



## **Программа выездных школ по олимпиадной биологии для 10 класса (Пушино)**

Тип курса: летняя выездная школа

Форма обучения: очно

Классы: 10 класс

Направление подготовки: подготовка к МЭ и РЭ ВсОШ

Количество академических часов (обязательное): 52

### **Методисты:**

#### **Орехова Анастасия Владимировна**

врач, PhD, научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, ведущий сотрудник биологического факультета МГУ, преподаватель сборов к РЭ и ЗЭ ВсОШ ЦПМ и «Взлёта», преподаватель олимпиадных сборов ОЦ «Сириус». Автор 23 научных публикаций, руководитель 3 грантов Правительства Италии и Российской Федерации, автор 1 патента. На протяжении четырех лет работала в качестве преподавателя и научного сотрудника в университете Sapienza (Рим), проходила дополнительные стажировки в University Medical Center Groningen, Leiden University Medical Center, Humboldt University of Berlin.

#### **Прохоров Артём Андреевич**

ботаник, магистр биологического факультета МГУ, аспирант отдела гербария ГБС им. Н.В. Цицина, олимпиадный тренер Московской области и Москвы к ВсОШ по биологии, учитель биологии Гимназии им. Е.М. Примакова и Школы ЦПМ, член жюри и член методической комиссии Подмосковной олимпиады школьников, член жюри регионального этапа ВсОШ по биологии, член предметно-методической комиссии ВсОШ по биологии, преподаватель олимпиадной биологии образовательных центров «Сириус», «Взлёт», «Адыгея-Полярис», «АПО», двукратный призёр заключительного этапа ВсОШ по биологии.

## 1. Как устроена выездная школа «Коалиции»

- ✓ Расписание дня: 4 пары по 1,5 часа, перерывы на питание и отдых, свободное время или тематические мероприятия
- ✓ Практикоориентированный подход к обучению, разработка программы и форматов занятий осуществляется педагогическими дизайнерами
- ✓ Опытные преподаватели: молодые учёные, сотрудники научных лабораторий, выпускники ведущих вузов
- ✓ Вожатые: помощники на выездной школе по всем техническим и организационным вопросам, вместе с художественным руководителем курируют мероприятия. Все вожатые имеют необходимую квалификацию и являются выпускниками Школы вожатых «Коалиции».
- ✓ В конце выездной школы проводится контрольный срез знаний или написание пробного тура олимпиады
- ✓ Обратная связь по итогу выездной школы от преподавателей
- ✓ Программа курса адаптируется преподавателями под уровень знаний и скорость усвоения материала учениками

## 2. Описание программы

**Цель обучения на выездной школе** – курс предназначен для интересующихся углубленным изучением биологии и готовящимся к успешному выступлению на региональном этапе Всероссийской олимпиады школьников по биологии. Также курс полезен при подготовке к заключительному этапу ВсОШ и перечневым олимпиадам по биологии. Обучающиеся ознакомятся с разнообразными заданиями Всероссийской олимпиады школьников по биологии в теории и на практике.

### **Олимпиады, к которым готовятся на курсе:**

1. Всероссийская олимпиада школьников по биологии: РЭ и ЗЭ
2. Олимпиада школьников СПбГУ по биологии
3. Олимпиада школьников Санкт-Петербургского государственного университета по биологии
4. Всероссийская олимпиада школьников «Высшая проба»
5. Олимпиада школьников «Физтех»
6. Московская олимпиада школьников
7. Всероссийская Сеченовская олимпиада школьников

**Максимальная учебная нагрузка** (с учетом домашних заданий и самостоятельной подготовки): 82 академических часа

**Обязательная учебная нагрузка** (аудиторная нагрузка): 52 академических часа

**Предполагаемое количество занятий в день:** 2 пары в день заезда + 4 пары в день в другие учебные дни + день отъезда

**Примерная длительность курса:** 1 неделя

### **Входные компетенции ученика (нужно для успешного обучения на курсе):**

- ✓ Успешное освоение школьного курса биологии до 10 класса включительно
- ✓ Успешное выступление на МЭ ВсОШ

**Выходные компетенции ученика (после обучения на курсе):**

- ✓ Грамотное оперирование биологическими терминами и понятиями
- ✓ Знание физиологии сердечно-сосудистой, нервной, мочевыделительной, желудочно-кишечной систем человека
- ✓ Освоение навыков микроскопии на разных увеличениях
- ✓ Выполнение вскрытия куриного яйца, определение стадии развития, владение микроскопией эмбриона
- ✓ Владение техникой выполнения биологического рисунка
- ✓ Освоение навыка постановки биологического эксперимента по предложенному протоколу
- ✓ Знание основных параметров минерального и водного обмена растений и правил оценки состояния организма растения по значениям этих параметров
- ✓ Навык решения задач на обмен углерода в растениях с разным типом обмена углерода
- ✓ Знание структуры и механизмов работы главных ферментов фотосинтеза и минерального питания
- ✓ Знание механизмов матричных процессов эукариот и прокариот - репликации, репарации, транскрипции и трансляции
- ✓ Умение решать задачи олимпиад по молекулярной биологии на применение методов исследования структуры биологических полимеров



### 3. Тематическое планирование Выездных школ по подготовке к РЭ ВсОШ и перечневым олимпиадам по биологии

Программа может корректироваться преподавателем во время курса с учетом уровня группы

Представленные ниже учебные блоки могут преподаваться в различном порядке

№ п/п	Название темы	Кол-во ак. часов	Формат учебного занятия	Содержание темы
<b>Модуль 1. Биология развития</b>				
1	Сперматогенез и овогенез	2	Лекция	Стадии сперматогенеза, морфологическая и генетическая характеристика клеток на каждой стадии развития. Овогенез, последовательность стадий, особенности формирования полярных телец, гормональная характеристика циклов. Типы яйцеклеток по содержанию желтка.
2	Гаметогенез	2	Практикум	Микроскопия семенника, яичника. Определение стадий развития. Выполнение биологического рисунка.
3	Этапы эмбриогенеза: зигота, дробление, бластула	1	Лекция	Характеристика типов дробления у млекопитающих. Формирование монозиготных и дизиготных близнецов, характеристика нарушений на примере сиамских близнецов. Особенности формирования плаценты. Виды плацент у млекопитающих.
4	Этапы эмбриогенеза: гастрюла, нейрула.	1	Лекция	Гастрюляция и нейруляция у млекопитающих. Формирование нервной трубки, хорды, сомитов и полости кишечника. Зародышевые листки и их производные.



5	Вскрытие куриного эмбриона	2	Практикум	Выполнение вскрытия куриного эмбриона, определение структур, биологический рисунок.
6	Решение задач по биологии развития Всероссийской олимпиады школьников регионального и заключительного этапов 2016-2022	2	Семинар	Решение задач теоретического тура по биологии развития Всероссийской олимпиады школьников регионального и заключительного этапов 2016-2022.
7	Современные клеточные и генные технологии. Экстракорпоральное оплодотворение, клонирование.	1	Лекция	Характеристика современных клеточных и генных технологий: экстракорпоральное оплодотворение, клонирование, ИКСИ, преимплантационная генетическая диагностика, редактирование генома зародыша.
8	Молекулярные аспекты регуляции уровня экспрессии генов и дифференцировки тканей	1	Дискуссия	Разбор основных генов, ответственных за гистогенез и органогенез у эмбриона. Обсуждение экспериментов по избирательному нокауту генов и их последствия.
<b>Модуль 2. Физиология человека</b>				
9	Физиология мочевыделительной системы	2	Лекция	Строение и виды нефронов. Ультрафильтрация крови, механизмы протекции потери протеинов (подоциты, базальная мембрана). Реабсорбция в разных отделах нефрона. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система.
		2	Практикум	Препарирование почек млекопитающего. Микроскопическое исследование строения нефрона.
10	Физиология дыхательной системы	1	Лекция	Строение, функции верхних и нижних дыхательных путей. Виды гемоглобина: карбгемоглобин, оксигемоглобин,



				карбоксигемоглобин. Защитная роль сурфактанта, респираторный дистресс синдром.
11	Спирометрия	1	Практикум	Определение дыхательного объема, резервного объема вдоха и выдоха, жизненной емкости легких в покое и при нагрузке.
12	Физиологические основы функционирования нервной системы	1	Дискуссия	Анатомическая и функциональная классификация нервной системы. Строение синапса, виды синапсов и классификация нейромедиаторов.
13	Физиология сердечной деятельности	1	Лекция	Сердечный цикл, потенциал действия и потенциал покоя. Электрофизиологические основы сердечной деятельности.
14	Регистрация ЭКГ	2	Практикум	Регистрация ЭКГ в разных отведениях. Анализ нарушений ритма и проводимости. Пробы с физической нагрузкой.
15	Инфаркт сердца лягушки	2	Практикум	Препарирование сердца лягушки. Моделирование инфаркта миокарда на изолированном сердце лягушки.
16	Физиология человека	2	Тренинг по решению задач	Решение задач регионального и заключительного этапов всероссийской олимпиады школьников по физиологии

### Модуль 3. Физиология растений

17	Физиология минерального питания растений	2	Лекция	Транспорт ионов через мембраны растительных клеток - пассивный и активный транспорт. Уравнение Нернста для электрохимического градиента на растительной мембране. Роль растений в круговороте азота, серы, фосфора в биосфере. Временная и пространственная структура процесса ассимиляции азота и серы растениями. Симбиозы растений с грибами и бактериями как инструмент повышения эффективности минерального питания. Механизм фиксации молекулярного азота бактериями и интеграция метаболизм азотфиксаторов и растений. Физиология поглощения и усвоения
----	--	---	--------	--



				макроэлементов (калий, кальций, магний, железо, кремний, алюминий) и микроэлементов (марганец, молибден, кобальт, медь, цинк, бор).
18	Осмотические явления в жизни растений	1	Дискуссия	Обсуждение структуры и функции воды. Разбор расчётных задач на водный потенциал и его компоненты. Обсуждение принципа методов измерения осмотического и гидростатического давления. Разбор концепции нижнего и верхнего концевых двигателей. Решение задач на анализ эффективности транспирации растений.
19	Световая стадия фотосинтеза	1	Лекция	Вывод общего уравнения фотосинтеза. Хрестоматийные эксперименты в исследовании фотосинтеза (работы Дж. Пристли, К.А. Тимирязева). Разнообразие фотосинтетических пигментов растений: хлорофиллы, каротины, ксантофиллы. Биологическая роль пигментов каждой группы. Понятие фотофосфорилирования и его место в метаболизме автотрофов. Локализация электрон- и протонтранспортных процессов в тилакоидной мембране. Работа главных ферментов фотосинтеза: фотосистемы II, цитохром-b6f-комплекса, фотосистемы I, НАД(Ф)-дегидрогеназ, ФНР, ПТОкс. Адаптация фотосинтеза к яркому и тусклому освещению.
20	Водный обмен	2	Практикум	Измерение сосущей силы корня. Выявление осмотического потенциала клеток различных тканей разных видов растений. Выявление влияния условий на скорость транспирации растений. Решение расчётных задач на вычисление водного потенциала растений по экспериментальным данным. Исследование скорости ксилемного транспорта в стеблях разных видов растений. Исследование структуры ксилемы цветковых и голосеменных растений.
21	Исследование физико-химических свойств пигментов	2	Практикум	Разделение пигментов по Краусу. Выявление сродства к полярным и неполярным растворителям пигментов разных групп. Принцип разделения смеси веществ методом хроматографии. Качественный и количественный анализ содержания пигментов в растениях методом планарной хроматографии. Колоночная хроматография по М.С. Цвету. Исследование донорно-акцепторных свойств хлорофиллов по Красновскому.
22	Обмен углерода в растениях	2	Семинар	Решение задач ВсОШ и перечневых олимпиад на путь углерода в фотосинтезе. Исследование С3-пути (цикл Кальвина): по экспериментальным данным. Обсуждение фотодыхания как проблемного и как полезного метаболического пути. Выявление адаптаций растений к уменьшению интенсивности фотодыхания (С4- и САМ фотосинтезы). Решение задач на





эндогенные и экзогенные механизмы регуляции фотосинтеза растений.

#### Модуль 4: Молекулярная биология

23	Нуклеиновые кислоты	2	Дискуссия	<p>Исследование структур ДНК: первичной, вторичной и третичной. Обсуждение задач на секвенирование ДНК по Сэнгеру и Максому-Гилберту. Принцип комплементарности и правило Чаргаффа. Рассмотрение химического состава нуклеиновых кислот: пуриновые и пиримидиновые основания, их таутомерия, углеводные компоненты рибоза и дезоксирибоза. Нуклеотиды и нуклеозиды. Обсуждение физических свойств различных конформаций ДНК. Сверхспирализация ДНК и её значение. Топоизомеразы и механизм их работы.</p> <p>Решение задач на структурную организацию РНК. Типы связей, стабилизирующих уровни структурной организации РНК. Обсуждение основных видов РНК, их функций и локализации в клетке (матричная РНК, транспортная РНК, рибосомальная РНК, малая ядерная РНК, малая РНК, рибозимы). Гипотеза “мира РНК” и происхождение жизни через РНК.</p>
24	Белки	2	Лекция	<p>История открытия и исследования структуры белков. Классификации и функции белков. Первичная структура белков, разнообразие аминокислот. Пространственная структура пептидной связи. Методы определения первичной структуры белков. Ферментативные методы фрагментации полипептидной цепи. Вторичная структура белков и методы её изучения. Связи, формирующие вторичную структуру. Альфа-спираль, бета-структура. Домены. Третичная и четвертичная структуры, типы стабилизирующих связей. Рентгеноструктурный анализ белков.</p> <p>Нуклеопротеины как особая форма ассоциации белков и нуклеиновых кислот. Хроматин и его уровни организации. Структурная организация нуклеосом. Белки-гистоны. Негистоновые белки и РНК хромосом.</p>
25	Репликация. Репарация ДНК	2	Семинар	<p>Обсуждение доказательства полуконсервативного механизма репликации. Перечисление ферментов и белков репликации. Сравнение ДНК-полимераз прокариот и эукариот. ДНК-лигазы. Белки, расплетающие двойную спираль, и механизмы их активности: ДНК-топоизомеразы, ДНК-хеликазы, SSB-белки. Принципы и правила репликации. Репликон. Репликативная вилка. Решение олимпиадных задач на пространственную организацию репликативной вилки. Репликативный синтез ДНК</p>



				у прокариот (E.coli): инициация, элонгация, терминация. Модели репликации ДНК: по типу глазка, по типу катящегося кольца, по типу Д-петли. Особенности репликации ДНК у эукариот: структурные компоненты, теломеры, теломераза, нуклеосомы. Регуляция репликации ДНК. Нематричный синтез полинуклеотидов и его значение. Решение задач на мутации, мутагенез. Обсуждение классификации мутаций. Механизмы репарации ДНК: обращение повреждения, эксцизионная репарация (репарация димеров, репарация депуризированной ДНК, репарация химически модифицированных азотистых оснований), рекомбинационная репарация. SOS-репарация.
26	Транскрипция	2	Лекция	Синтез РНК (транскрипция), история изучения молекулярных механизмов. РНК-полимеразы прокариот и эукариот. Принципы транскрипции. Структура промотора прокариот. Инициация транскрипции, последовательность событий. Регуляция работы промоторов и инициации транскрипции. Элонгация и терминация транскрипции. $\rho$ -независимая и $\rho$ -зависимая терминация. Особенности транскрипции эукариот: структура промотора, нуклеосомы. Посттранскрипционный процессинг РНК прокариот: мРНК, рРНК и тРНК. Процессинг и сплайсинг мРНК эукариот. Информосомы. Модели сплайсинга. Созревание тРНК и рРНК эукариот.
27	Трансляция	2	Лекция	Центральная догма молекулярной биологии. Генетический код. Основные свойства генетического кода. Особенности кодового словаря. Синтез белка (трансляция), история изучения молекулярных механизмов. Рибосомы. Активация, рекогниция аминокислот и синтез аминоацил-тРНК. Аминоацилсинтетазы. Изоакцепторные тРНК. Взаимодействие кодона и антикодона. Рибосомы. Химический состав, архитектура, самосборка, функциональные центры, локализация рибосом. Инициация трансляции прокариот. Иницирующие кодоны, их распознавание. Элонгация и терминация трансляции прокариот, очередность событий трансляции, белковые факторы, стоп-кодоны. Особенности инициации трансляции эукариот. Посттрансляционные модификации белков. Посттрансляционный процессинг и сплайсинг белков. Шаперонины и шапероны. Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Формирование пространственной структуры. процесс, определяемый первичной структурой. Дегградация белков. Убиквитин. Регуляция синтеза белка у прокариот и эукариот: на уровне транскрипции (белки, аттенуатор, $\sigma$ -фактор, мигрирующие элементы, цАМФ, гормоны, энхансеры и др.), посттранскрипционная, посттрансляционная регуляция.



28	Молекулярная биология. Задания олимпиад	2	Семинар	Решение заданий олимпиад по молекулярной биологии с применением полученных знаний.
29	Пробный этап РЭ ВсОШ	4	Итоговая работа	Написание и разбор пробного этапа РЭ ВсОШ (2 астрономических часа, 1 астрономический час - разбор заданий)

#### 4. Список рекомендуемых учебных источников

1. Камкин, А., and А. Каменский. "Фундаментальная и клиническая физиология." (2019).
2. Гайтон А. К., Холл Д. Э. Медицинская физиология. – Logobook. ru, 2008.
3. Привес, М. Г., Н. К. Лысенков, and В. И. Бушкович. "Анатомия человека, СПб." (2005).
4. Сергеев Игорь, Вячеслав Дубынин, and Андрей Каменский. Физиология человека и животных в 3 т. Т. 1 нервная система: анатомия, физиология, нейрофармакология. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Litres, 2021.
5. Сергеев И., Дубынин В., Каменский А. Физиология человека и животных в 3 т. Т. 2 кровь, иммунитет, гормоны, репродукция, кровообращение. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – Litres, 2021.
6. Сергеев И., Дубынин В., Каменский А. Физиология человека и животных в 3 т. Т. 3 мышцы, дыхание, выделение, пищеварение, питание. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – Litres, 2021.
7. <https://www.youtube.com/c/postnauka>
8. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLLONuwzC-9KpMxm3kaJvFM8YugVs2ZEzq>
9. Биохимия растений - Хелдт Г.-В. (2014)
10. Страсбургер. т.2. под ред Зитте, 35-изд.
11. Физиология растений (Под ред. И. П. Ермакова)
12. Физиология растений - Медведев, СПбГУ.
13. Taiz, Zeiger - Plant Physiology
14. <https://www.youtube.com/c/khanacademy>
15. Молекулярная биология : учебник / В.В. Иванищев. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — (Высшее образование). — 225 с.
16. Прошкина Е. Н., Юранева И. Н., Москалев А. А. - МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ: СТРЕСС-РЕАКЦИИ КЛЕТКИ. Учебное пособие для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2019 - 101с.