

**государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области средняя  
общеобразовательная школа №2 города Сызрани  
городского округа Сызрань Самарской области**

Рассмотрена  
на заседании МО  
Протокол № 1  
от « 30 » 08 2023 г.

Проверена  
Заместитель директора по УВР  
« 30 » 08 2023 г.  
\_\_\_\_\_ О.Ю. Красникова

Утверждена  
Приказ № 567  
от « 31 » 08 2023 г.  
Директор  
\_\_\_\_\_ Л.И.Ахмерова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**элективного курса «Биофизика»**

10-11 классы

## Пояснительная записка

**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:**

- 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.
- Формирование понимания взаимосвязи физических и биологических процессов в живых системах
- **овладение умениями** проводить наблюдения природных явлений, описывать и обобщать результаты наблюдений, использовать измерительные приборы для изучения физических явлений; представлять результаты наблюдений или измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости; применять полученные знания для объяснения природных явлений, принципов действия важнейших технических устройств, для решения физических задач;
- **развитие** познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности в приобретении новых знаний, с использованием информационных технологий;
- **воспитание** убежденности в возможности познания законов природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники; отношения к физике как к элементу общечеловеческой культуры;

**использование полученных знаний и умений** для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности своей жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Программа соответствует федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования (Приказ Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (с изменениями, внесёнными приказом Минобрнауки России от 31 декабря 2015 г. № 1578, от 29 июня 2017 г. №613, от 18.05.2023 г. № 371), Основной общеобразовательной программе среднего общего образования ГБОУ СОШ №2 г. Сызрани.

Элективный курс «Биофизика» изучается с 10 по 11 классы.

На изучение элективного курса «Химия: теория и практика» отводится 1 час в неделю, общее количество учебных часов - 68, из них 34 часа в 10 классе, 34 часа в 11 классе.

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «БИОФИЗИКА»

### 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 (системно-информационный 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 выразить 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»**

### **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
<b>Модуль 1. Динамика биосферы и концепция устойчивого развития человечества</b>		
1	Введение. Устойчивое развитие и биосфера	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»,
3	Свойства компонентов биосферы - экосистем	Вид, популяция, сообщество, экосистема. Условия устойчивого существования популяции на примере простых дискретных математических моделей.
4	Сила и знание в управлении экосистемами	Вспышки численности фитофагов как пример ситуаций, требующих разумного управляющего воздействия. Простейшие модели всплесков численности фитофагов.
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.
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 Земли.
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
<b>Модуль 2. Биофизика фотобиологических процессов</b>		
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.
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.
<b>Модуль 3. Биофизика белка и биокинетика</b>		
1	Введение. Белки как составная часть клеточной автокаталитической системы производства 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.
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.
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.
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.
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 слепка ДНК.
6	Формирование пространственной структуры белков	Принцип самоорганизации пространственной структуры. Парадокс Левинталя. Роль шаперонов в формировании пространственной структуры белков. Прионы. Классическое представление о структуре белков.
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.
8	Ферментативная кинетика	Роль ферментативной кинетики в изучении ферментов. Законы термодинамики и ферментативная кинетика. Механизмы химических реакций.
9	Антитела как	Иммунная система. Структура антител. Синтез антител.

	уникальный специфический класс белков	Иммуноанализ.
10	Заключение. Возникновение живых клеток как результат химической эволюции	Возникновение живых клеток и белков как результат предбиологической химической эволюции. Рибозимы.
<b>Модуль 4. Радиационная биофизика</b>		
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 (радиостойчивость) 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.
<b>Модуль 5. Биофизика наземных и водных экосистем.</b>		
<i>Часть 1. Биофизика наземных экосистем</i>		
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.
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.
3	Рост, популяционная динамика компонентов наземных экосистем	Математические модели динамики популяций: экспоненциальный рост, ограниченный рост.
4	Бореальные леса как пример наземных экосистем	Особенности функционирования, взаимодействия, поддержания устойчивости. Основные трансформационные процессы критических явлений
<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.
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 н\и1080 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.
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. Плавучесть 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?
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 Мальтса, 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.