных и водных экосистем.

Каждый модуль состоит из развернутой программы модуля, учебно- методической (теоретической) части, материалов для семинарских занятий, контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы, эталонных ответов и решений для самоконтроля, списка литературы.

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «БИОФИЗИКА»

Учебный курс «Биофизика» состоит из 5 модулей:

- Проблемы динамики устойчивого развития биосферы.
- Биофизика фотобиологических процессов.
- Биофизика белка и биокинетика.
- Радиационная биофизика.

- Биофизика наземных и водных экосистем.
- Объем учебного курса – 68 часов, 1 час в неделю.

Модуль 1. ДИНАМИКА БИОСФЕРЫ И КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

- 1.1. Введение. Устойчивое развитие и биосфера.
- 1.2. Биосфера и ее экспериментальные модели.
- 1.3. Свойства компонентов биосферы - экосистем.
- 1.4. Сила и знание в управлении экосистемами.
- 1.5. Экосистемы и антропогенное воздействие.
- 1.6. Оптимальное природопользование как необходимый компонент устойчивого развития.
- 1.7. Долгосрочные прогнозы динамики биосферы.
- 1.8. Стратегическая игра человечества и ее возможные исходы.
- 1.9. Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения

Модуль 2. БИОФИЗИКА ФОТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

- 2.1. Введение.
- 2.2. Фотосинтез как основной фотоэнергетический процесс на Земле.
- 2.3. Фоторегуляторные системы.
- 2.4. Билюминесценция.
- 2.5. Фотодинамическое действие света.
- 2.6. Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения

Модуль 3. БИОФИЗИКА БЕЛКА И БИОКИНЕТИКА

- 3.1. Введение. Белки как составная часть клеточной автокаталитической системы воспроизводства клеточного материала и самой клетки.
- 3.2. Химическая природа и структурная организация белков.
- 3.3. Химическая природа нуклеиновых кислот и генетическая информация.
- 3.4. Биосинтез ДНК как информационного компонента внутриклеточной автокаталитической системы.
- 3.5. Биосинтез белка как реализация генетической информации.
- 3.6. Формирование пространственной структуры белков.
- 3.7. Физические основы функционирования белков.
- 3.8. Ферментативная кинетика.
- 3.9. Антитела как уникальный специфический класс белков.
- 3.10. Заключение. Возникновение живых клеток как результат химической эволюции.
- 3.11. Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения

Модуль 4. РАДИАЦИОННАЯ БИОФИЗИКА

- 4.1. Предмет радиационной биофизики.

- 4.2. Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений.
- 4.3. Косвенное действие ионизирующих излучений.
- 4.4. Радиочувствительность (радиостойчивость) биологических объектов и ее модификация.
- 4.5. Радиационная инактивация макромолекул и ее последствия.
- 4.6. Лучевые поражения клеток.
- 4.7. Радиационные эффекты в области малых доз.
- 4.8. Дозиметрия.
- 4.9. Действие излучения на ткани и органы организма.
- 4.10. Источники радиационных воздействий на человека.
- 4.11. Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения

Модуль 5. БИОФИЗИКА НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

- 5.1. Биофизика наземных экосистем.
 - 5.1.1. Общая характеристика наземных экосистем.
 - 5.1.2. Основные типы растительных формаций земного шара.
 - 5.1.3. Рост, популяционная динамика компонентов наземных экосистем.
 - 5.1.4. Бореальные леса как пример наземных экосистем.
 - 5.1.5. Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения
- 5.2. Биофизика водных экосистем.
 - 5.2.1. Введение в биофизику водных экосистем.
 - 5.2.2. Основы водной экологии.
 - 5.2.3. Проникновение света сквозь водную толщу.
 - 5.2.4. Стратификация водных экосистем (температура и соленость).
 - 5.2.5. Растворенные газы (кислород и углекислый газ) и pH воды.
 - 5.2.6. Биогенные элементы (фосфор и азот).
 - 5.2.7. Биологические звенья и основы функционирования водных экосистем.
 - 5.2.8. Математическое моделирование и управление состоянием водных экосистем.
 - 5.2.9. Моделирование популяционной динамики гидробионтов.
 - 5.2.10. Динамические модели водных экосистем.
 - 5.2.11. Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения

Формы организации учебного процесса:

- ✓ комбинированные уроки;
- ✓ тестовые работы;
- ✓ уроки закрепления и обобщения знаний.

Формы текущего контроля знаний:

- фронтальный, индивидуальный опрос;
- тестирование.

6. Используемые учебники и пособия

1. Биофизика. 10 класс. Модуль 1. Динамика биосферы и концепция устойчивого развития человечества: учебно-методическая часть / сост.: С.И.Барцев; Красноярск: РИО КрасГУ. – 2006. – 18 с.
2. Биофизика. 10 класс. Модуль 2. Биофизика фотобиологических процессов: учебно-

методическая часть / сост.: Е.В.Ветрова, Е.В.Немцева; Красноярск: РИО КрасГУ. – 2006. – 36с.

3. Биофизика. 10 класс. Модуль 3. Биофизика белка и биокинетика: учебно-методическая часть / сост.: В.В.Межевикин, И.Е.Суковатая; Красноярск: РИО КрасГУ. – 2006. – 50 с.

4. Биофизика. 10 класс. Модуль 4. Радиационная биофизика: учебно-методическая часть / сост.: Т.А.Зотина; Красноярск: РИО КрасГУ. – 2006. – 28 с.

5. Биофизика. 10 класс. Модуль 5. Биофизика наземных и водных экосистем: учебно-методическая часть / сост.: И.В.Свидерская, Д.Ю.Рогозин; Красноярск: РИО КрасГУ. – 2006. – 32с.

Литература и Интернет-ресурсы

1. Shugart, H.H. Terrestrial ecosystems in changing environments, Cambridge University Press, 1998. – 537 p.
2. Барсуков О.А., Барсуков К.А. Радиационная экология. М.: Научный мир, 2003. – 253 с.
3. Барцев С.И., Дегерменджи А.Г., Ерохин Д.В. Глобальные обобщенные модели динамики углекислого газа. // Очерки экологической биофизики. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – С.453-466.
4. Барцев С.И., Межевикин В.В., Охонин В.А., Сарангова А.Б. Устойчивое развитие как разработка и реализация методологии глобального замыкания и управления развитием земных регионов. // Очерки экологической биофизики. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – С.439-453.
5. Беляева Н.Е., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Информационная система «Динамические модели в биологии». Электронный ресурс: [<http://dmb.biophys.msu.ru/models>]
6. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 1, 2. М.: Мир, 1989.
7. Бохински Р. Современные воззрения в биохимии. М.: Мир, 1987. – 544 с. (Robert C.Bohinski. Modern concepts in biochemistry. Fourth edition. Allan and Bacon, Inc, Boston, 1983).
8. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. М.: Высш. шк., 1989.
9. Гаузе Г.Ф. Борьба за существование. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002.
10. Гительзон И.И., Родичева Э.К., Медведева С.Е., Примакова Г.А., Барцев С.И., Кратасюк Г.А., Петушков В.Н., Межевикин В.В., Высоцкий Е.С., Заворуев В.В., Кратасюк В.А. Светящиеся бактерии. Новосибирск: Наука, 1984. – 280 с.
11. Гладышев М.И. Основы экологической биофизики водных систем. Новосибирск: Наука, 1999. – 112 с.
12. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. М.: Мир, 1986. Т. 1-2.
13. Келети Т. Основы ферментативной кинетики. М.: Мир, 1990. – 350 с.
14. Конев С.В., Волотовский И.Д. Фотобиология. Минск: Изд-во БГУ, 1979.
15. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высш. шк., 1986.
16. Крапивин В.Ф., Свирежев Ю.М., Тарко А.М. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. М.: Наука, 1982. – 272 с.
17. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 442 с.
18. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. М.: Изд-во МГУ, 1982. - 304 с.
19. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 304 с.
20. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975.

Тематическое планирование в 10 классе

№ пп	Название раздела, темы	Кол-во часов в авт. прогр.	Кол-во часов в рабочей прогр.
Модуль 1.	ДИНАМИКА БИОСФЕРЫ И КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА	9	14
Модуль 2.	БИОФИЗИКА ФОТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	6	7
Модуль 3.	БИОФИЗИКА БЕЛКА И БИОКИНЕТИКА	11	13
Итого:			34

Тематическое планирование в 11 классе

№ пп	Название раздела, темы	Кол-во часов в авт. прогр.	Кол-во часов в рабочей прогр.
Модуль 3.	РАДИАЦИОННАЯ БИОФИЗИКА	11	10
Модуль 4.	БИОФИЗИКА НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ	18	24
Итого:			34

Календарно-тематическое планирование элективного курса «Биофизика» для 10 КЛАССА

Программа выполняется полностью

№ урока по плану	№ урока по факту	Дата урока по плану	Дата урока по факту	Название темы	Содержание темы	
Модуль 1. Динамика биосферы и концепция						

устойчивого развития человечества			
1/1	1/1	3.09	<p>Введение. Устойчивое развитие и биосфера</p> <p>Отношения «человек-биосфера» в исторической перспективе, в наши дни и в прогнозируемом будущем. Возможна ли гармония человека и природы? Корни глобальных экологических или биосферных проблем современности. Научные задачи, решение которых необходимо для обеспечения устойчивого развития человечества. Задачи устойчивого развития, которые выходят за рамки естественных наук.</p>

2/2	2/2	10.09		Биосфера и ее экспериментальные модели	Общее представление о моделях и моделировании. Понятие замкнутости биосферы и учение Вернадского. Малые прототипы (модели) биосферы – Биологические Системы ЖизнеОбеспечения (БСЖО) для космических экспедиций. Экспериментальные системы «Биос-3», «Биосфера-2», СЕЕF CELSS. Значение замкнутости потоков веществ для длительного существования БСЖО.	
3/3	3/3	17.09		Значение замкнутости потоков веществ для длительного существования БСЖО.	Нарушение замкнутости потоков веществ в земной биосфере. Расчет баланса биосферных потоков углерода	
4/4	4/4	24.09		Свойства компонентов биосферы - экосистем	Вид, популяция, сообщество, экосистема. Условия устойчивого существования популяции на примере простых дискретных математических моделей. Динамические режимы, в которых может находиться популяция.	
5/5	5/5	1/10		Ноосфера как разумно управляемая биосфера. Факторы, препятствующие получению точного прогноза.	Вид, популяция, сообщество, экосистема. Условия устойчивого существования популяции на примере простых дискретных математических моделей. Динамические режимы, в которых может находиться популяция. Задача прогноза динамики как необходимое условие эффективного и	

					разумного управления. Ноосфера как разумно управляемая биосфера. Факторы, препятствующие получению точного прогноза.	
6/6	6/6	8.10		Сила и знание в управлении экосистемами	Вспышки численности фитофагов как пример ситуаций, требующих разумного управляющего воздействия. Простейшие модели вспышек численности фитофагов. Необходимость точного (в нужное время и с нужной интенсивностью) воздействия для гашения вспышек численности в простейшей модели «фитофаг- энтомофаг».	
7/7	7/7	15.10		Экосистемы и антропогенное воздействие	Неизбежность антропогенного давления на экосистемы и биосферу в целом при современном уровне развития цивилизации. Необходимость определения пределов эластичности экосистем в ответ на возмущающее воздействие. Устройство и свойства модели. Вычислительный эксперимент в определении границ эластичности популяции. Общее заключение по проблеме прогноза устойчивости экосистем.	
8/8	8/8	22.10		Вычислительный эксперимент в определении границ эластичности популяции.	Сложности определения границ эластичности на примере простейшей дискретной модели системы «загрязнитель – биота».	

9/9	9/9	5.11		Оптимальное природопользование как необходимый компонент устойчивого развития	Представление об оптимальности, условия, при которых возникает необходимость обращаться к методам оптимизации. Земля.	
10/10	10/10	12.11		Биосфера как большая система жизнеобеспечения космического корабля по имени Земля.	Оптимальное природопользование регионами как подход к решению эколого-экономических задач.	
11/11	11/11	19.11		Долгосрочные прогнозы динамики биосферы	Необходимость моделирования биосферы для решения задач устойчивого развития. Примеры распределенных моделей биосферы, их достоинства и недостатки.	
12/12	12/12	26.11		Прогнозы глобального потепления при различных значениях параметров биосферы.	Альтернативный подход, основанный на минимальных моделях биосферы. Минимальная модель связи глобального цикла углерода в атмосфере и парникового эффекта	
13/13	13/13	3.12		Стратегическая игра	Таблица платежей человечества при различных	

				человечества и ее возможные исходы	вариантах развития событий. Очевидные выводы и неочевидные причины их игнорирования. Технологическая мощь человечества как вызов его разуму. Образ победы в стратегической игре человечества с биосферой.	
14/14	14/14	10.12		Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения		
Модуль 2. Биофизика фотобиологических процессов						
1./15	1./15	17.12		Введение	Общая характеристика фотобиологических реакций и их типы. Основные характеристики. Основные стадии фотобиологического процесса и их характеристики. Типы фотохимических реакций.	
2/16	2/16	24.12		Фотосинтез как основной фотоэнергетический процесс на Земле	Эволюция фотосинтетической системы. Строение и функции фотосинтезирующих пигментов. Организация фотосинтетического аппарата бактерий, водорослей, растений. Световые и темновые стадии фотосинтеза.	
3/17	3/17	14.01		Световые и темновые стадии фотосинтеза.		
4/18	4/18	21.01		Фоторегуляторные системы	Особенности передачи внешних сигналов у одноклеточных и многоклеточных организмов. Основные типы фоторецепторов. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина. Устройство глаза членистоногих.	

					Механизм фоторецепции глаза млекопитающих. Зрительные пигменты. Механизм и регуляция зрительной фоторецепции. Стадии фоторегуляторных процессов. Фитохром как основной фоторецептор регуляции у растений, его основные свойства.	
5/19	5/19	28.01		Биолюминесценция	Биолюминесценция и биолюминесцентные организмы. Механизмы трансформации энергии биохимических реакций в свет. Флуоресцентные белки. Биолюминесценция м Применение биолюминесцентных методов (биофизика, экология, медицина).	
6/20	6/20	04.02		Фотодинамическое действие света	Влияние УФ-излучения на живые организмы (действие на белки, нуклеиновые кислоты, мембраны). Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Фотобиологические реакции в коже. Эритема. Пигментация кожи (загар), канцерогенез. Фотосенсибилизация, механизмы и применение. Основы фотодинамической терапии.	
7/21	7/21	11.02		Контрольные вопросы и задания для самостоятельного решения		
			Модуль 3. Биофизика белка и биокинетика			
1/22	1/22	18.02		Введение. Белки как составная часть клеточной автокаталитической системы воспроизводства клеточного материала и самой клетки	Клеточные химические процессы (клеточный метаболизм) – основа жизни. Катализаторы и автокатализаторы – химические конструкции, резко увеличивающие скорость протекания химических реакций. Белок, ДНК и РНК как единая внутриклеточная	

					<p>автокаталитическая система. Механизмы координации внутриклеточных процессов. Биологические функции белков как компонентов внутриклеточной автокаталитической системы. Другие функции белков.</p>	
2/23	2/23	25.02		<p>Химическая природа и структурная организация белков</p>	<p>Химическая природа белков. Аминокислоты как мономеры, формирующие первичную структуру белка. Элементарные взаимодействия внутри белков и белков с</p>	

					<p>окружением.</p> <p>Структурная организация белков. Модификация белков после их синтеза. Денатурация и ренатурация белков.</p>	
3/24	3/24	4.03		Химическая природа нуклеиновых кислот и генетическая информация	Первичная структура нуклеиновых кислот. ДНК и РНК. Нуклеотиды как мономеры, формирующие первичную структуру нуклеиновых кислот. Уровни структурной организации нуклеиновых кислот. Основные типы клеточной РНК. Генетическая информация. Понятие гена. Генетическая информация как информация о первичной структуре белков и ряд молекул РНК. Основные формы хранения генетической информации в структуре ДНК и РНК.	
4/25	4/25	11.03		Основные типы клеточной РНК. Генетическая информация.	Понятие гена. Генетическая информация как информация о первичной структуре белков и ряд молекул РНК. Основные формы хранения генетической информации в структуре ДНК и РНК.	
5/26	5/26	18.03		Биосинтез ДНК как информационного компонента внутриклеточной автокаталитической системы	Репликация ДНК. Основные механизмы синтеза ДНК. ДНК-полимеразы и другие белки, участвующие в синтезе ДНК. Репарация ДНК и белки.	
6/27	6/27	25.03		Сохранение и передача генетической информации в ряду поколений.	Основные механизмы сохранения и репарации генетической информации в клетке.	

7/28	7/28	8.04		Биосинтез белка как реализация генетической информации	Реализация генетической информации. Общая схема реализации генетической информации. Транскрипция и трансляция. Генетический код. РНК-полимеразы – инструменты синтеза РНК как слепка ДНК. Процессинг – процесс образования информационных и служебных РНК.	
8/29	8/29	15.04		РНК-полимеразы – инструменты синтеза РНК как слепка ДНК. Процессинг – процесс образования информационных и служебных РНК.	Транспортная РНК - трансляционный посредник. Рибосомы как фабрики белкового синтеза.	
9/30	8/30	22.04		Формирование пространственной структуры белков	Принцип самоорганизации пространственной структуры. Парадокс Левинталя. Роль шаперонов в формировании пространственной структуры белков. Прионы. Классическое представление о структуре белков. Вторичная структура белка. Третичная и четвертичная структуры.	
10/31	9/31	29.04		Физические основы функционирования белков	Функция белка и его структура. Элементарные функции. Механизмы функционирования некоторых типов белков. Ферменты. Каталитические и субстрат-связывающие центры. Кофакторы. Механизм ферментативного катализа. Теория переходного состояния в ферментативном катализе. Специфичность катализа. Механизм «ключ-замок». Механизм индуцированного соответствия. Другие механизмы специфичности. Создание теории ферментативного катализа. Структура и	

					функционирование некоторых уникальных белков.	
11/32	10/32	6.05		Ферментативная кинетика	Роль ферментативной кинетики в изучении ферментов. Законы термодинамики и ферментативная кинетика. Механизмы химических реакций. Понятие механизма ферментативного катализа. Фермент-субстратный комплекс. Кинетика Михаэлиса-Ментен. Методы стационарной и нестационарной кинетики. Ингибирование и активирование ферментативных реакций.	

12/33	11/33	13.05	Антитела как уникальный специфический класс белков	Иммунная система. Структура антител. Синтез антител. Иммуноанализ.	
13/34	12/34	20.05	Заклучение. Возникновение живых клеток как результат химической эволюции	Возникновение живых клеток и белков как результат предбиологической химической эволюции. Рибозимы. Метод молекулярной селекции. Основные концепции химической эволюции. Возникновение ДНК и белков.	

Календарно-тематическое планирование элективного курса «Биофизика» для 11 КЛАССА
 Программа выполняется полностью за счет объединения указанных тем.

№ урока по программе	№ урока по плану	Дата урока по плану	Дата урока по факту	Название темы	Содержание темы
Модуль 4. Радиационная биофизика					
1	1	3.09		Предмет радиационной биофизики	Цели и задачи; экскурс в историю предмета; связь с другими областями знаний. Радиобиология, парадокс радиобиологии, современные направления.
2	2	10.09		Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений	Типы ионизирующих излучений, их взаимодействие с веществом (механизмы поглощения энергии). Относительная единицы их измерения.
3	3	17.09		Косвенное действие ионизирующих излучений	Непрямое действие излучения. Радиолиз воды и его продукты. Инактивация макромолекул в растворах. Зависимость «доза-эффект» при прямом и косвенном действии излучения.
4	4	26.09		Радиочувствительность (радиоустойчивость) биологических объектов и ее модификация	Критерии радиочувствительности. Кислородный эффект, обратный кислородный эффект, механизм радиомодифицирующего действия кислорода. Химические радиопротекторы. Механизмы противолучевой защиты.

5	5	3 . 1 0		Радиационная инактивация макромолекул и ее последствия	Повреждения белков, перекисное окисление липидов, радиационные повреждения ДНК и их репарации; последствия для клетки.
6	6	1 0 . 1 0		Лучевые поражения клеток	Стадии лучевого поражения клетки. Радиобиологические реакции клеток. Задержка прохождения клеточного цикла. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Механизмы радиационной гибели клеток (апоптоз и некроз). Генетическая нестабильность. Радиационные эффекты, регистрируемые на уровне клетки: обзор современных методов биологической дозиметрии.
7	7	1 7 . 1 0		Радиационные эффекты в области малых доз	Старая и современная парадигмы. Значение естественного радиационного фона для биоты. Зависимость «доза-эффект» в области малых доз: гиперрадиочувствительность и радиационный гормезис. Адаптивный ответ. «Эффект свидетеля».
8	8	24.10		Дозиметрия	Основные методы дозиметрии (ионизационный, калориметрический, химический, люминесцентный, сцинтилляционный, твердотельный, трековый, ЭПР-дозиметрия, биологические методы) и их применения на практике. Методы ретроспективной дозиметрии человека и их возможности.
9	9	7.11		Действие излучения на ткани и органы организма	Радиационная чувствительность тканей и органов, радиационные излучения на систему кроветворения, пищеварения и

					центральную нервную систему). миграция радионуклидов в организме человека.
10	1 0	1 4 . 1 1		Источники радиационных воздействий на человека	Естественный радиационный фон Земли, антропогенный радиационный фон. Основные радионуклиды радиационного фона и их взаимодействие с организмом человека и животных. Использование радиоактивных изотопов человеком.

Модуль 5. Биофизика наземных и водных экосистем.

Часть 1. Биофизика наземных экосистем

1/11		21.1 1		Часть 1. Биофизика наземных экосистем	Основные компоненты, особенности организации, отличия от экосистем водных. Роль высших растений. Деревья и травы. Распределение биомассы по компонентам наземных экосистем.
2/12	2/12	28.1 1		Биофизика наземных экосистем	Детритные пищевые цепи. Почва и происходящие в ней процессы трансформации вещества. Роль животных, бактерий и грибов. Трофические уровни. Методы изучения наземных экосистем – наблюдения, эксперименты, математическое моделирование.
3/13	3 / 1 3	5 . 1 2		Основные типы растительных формаций земного шара	Размещение растительных формаций в зависимости от климатических условий. Потоки вещества и энергии в основных биомах.
4/14	4 / 1 4	1 2 . 1 2		Основные типы растительных формаций земного шара	Цикл углерода. Характеристики продукции в наземных экосистемах разного типа: влажные тропические леса, тропические саванны и бореальные степи, пустыни, листопадные и хвойные леса умеренной зоны, хвойные бореальные леса (тайга), болота, тундра.

5/15	5/15	19.12		Рост, популяционная динамика компонентов наземных экосистем	Математические модели динамики популяций: экспоненциальный рост, ограниченный рост. Взаимодействие популяций: конкуренция, «хищник-жертва», кооперация, аменсализм, комменсализм, «паразит-хозяин». Моделирование взаимодействий различных типов.
6/16	6/16	26.12		Рост, популяционная динамика компонентов наземных экосистем	Динамика популяции человека.
7/17	7/17	09.01		Бореальные леса как пример наземных экосистем	Особенности функционирования, взаимодействий, поддержания
8/18	8/18	16.01		Бореальные леса как пример наземных экосистем	Глобальные эффекты в экосистемах бореальных лесов.
1/19	1/19	23/01		Введение в биофизику водных экосистем	Вода и ее место в жизни человека. Понятие водной экосистемы. История исследований водных экосистем. Основные понятия системного подхода, используемые при исследовании водных экосистем.
2/20	2/20	30.01		Основы водной экологии	Физико-химические условия среды обитания и ограничения, накладываемые ими, на функционирование водных экосистем.
3/21	3/21	6.02		Основы водной экологии	Основные свойства воды (теплоемкость, поверхностное натяжение, способность быть растворителем, зависимость плотности воды от температуры) и их причины.
4/22	4/22	13.02		Проникновение света сквозь водную толщу	Краткая информация о солнечной радиации, достигающей поверхности воды. Судьба света в толще

5/23	5/23	20.02			воды (отражение, преломление, прохождение $n \approx 1.080$ и ослабление). Почему вода в разных озерах имеет разную прозрачность и разный цвет?
6/24	6/24	27.02		Стратификация водных экосистем (температура)	Зависимость плотности воды от температуры. Температурный цикл стратифицированного водоема.
7/25	7/25	6.03		Стратификация водных экосистем (соленость)	Основные режимы перемешивания. Роль солености в стратификации водоемов. Почему река Енисей перестала замерзать зимой в Сибири после строительства Красноярской ГЭС?
8/26	8/26	13.03		Растворенные газы (кислород и углекислый газ) и pH воды	От чего зависит растворимость газов в воде? Концентрация кислорода в водных экосистемах: роль диффузии, фотосинтеза и окислительно-восстановительных реакций. Типичные вертикальные распределения кислорода в водной толще. Сезонный цикл кислорода в водоеме.
9/27	9/27	20.03		Растворенные газы (кислород и углекислый газ) и pH воды	Углекислый газ как основной источник углерода для фотосинтеза в водных экосистемах. Цикл углекислого газа в водоемах. Основные формы углерода (органического и неорганического). Основная информация о pH воды (реакции и определения). Буферная система (изменение и контроль щелочности).
10/28	10/28	27.03		Биогенные элементы (фосфор)	Что такое биогенные элементы? Закон минимума Либиха. Фосфор как основной лимитирующий элемент в водных экосистемах. Цикл фосфора. Основные формы фосфора в воде. Источники фосфора. Фосфор и качество воды. Азот и его роль в водных экосистемах. Основные формы.

11/29	11 /2 9	10 .0 4		Биогенные элементы (азот)	Цикл азота. Источники азота. Вертикальное распределение азота в водных экосистемах. Токсичные формы азота.
12/30	12/ 30	17.0 4		Биологические звенья и основы функционирования водных экосистем	Фитопланктон (микроводоросли). Определение планктона. Основные группы микроводорослей и их особенности. Плавучесть микроводорослей и факторы, оказывающие на нее влияние. Зависимость скорости роста от температуры и освещенности. Первичная продукция. Основные методы ее измерения. Общие закономерности продуктивности. Разложение органического вещества в водных экосистемах. разложения органического вещества. Зоопланктон. Основные представители зоопланктона (простейшие, коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные). вертикального

13/31	13/31	24.04		Биологические звенья и основы функционирования водных экосистем	Рыбы. Основные факторы, влияющие на разнообразие рыб в водоеме. Трофическая сеть. Понятие трофической сети. Основные способы ее регуляции.
14/32	14/3 2	8.05		Математическое моделирование и управление состоянием водных экосистем	Роль моделирования в вопросах исследования водных экосистем. Основные подходы к математическому моделированию экосистем. Основные этапы разработки математической модели (постановка цели, выбор переменных и параметров, калибровка и верификация, анализ на чувствительность). Основные типы моделей водных экосистем.
15/33	1 5 / 3 3	1 5 / 0 5		Моделирование популяционной динамики гидробионтов	Дискретные и непрерывные модели (общее представление). Основные непрерывные модели (модель Мальтуса, логистическое уравнение). Использование популяционных моделей для анализа сосуществования видов. Модели баланса.
16/34	16/3 4	22.0 5		Динамические модели водных экосистем	Основные термины и понятия в области динамических моделей водных экосистем, конечная цель прогноза, выбор вектора состояния, выбор уравнений модели, использование результатов кинетического подхода.