

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство образования и науки Хабаровского края
Управление образования администрации города Хабаровска
МАОУ «СШ с УИОП № 80»

РАССМОТРЕНО

На заседании
методического
объединения учителей
МИФ

Никонова Е.В.
Протокол №1 от
«30» августа 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по УВР

Удалова И.А.
«30» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

директор МАОУ "СШ с
УИОП №80"

Булгакова Е.М.
«30» августа 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебного курса «Биофизика»

для обучающихся 10-11 классов

Составители:

Кулакова Елена Гарриевна, учитель
высшей категории

Хабаровск 2023

Рабочая программа по биофизике для 10-11 классов

Элективный курс «Биофизика» 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.

На изучение курса биофизики выделено 68 часов, в том числе в X классе – 34 часа (1 час в неделю), в XI классе – 34 часа (1 час в неделю).

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «БИОФИЗИКА»

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.

Подавляющее большинство современных методов исследования живых систем основано на применении физических законов или явлений. Биофизика объективным образом демонстрирует непрерывность в изучении природы, показывая тесную взаимосвязь физических, химических и биологических закономерностей. Биофизика – важнейший элемент общебиологического образования, способствующий формированию научного мышления и объективному пониманию жизненных явлений и процессов нарушения жизнедеятельности организмов. Курс спланирован как междисциплинарное описание явлений и закономерностей, протекающих в живых организмах на разных уровнях его организации и имеющих биофизический характер. Методологическая идея состоит, в основном, в изложении «горячих» проблем биофизики (и в этом смысле курс служит избранными главами биофизики), связанных между собой единой логикой естественно-научного мышления. Это позволяет авторам курса сохранить корректность в изложении сложных проблем современной науки и одновременно представить материал на научно-популярном уровне, базирующемся на знаниях, полученных учащимися по основным предметам школьной программы. Курс дает представление об основных разделах биофизики, но при этом не дублирует вузовские курсы по

биофизике, более того, является платформой для лучшего понимания предметов «Физика», «Химия» и «Биология» основной школьной программы.

Помимо традиционных заданий курс «Биофизика» содержит задачи, стимулирующие становление исследовательских навыков (задачи с формулировкой существующих нерешенных проблем современной биофизики, межпредметные задания, задачи с «избыточными» или «недостаточными» данными и др.).

При составлении курса были использованы следующие научно-методические подходы: соответствие современным деятельностным формам и методам организации процесса обучения, ориентация на компетентностный подход и современные цели обучения, соответствие современным научным представлениям в области биофизики, соответствие возрастным и психологическим особенностям учащихся, обеспечение преемственности содержания образования, обеспечение межпредметных связей, обеспечение оптимизации учебного процесса, обеспечение возможностей использования разных форм обучения, включая очные, заочные, дистанционные, проведение консультаций, экскурсий, экспериментальной работы и т.п.

По содержанию программа курса «Биофизика» соответствует углубленным программам по общеобразовательным предметам, дополняющим традиционные учебные программы по физике, химии, биологии, математике и естествознанию.

Результаты обучения

Деятельность учителя в обучении биофизике в полной школе должна быть направлена на достижение обучающимися следующих **личностных результатов**:

- в ценностно-ориентированной сфере – чувство гордости за российскую физическую науку, отношение к биофизике как элементу общечеловеческой культуры, гуманизм, положительное отношение к труду, целеустремленность;
- в трудовой сфере – готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории в соответствии с собственными интересами, склонностями и возможностями;
- в познавательной сфере – мотивация образовательной деятельности, умение управлять своей познавательной деятельностью, самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений.

Метапредметными результатами освоения выпускниками полной школы программы по биофизике являются:

- использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности, применение основных методов познания (системноинформационный анализ, моделирование и т.д.) для изучения различных сторон окружающей действительности;
 - использование основных интеллектуальных операций: формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов;
 - умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
 - умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации целей и применять их на практике;
 - использование различных источников для получения физической информации, понимание зависимости содержания и формы представления информации от целей коммуникации и адресата.
 - овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умения предвидеть возможные результаты своих действий;
 - развитие монологической и диалогической речи, умение выражать свои мысли и выслушивать собеседника, понимать его точку зрения;
 - умение работать в группе с выполнением различных социальных ролей, отстаивать свои взгляды, вести дискуссию. В области **предметных** результатов:
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.

2. 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.

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

3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ темы	Название темы	Содержание темы
Модуль 1. Динамика биосферы и концепция устойчивого развития человечества		
1	Введение. Устойчивое развитие и биосфера	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.
2	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», CEEF CELSS. Значение замкнутости потоков веществ для длительного существования БСЖО.

		Нарушение замкнутости потоков веществ в земной биосфере. Расчет баланса биосферных потоков углерода.
3	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. Задача прогноза динамики как необходимое условие эффективного и разумного управления. Ноосфера как разумно управляемая биосфера. Факторы, препятствующие получению точного прогноза.
4	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».
5	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. Сложности определения границ эластичности на примере простейшей дискретной модели системы «загрязнитель – биота». Устройство и свойства модели. Вычислительный эксперимент в определении границ эластичности популяции. Общее заключение по проблеме прогноза устойчивости экосистем.
6	Оптимальное природопользование как необходимый компонент устойчивого развития	Представление об оптимальности, условия, при которых возникает необходимость обращаться к методам оптимизации. Оптимизационные задачи жизнеобеспечения на наглядных примерах космических БСЖО. Необходимость использования интегральных критериев оптимизации. Биосфера как большая система жизнеобеспечения космического корабля по имени Земля. Оптимальное природопользование регионами как подход к решению эколого-экономических задач.

7	Долгосрочные прогнозы динамики биосферы	Необходимость моделирования биосферы для решения задач устойчивого развития. Примеры распределенных моделей биосферы, их достоинства и недостатки. Альтернативный подход, основанный на минимальных моделях биосферы. Минимальная модель связи глобального цикла углерода в атмосфере и парникового эффекта. Прогнозы глобального потепления при различных значениях параметров биосферы.
8	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.
--	------------------------------------	---

Модуль 2. Биофизика фотобиологических процессов

1	Введение	Общая характеристика фотобиологических реакций и их типы. Основные характеристики. Основные стадии фотобиологического процесса и их характеристики. Типы фотохимических реакций.
2	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	Фоторегуляторные системы	особенности передачи внешних сигналов у одноклеточных и многоклеточных организмов. Основные типы фоторецепторов. Стадии фоторегуляторных процессов. Фитохром как основной фоторецептор регуляции у растений, его основные свойства. Фотоморфогенез. Фотопериодизм. Фототропизм. Фототаксис. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина. Устройство глаза членистоногих. Механизм фоторецепции глаза млекопитающих. Зрительные пигменты. Механизм и регуляция зрительной фоторецепции.
4	Биолюминесценция	Биолюминесценция и биолюминесцентные организмы. Механизмы трансформации энергии биохимических реакций в свет. Флуоресцентные белки. Биолюминесценция моря. Биофизические характеристики свечения и методы их измерения. Применение биолюминесцентных методов (биофизика, экология, медицина).

5	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.
---	---------------------------------	---

Модуль 3. Биофизика белка и биокинетика

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

		окружением. Структурная организация белков. Модификация белков после их синтеза. Денатурация и ренатурация белков.
3	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	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. Основные механизмы сохранения и репарации генетической информации в клетке. Сохранение и передача генетической информации в ряду поколений.
5	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 слепок ДНК. Процессинг – процесс образования информационных и служебных РНК. Транспортная РНК - трансляционный посредник. Рибосомы как фабрики белкового синтеза.

6	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. Современные представления о структурной организации белков. Предсказание и дизайн белковых структур.
7	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.
8	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.
9	Антитела как	Иммунная система. Структура антител. Синтез антител.

	уникальный специфический класс белков	Иммуноанализ.
10	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.

Модуль 4. Радиационная биофизика

1	Предмет радиационной биофизики	Цели и задачи; экскурс в историю предмета; связь с другими областями знаний. Радиобиология, парадокс радиобиологии, современные направления.
2	Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений	Типы ионизирующих излучений, их взаимодействие с веществом (механизмы поглощения энергии). Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений, линейная передача энергии. Основные физические величины радиобиологии и единицы их измерения.

3	Косвенное действие ионизирующих излучений	Непрямое действие излучения. Радиоллиз воды и его продукты. Инактивация макромолекул в растворах. Зависимость «доза-эффект» при прямом и косвенном действии излучения.
4	Радиочувствительность (радиоустойчивость) биологических объектов и ее модификация	Критерии радиочувствительности. Кислородный эффект, обратный кислородный эффект, механизм радиомодифицирующего действия кислорода. Химические радиопротекторы. Механизмы противолучевой защиты.
5	Радиационная инактивация макромолекул и ее последствия	Повреждения белков, перекисное окисление липидов, радиационные повреждения ДНК и их репарации; последствия для клетки.
6	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	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	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	Действие излучения на ткани и органы организма	Радиационная чувствительность тканей и органов, радиационные синдромы (действие ионизирующего излучения на систему кроветворения, пищеварения и

		центральную нервную систему). Прямые и опосредованные эффекты облучения. Распределение и миграция радионуклидов в организме человека.
10	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	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. 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.
2	Основные типы растительных формаций земного шара	Размещение растительных формаций в зависимости от климатических условий. Потoki вещества и энергии в основных биомах. 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.
3	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. Динамика популяции человека.
4	Бореальные леса как пример наземных экосистем	Особенности функционирования, взаимодействий, поддержания устойчивости. Основные трансформационные процессы критических явлений (пожары, вспышки массового размножения насекомых, ветровалы). Восстановление в бореальных лесах. Глобальные эффекты в экосистемах бореальных лесов.
<i>Часть 2. Биофизика водных экосистем</i>		
1	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	Основы водной экологии	Физико-химические условия среды обитания и ограничения, накладываемые ими, на функционирование водных экосистем. Основные свойства воды (теплоемкость, поверхностное натяжение, способность быть растворителем, зависимость плотности воды от температуры) и их причины.
3	Проникновение света сквозь водную толщу	Краткая информация о солнечной радиации, достигающей поверхности воды. Судьба света в толще
		воды (отражение, преломление, прохождение $5 \cdot 10^{10}$ и ослабление). Почему вода в разных озерах имеет разную прозрачность и разный цвет?

4	Стратификация водных экосистем (температура и соленость)	Зависимость плотности воды от температуры. Температурный цикл стратифицированного водоема. Основные режимы перемешивания. Роль солености в стратификации водоемов. Почему река Енисей перестала замерзать зимой в Сибири после строительства Красноярской ГЭС?
5	Растворенные газы (кислород и углекислый газ) и рН 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. 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 рН воды (реакции и определения). Буферная система (изменение и контроль щелочности).
6	Биогенные элементы (фосфор и азот)	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. Цикл азота. Источники азота. Вертикальное распределение азота в водных экосистемах. Токсичные формы азота.
7	Биологические звенья и основы функционирования водных экосистем	Фитопланктон (микроводоросли). Определение планктона. Основные группы микроводорослей и их особенности. Плавуемость микроводорослей и факторы, оказывающие на нее влияние. Зависимость скорости роста от температуры и освещенности. Взаимодействие факторов, влияющих на рост микроводорослей: общая модель сезонного развития водорослей в водоеме. Парадокс планктона. Первичная продукция. Основные методы ее измерения. Общие закономерности продуктивности. Разложение органического вещества в водных экосистемах. Роль микроорганизмов в процессе разложения вещества. Основные этапы разложения вещества. Методы оценки разложения органического вещества. Зоопланктон. Основные представители зоопланктона (простейшие, коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные). Особенности жизненного цикла. Питание зоопланктона. Экология зоопланктона. Вертикальные распределения и миграции. Основные механизмы формирования вертикального распределения. Покоящиеся стадии в жизненном цикле зоопланктона и их роль в функционировании водной экосистемы.

		Рыбы. Основные факторы, влияющие на разнообразие рыб в водоеме. Жизненный цикл. Рост и размножение рыб. Как определить возраст рыбы, почему это трудно сделать? Трофическая сеть. Понятие трофической сети. Основные способы ее регуляции. Гипотеза трофического каскада. Биоманипуляция.
8	Математическое моделирование и управление состоянием водных экосистем	Роль моделирования в вопросах исследования водных экосистем. Основные подходы к математическому моделированию экосистем (редукционный, холистический, детерменистский, стохастический, эмпирический). Основные этапы разработки математической модели (постановка цели, выбор переменных и параметров, калибровка и верификация, анализ на чувствительность). Основные типы моделей водных экосистем.
9	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. Основные проблемы моделей популяционной динамики. Основные тенденции в популяционном моделировании.
10	Тема 10. 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. Другие подходы к моделированию водных экосистем: имитационные, структурные модели, модели с использованием целевых функций, эволюционирующие модели. Примеры прогноза и управления состоянием водных экосистем на основе матмоделей.

Методы и формы оценки знаний учащихся По элективным курсам оценивание производится по системе зачет/незачет.

Методическое обеспечение

Образовательная программа по элективному курсу «Биофизика» является очной.

Методическое обеспечение курса включает развернутую программу курса по пяти модулям, учебно-методическую (теоретическую) часть, материалы для семинарских занятий, контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы, эталонные ответы и решения для самоконтроля, список литературы.

Вопросы для итогового контроля

1. Какие научные задачи необходимо решить для обеспечения устойчивого развития человечества?
2. Какие задачи устойчивого развития, выходят за рамки естественных наук?
3. Почему высокая замкнутость потоков веществ является ключевым свойством биосферы?
4. Почему нельзя получить точный прогноз динамики биосферы?
5. На чем основана аналогия между биосферой и БСЖО космического корабля?
6. Привести таблицу платежей человечества при различных вариантах развития глобального кризиса.
7. Растолковать смысл следующих терминов: *биосфера, концепция устойчивого развития человечества, экосистема, антропогенное воздействие, природопользование.*
8. Растолковать смысл следующих терминов: *фотосинтез, фоторегуляторные системы, биолюминесценция, фотодинамическое действие света.*
9. Какие белки называются глобулярные, фибриллярные и мембранные? Приведите примеры.
10. Перечислите основные функции белков.
11. Какова роль шаперонов в формировании пространственной структуры белков?
12. Что такое фермент-субстратный комплекс?
13. Перечислите типы ингибирования и активирования ферментативных реакций.
14. От чего зависит радиочувствительность биологических объектов,
15. Перечислите основные объекты радиационного поражения в клетке, 16. Каковы последствия (на уровне клетки) радиационного поражения липидов, белков, ДНК?
17. Пояснить вид зависимости “доза-эффект” в области малых доз.
18. Какие методы применяются для ретроспективной дозиметрии человека,
19. Растолковать смысл следующих терминов: *ионизирующее излучение, радиационный парадокс; радиочувствительность, малые дозы; радиационный гормезис.*
20. Укажите соотношение биомассы животных и растений на суше и в океане.
21. Какой биом суши характеризуется наибольшим запасом органического вещества на единицу площади?
22. Напишите уравнения экспоненциального и ограниченного роста.

23. Какие леса имеют наибольшую продуктивность на единицу площади: бореальные умеренной зоны или тропические?
24. Растолковать смысл следующих терминов: *наземные экосистемы, растительные формации, популяционная динамика компонентов наземных экосистем, бореальные леса.*
25. При какой температуре вода имеет наибольшую плотность и какое это имеет значение для функционирования водных экосистем?
26. Какой биогенный элемент наиболее часто лимитирует развитие водных экосистем и почему?
27. Схематически изобразите трофическую сеть водной экосистемы цветущей цианобактериями до и после биоманипуляции.
28. Назовите основные отличия между дискретными и непрерывными моделями популяционной динамики.
29. Растолковать смысл следующих терминов: *водные экосистемы, стратификация водных экосистем, биогенные элементы, биологические звенья, математическое моделирование, популяционная динамика гидробионтов.*

Аннотация к рабочей программе по биофизике в 10 – 11 классах

1. Полное наименование программы

Рабочая программа по элективному курсу «**Биофизика**» 10 - 11 класс

2. 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.

3. Нормативная основа разработки программы

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 основной образовательной программы среднего общего образования; основной образовательной программы среднего общего образования и учебного плана Лицея Финансового университета, примерной программы среднего общего образования по предмету «Биофизика» (углубленный уровень).

4. Количество часов для реализации программы

В соответствии с учебным планом Лицея 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.

5. Цель реализации программы

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.

подавляющее большинство современных методов исследования живых систем

основано на применении физических законов или явлений. Биофизика объективным образом демонстрирует непрерывность в изучении природы, показывая тесную взаимосвязь физических, химических и биологических закономерностей. Биофизика – важнейший элемент общебиологического образования, способствующий формированию научного мышления и объективному пониманию жизненных явлений и процессов нарушения жизнедеятельности организмов. Курс спланирован как междисциплинарное описание явлений и закономерностей, протекающих в живых организмах на разных уровнях его организации и имеющих биофизический характер. Методологическая идея состоит, в основном, в изложении «горячих» проблем биофизики (и в этом смысле курс служит избранными главами биофизики), связанных между собой единой логикой естественно-научного мышления. Это позволяет авторам курса сохранить корректность в изложении сложных проблем современной науки и одновременно представить материал на научно-популярном уровне, базирующемся на знаниях, полученных учащимися по основным предметам школьной программы. Курс дает представление об основных разделах биофизики, но при этом не дублирует вузовские курсы по биофизике, более того, является платформой для лучшего понимания предметов «Физика», «Химия» и «Биология» основной школьной программы. Помимо традиционных заданий курс «Биофизика» содержит задачи, стимулирующие становление исследовательских навыков (задачи с формулировкой существующих нерешенных проблем современной биофизики, межпредметные задания, задачи с «избыточными» или «недостаточными» данными и др.).

При составлении курса были использованы следующие научно-методические подходы: соответствие современным деятельностным формам и методам организации процесса обучения, ориентация на компетентностный подход и современные цели обучения, соответствие современным научным представлениям в области биофизики, соответствие возрастным и психологическим особенностям учащихся, обеспечение преемственности содержания образования, обеспечение межпредметных связей, обеспечение оптимизации учебного процесса, обеспечение возможностей использования

разных форм обучения, включая очные, заочные, дистанционные, проведение консультаций, экскурсий, экспериментальной работы и т.п.

По содержанию программа курса «Биофизика» соответствует углубленным программам по общеобразовательным предметам, дополняющим традиционные учебные программы по физике, химии, биологии, математике и естествознанию.

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., Волоотовский 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.
21. Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981.
22. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология: учебное пособие для высших учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2004 г. – 240 с.
23. Радиация. Дозы, эффекты, риск. М.: Мир, 1988. - 79 с.
24. Резникова Ж.И. Популяции и виды на весах войны и мира. М.: Логос, 2001.

25. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. М.Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
26. Спириин А.С. Молекулярная биология. Структура рибосомы и биосинтез белка. М.: Высш. шк., 1986. – 303 с.
27. Страшкраба М., Гнаук А. Пресноводные экосистемы. Математическое моделирование: перевод с английского. М.: Мир, 1989.-376с.
28. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. Курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями. 2-е издание. М.: Книжный дом «Университет», 2002. –376 с.
29. Хлебопрос Р.Г., Фет А.И. Природа и общество: модели катастроф. Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999. – 344 с. 30. Шульц Г.Е., Ширмер Р.Х. Принципы структурной организации белков. М.: Мир, 1982. (G.E.Schulz, R.H.Schirmer. Principles of protein structure. Springer-Verlag, New York- Heidelberg-Berlin, 1979). 31. Экологическая биофизика: Учебное пособие: В 3 т. / Под ред. И.И. Гительзона и Н.С. Печуркина. Т. 2. Биофизика наземных и водных экосистем. М.: Логос, 2002. - 360 с.
32. Экологическая биофизика: Учебное пособие: В 3 т. / Под ред. И.И.Гительзона, Н.С.Печуркина. Т.3. Экология и биофизика: время интеграции. М.: Логос, 2002. – 304 с.
33. Ядерная энциклопедия. - М.: Благотвор. фонд Ярошинской, 1996. - 656 с.
34. Ярмоненко С.П., Вайсон А.А. Радиобиология человека и животных: учебное пособие. М.:Высш. шк., 2004. – 549 с.

7. Используемые технологии

- Информационно – коммуникационная технология
- Технология развития критического мышления
- Проектная технология
- Технология развивающего обучения
- Здоровьесберегающие технологии
- Технология проблемного обучения
- Игровые технологии
- Модульная технология
- Технология мастерских
- Кейс – технология
- Технология интегрированного обучения □ Педагогика сотрудничества.

- Технологии уровневой дифференциации □ Групповые технологии.
- Традиционные технологии (классно-урочная система)

8. 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, учебнометодической (теоретической) части, материалов для семинарских занятий, контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы, эталонных ответов и решений для самоконтроля, списка литературы.

9. Методы и формы оценки результатов освоения

Контроль результатов обучения производится при выполнении учащимися различных заданий по каждому модулю.

10. Оценка результатов освоения элективного курса «Биофизика»

Контроль результатов обучения и оценка (в формате зачет/незачет) приобретенных учащимися умений и навыков производятся при выполнении ими проверочных работ по окончании каждого модуля. По элективным курсам оценивание производится по системе зачет/незачет.