Департамент образования и науки Тюменской области
Тюменский областной государственный институт
развития регионального образования
Региональный модельный центр дополнительного образования детей
Тюменской области

О.В. Баянова

«ТРУДНЫЕ ВОПРОСЫ» УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «БИОЛОГИЯ» В ПРОГРАММАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Методическое пособие

Текстовое электронное издание

Тюмень
ТОГИРРО
2026

©Баянова О.В., 2026
© ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО», 2026

УДК 371.398+372.857 (07)
ББК 74.262.8+ 74200.585я75
Б 34

Рецензенты:
Данилова Л.А., канд. биол. наук, доцент кафедры биологии ФГБОУ ВО «ТГМУ», г. Тюмень,
Каткова О.А., канд. пед. наук, заведующий кафедрой естественно-математических дисциплин ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО», г. Тюмень,
Приходько О.Б., старший преподаватель кафедры естественно-математических дисциплин ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО», г. Тюмень.

Б 34 Баянова О.В. «Трудные вопросы» учебного предмета «Биология» в программах дополнительного образования [Электронный ресурс]: методическое пособие / О.В. Баянова. – Электрон. текстовые дан. (112 Кб). – Тюмень: ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО», 2026. – 34 с. – Текст: электронный.

Методическое пособие предназначено для педагогов дополнительного образования, методистов учреждений дополнительного образования детей и частных образовательных организаций, для учителей биологии общеобразовательных учреждений. В нём представлены рабочие программы дополнительного образования, ориентированные на проработку наиболее сложных разделов школьного курса биологии – тех, освоение которых традиционно вызывает у учащихся существенные трудности, так называемый цикл «Трудные вопросы». Материалы пособия позволяют педагогам выстроить взаимосвязь между основной образовательной программой и дополнительной, системно организовать работу по устранению пробелов в знаниях и формированию целостной биологической картины мира. В программах учтены требования к подготовке обучающихся к итоговой аттестации: содержание тем и логика их подачи соотнесены с форматом контрольно-измерительных материалов, типологией заданий и проверяемыми умениями. Пособие содержит готовые варианты рабочих программ, которые можно адаптировать под разные условия реализации (в том числе с учётом ресурсных возможностей образовательной организации и особенностей контингента обучающихся).

Рассмотрено и одобрено на заседании Управления развитием региональной системы дополнительного образования ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО» от 17.08.2026 №4.

УДК 371.398+372.857 (07)
ББК 74.262.8+ 74.200.585я75

©Баянова О.В., 2026
© ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО», 2026

Оглавление

Введение ……..……..……....…. 4
1. Обоснование…….. ……..... 5
2. Учёт ключевых аспектов при составлении программ……. 7
3. Основные компоненты и логика построения содержание программ ….. 8
4. Методические задачи педагога при разработке программы ……. 10
5. Варианты рабочих программ цикла «Трудные вопросы» ……..... 11
6. Конспект занятия «Энергетический обмен» ……... 25
Список литературы ….……..……..... 33

Введение

Методическое пособие разработано для педагогических работников дополнительного и основного образования и призвано оказать методическую поддержку при проектировании программ внеурочной деятельности и дополнительных общеобразовательных программ по биологии в части освоения наиболее сложных для обучающихся тем по биологии. Представленные в пособии рабочие программы обеспечивают преемственность содержания основного общего и дополнительного образования, а также способствуют целенаправленной подготовке учащихся к прохождению государственной итоговой аттестации и осознанному выбору профессиональной траектории в сфере естественных наук.

Методическое пособие составлено с учётом следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ;
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.06.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.06.2026 № 19 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.2.4283-26 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи» (зарегистрировано в Минюсте России 02.06.2026, регистрационный № 86855). Действует до 01.09.2032.
5. Постановление Главного государственного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
6. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (в том числе разноуровневых программ), разработанные Минобрнауки России совместно с ГАОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», ФГАУ «Федеральный институт развития образования» и АНО ДПО «Открытое образование» и направленные письмом от 18.11.2015 № 09-3242;
7. Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 23.01.2026 № АБ-254/06 «О направлении информации» (вместе с Методическими рекомендации по разработке дополнительных общеразвивающих программ, в том числе в части интеграции с учебными

предметами «Труд (технология)», «Музыка», «Изобразительное искусство», «Физическая культура»).

Рекомендации разработаны во исполнение пункта 1 раздела 1 Плана мероприятий по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года (II этап, 2025-2030 годы), утверждённого распоряжением Правительства Российской Федерации от 01 июля 2025 года № 1745-р. Ключевое внимание в рекомендациях уделено интеграции дополнительного образования с основными общеобразовательными программами.

1. Обоснование

Биология занимает ключевое место в системе общего образования и способствует формированию у обучающихся целостной научной картины мира. Она не только раскрывает закономерности живой природы, но и помогает развивать экологическое мышление, навыки безопасного и здорового образа жизни, ценностное отношение к человеку и окружающей среде. Изучение биологии обеспечивает формирование комплекса междисциплинарных представлений: от молекулярно-генетических основ жизнедеятельности до закономерностей функционирования экосистем и глобальных биосферных процессов. Последовательное рассмотрение биосистем на различных уровнях организации – молекулярном, клеточном, организменном, популяционно-видовом, экосистемном и биосферном – позволяет обучающимся осознать иерархическую структуру живой материи, выявить причинно-следственные связи между явлениями и осмыслить единство биологических процессов в природе.

Федеральная рабочая программа по биологии для 10-11 классов, разработанная в соответствии с обновлёнными ФГОС СОО и рассчитанная на 68 часов (по 1 часу в неделю ежегодно), закладывает необходимый базовый уровень подготовки. Однако практика показывает, что этого объёма времени недостаточно для полноценной подготовки к ЕГЭ по биологии. Экзаменационные задания охватывают широкий спектр тем, требуют глубокого понимания сложных процессов (например, молекулярной биологии, генетики, эмбриологии), а также умения решать расчётные и логические задачи, интерпретировать графики, схемы и результаты экспериментов.

Недостаток учебного времени часто приводит к поверхностному рассмотрению наиболее трудных разделов, что сказывается на результатах выпускников. Педагогическая целесообразность дополнительного образования в контексте подготовки к экзаменам по биологии обусловлена необходимостью значительного временного ресурса для прочного усвоения материала. Успешная подготовка требует не только запоминания большого объёма фактических данных (в том числе особенностей представителей различных царств живой природы), но и формирования системного понимания биологических закономерностей, что достижимо лишь при поэтапной и продолжительной работе.

Кроме того, для успешного выполнения заданий высокого уровня сложности учащимся необходима регулярная практика в применении теоретических знаний, развитии навыков анализа и аргументации – а на это в рамках стандартной программы остаётся мало возможностей. Организация работы по программам дополнительного образования позволяет комплексно решать образовательные и развивающие задачи основного и дополнительного образования. Именно поэтому программы дополнительного образования становятся важным инструментом углубления и расширения школьных знаний. Они позволяют:

– детально разобрать «трудные вопросы» – например, сложные генетические задачи, механизмы клеточного деления, молекулярные процессы, с выделением достаточного времени на отработку каждого типа заданий;

– систематизировать знания по ключевым темам, выстроить межпредметные связи и увидеть биологию как единую систему, а не набор разрозненных фактов;

– сформировать навыки работы с экзаменационными форматами: учащиеся учатся правильно понимать формулировки заданий, грамотно оформлять ответы, распределять время на экзамене;

– развивать исследовательское мышление через проектную и практическую деятельность, что усиливает мотивацию и помогает лучше усваивать материал.

Дополнительное образование не дублирует школьную программу по биологии, а дополняет и углубляет её, восполняя дефицит времени и практики, необходимый для уверенной сдачи ЕГЭ и дальнейшего освоения естественно - научных дисциплин. Рабочие программы дополнительного образования, которые рекомендованы в методическом пособии (для 9-11 классов) сфокусированы на углублении знаний, преодолении типичных ошибок и подготовке к ЕГЭ.

Программы дополнительного образования (далее – программы) цикла «Трудные вопросы» помогут решить комплекс образовательных и развивающих задач. В частности, **подготовка к Единому государственному экзамену, углубление знаний за рамками школьной программы, развитие навыков научного мышления и исследовательской деятельности, поддержка мотивации и профессиональной ориентации.**

1. Подготовка к ЕГЭ

– Охват сложных тем. Программа фокусируется на разделах, вызывающих трудности у выпускников: генетика, молекулярная биология, цитология и др.

– Отработка формата ЕГЭ. Учащиеся учатся решать задания разных типов от тестовых вопросов до развёрнутых ответов и сложных задач.

– Знакомство с критериями оценивания. Обучающиеся понимают, как правильно оформлять ответы, чтобы получить максимальные баллы.

– Практика на заданиях повышенной сложности. Систематическое решение задач по генетике, цитологии и биохимии закрепляет понимание механизмов и формул.

– Пробные тестирования. Регулярные тренировки в условиях, приближённых к экзаменационным, снижают стресс и повышают уверенность ребёнка в своих силах.
– Работа с визуальным материалом. Задания с рисунками, схемами и графиками (строение клеток, этапы деления, цепи питания) развивают навыки интерпретации данных.

2. Углубление знаний за рамками школьной программы

– Детализация сложных тем. В стандартной программе многие вопросы рассматриваются поверхностно. Программа позволяет разобрать их глубже: например, механизмы транскрипции/трансляции, тонкости митоза и мейоза, чередование поколений.
– Междисциплинарные связи. Биология тесно связана с химией (биохимические процессы), физикой (физические принципы в живых системах) и математикой (расчёты в генетике, популяционной биологии).
– Актуальные научные данные. Учащиеся знакомятся с современными открытиями и методами (секвенирование, генная инженерия), что расширяет научный кругозор.

3. Развитие навыков научного мышления и исследовательской деятельности

– Решение биологических задач требует построения логических цепочек, анализа условий и прогнозирования результатов.
– Критическое мышление. Учащиеся учатся оценивать достоверность информации, отличать научные факты от мифов.
– Исследовательские навыки. Лабораторные работы и мини – проекты развивают умение ставить гипотезы, планировать эксперименты и делать выводы.

4. Поддержка мотивации и профессиональная ориентация.

– Интерес к науке. Углублённое изучение биологии может побудить интерес к профессиям в медицине, экологии, генетике и т.д.
– Подготовка к олимпиадам. Дополнительные образовательные программы дают базу для участия в олимпиадах разного уровня, что открывает дополнительные возможности для поступления в ВУЗы.
– Практическая значимость. Понимание биологических процессов помогает осознанно относиться к вопросам здоровья, экологии и современных технологий.

2. Учёт ключевых аспектов при составлении программ

При разработке программ цикла «Трудные вопросы» важно учитывать:

Интеграцию с основным образованием. Программа должна дополнять, а не дублировать школьный курс, углублять отдельные темы (метаболизм, генетика, эволюция), которые в школе даются обзорно, отрабатывать

межпредметные связи (биология + химия в темах энергетического обмена, биология + география в экологических модулях).

Возрастные и индивидуальные особенности обучающихся. Важно учитывать разный уровень исходной подготовки (в группе могут быть и начинающие, и те, кто целенаправленно готовится к олимпиадам и ЕГЭ), предусматривать дифференцированные задания и индивидуальные образовательные маршруты; соблюдать нормы СанПиН по нагрузке и продолжительности занятий.

Ресурсное обеспечение. Педагог должен заранее продумать материально-техническую базу (лабораторное оборудование, микроскопы, наборы для опытов, цифровые лаборатории); учебно-методические материалы (авторские разработки, рабочие листы, сборники задач, презентации, видеоматериалы, ссылки на онлайн-ресурсы); формы контроля и оценки (текущий, промежуточный, итоговый), включая диагностические работы в формате ЕГЭ; защиту проектов, участие в конференциях.

Планируемые результаты и систему оценки. Результаты должны быть: конкретными и измеримыми (например, «обучающийся научится решать задачи на сцепленное наследование и кроссинговер», «сможет описать стадии эмбриогенеза лягушки и соотнести их с ключевыми морфогенетическими процессами»); распределены по этапам программы (по модулям, темам); обеспечены инструментами диагностики (тесты, практические задания, портфолио, рефлексивные листы).

Формы и методы работы. В программе стоит предусмотреть: сочетание разных форматов: лекции, семинары, практикумы, лабораторные работы, полевые исследования, проектная и исследовательская деятельность; активные и интерактивные методы: дискуссии, кейс-методы, мозговые штурмы, ролевые игры (например, моделирование научной конференции); использование цифровых инструментов: онлайн-платформы, виртуальные лаборатории, образовательные приложения.

Сетевое взаимодействие и внешние ресурсы. Для обогащения программы полезно: привлекать экспертов из вузов, научных центров, природоохранных организаций; организовывать экскурсии, выездные занятия, стажировки; участвовать в сетевых проектах и конкурсах, использовать возможности онлайн-курсов и открытых образовательных платформ.

3. Основные компоненты и логика построения содержания программ

При формировании содержания программы дополнительного образования, которая рассматривает «трудные темы», важно учитывать требования ГИА (государственная итоговая аттестация), это позволит целенаправленно формировать у обучающихся компетенции, необходимые для успешной сдачи экзамена. Согласно Методическим рекомендациям ФИПИ по самостоятельной подготовке к ЕГЭ-2026 в экзаменационной работе по биологии проверяются знания и умения, сформированные в процессе изучения

следующих разделов курса биологии: «Растения», «Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье» (базовый уровень), «Общая биология» (углублённый уровень). Также преобладают задания по разделу «Общая биология», поскольку в нём интегрируются и обобщаются фактические знания, полученные в предыдущие годы обучения предмету. Также на экзамене проверяются прикладные знания из области биотехнологии, селекции организмов, охраны природы, здорового образа жизни человека. Приоритетной на экзамене является проверка у выпускников сформированности способов деятельности: применение понятийного аппарата курса биологии; овладение методологическими умениями; применение знаний при объяснении биологических процессов, явлений, а также при решении качественных и количественных биологических задач. Овладение умениями по работе с информацией биологического содержания проверяется опосредованно через представление её различными способами (в виде рисунков, схем, таблиц, графиков, диаграмм). (Методические рекомендации обучающимся по организации самостоятельной подготовки к ЕГЭ 2026 года от ФИПИ).

При разработке программ цикла «Трудные вопросы» можно ориентироваться на следующие документы:

– **Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников.** В нём чётко прописан перечень тем (элементов содержания) и список умений, которые проверяются на ЕГЭ. Например, там отдельно выделены блоки: «Биология как наука», «Клетка», «Организм», «Система и многообразие органического мира», «Человек и его здоровье», «Эволюция», «Экосистемы». А в разделе требований к результатам указаны конкретные умения: анализировать биологические процессы, решать генетические задачи, работать с графиками и схемами, планировать биологический эксперимент.

– **Спецификация контрольных измерительных материалов (КИМ).** Этот документ объясняет, как устроена сама экзаменационная работа: сколько заданий, какого они типа (с кратким или развёрнутым ответом), как распределены по разделам и уровням сложности. В спецификации также есть таблица, где прямо сопоставляются номера заданий с конкретными элементами содержания (из кодификатора) и проверяемыми умениями. Это помогает понять, какие темы и навыки «весят» больше в баллах.

– **Демоверсия экзаменационной работы**. Это практический пример: реальный вариант ЕГЭ с заданиями. Решая его, можно нащупать логику составителей, увидеть, в каких именно формулировках проверяются те или иные темы, и отработать форматы.

– **Методические рекомендации** для учителей и экспертов. В этих материалах ФИПИ на основе анализа результатов прошлых лет подробно разбирает типичные ошибки выпускников. Например, отдельно выделяют сложности с заданиями на методологию эксперимента (линии 22-23: определение переменных, формулировка гипотезы, вывод по результатам), с подсчётом хромосомных наборов в мейозе, с задачами на сцепленное

наследование. Рекомендации помогают сфокусировать подготовку: понять, на какие нюансы в формулировках обращать внимание, какие алгоритмы решения отрабатывать в первую очередь.

Опираясь на эти документы, можно выстроить **логику дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы**:

– Взять из кодификатора список тем и умений – и распределить их по модулям программы, чтобы ничего не упустить.

– Соотнести темы с типами заданий из спецификации – и запланировать практикумы, где ученики будут отрабатывать именно эти форматы (например, анализ графиков, решение задач с развёрнутым ответом).

– Изучить методические рекомендации – и выделить в программе отдельные блоки для «проработки сложных тем» или «тренировки метапредметных умений» (работа с информацией, планирование исследования).

4. Методические задачи педагога при разработке программы

Методические задачи педагога – это конкретные действия и организационные решения, которые обеспечивают достижение целей программы и формирование у обучающихся запланированных результатов. В контексте естественнонаучных программ они приобретают особую специфику.

1) **Обучающие (предметные) задачи**. Педагог должен:

– отобрать содержание с учётом возрастных особенностей и уровня подготовки, а также пересечения с требованиями программы основного образования и ЕГЭ (кодификатором, спецификацией ФИПИ);

– выстроить логическую последовательность тем так, чтобы сложные разделы (например, генетика, эмбриогенез, эволюция) опирались на ранее сформированные базовые знания;

– обеспечить баланс теории и практики: включить лабораторные работы, практикумы, решение задач (в том числе формата ЕГЭ), проектные и исследовательские мини-задания;

– предусмотреть работу с типичными ошибками и трудными вопросами курса (например, по клеточному циклу, наследственности и изменчивости).

2) **Развивающие задачи**. Педагог способствует:

– развитию логического и системного мышления через анализ биологических закономерностей и причинно-следственных связей;

– формированию исследовательских умений: постановка гипотезы, планирование эксперимента, обработка и интерпретация данных, формулировка выводов;

– развитию навыков работы с научной информацией: чтение и анализ текстов, работа с графиками, таблицами, схемами, биологическими рисунками;

– тренировке метапредметных умений: сравнение, классификация, обобщение, аргументация позиции, работа с критериями оценивания.

3) **Воспитательные и мотивационные задачи**. Педагог:

– формирует ценностное отношение к науке и природе, понимание роли биологии в жизни общества;

– поддерживает познавательную мотивацию, создаёт ситуации успеха, особенно при работе со сложными темами;

– развивает навыки командной работы, умение вести научную дискуссию, корректно аргументировать и принимать критику;

– способствует профессиональному самоопределению: показывает связь содержания программы с профессиями (эколог, океанолог, геолог и др.) и возможностями проектной/исследовательской деятельности.

4) **Практико-деятельностные задачи.** Педагог должен:

– научить учащихся работать с разными типами заданий: от тестовых с множественным выбором до заданий с развёрнутым ответом, включая анализ рисунков, графиков, таблиц, схем и биологических текстов;

– сформировать алгоритмы решения расчётных и логических задач по генетике, цитологии, экологии: от составления краткой записи условия до обоснования каждого шага и проверки результата;

– развить навыки научного анализа через разбор типичных ошибок и «ловушек» в формулировках заданий;

– обучить выявлению причинно-следственных связей, аргументации и обоснованию выводов;

– включить в программу практикумы и мини-исследования (в том числе на базе цифровых лабораторий и открытых баз данных), чтобы учащиеся могли применять методы научного познания: наблюдение, описание, сравнение, постановку гипотезы, интерпретацию результатов.

5) **Контрольно-оценочные задачи (подготовка к итоговой аттестации).**

Педагогу необходимо:

– регулярно проводить диагностические и тренировочные работы с последующим разбором результатов, классификацией ошибок по типам и планированием коррекции;

– обучить учащихся тайм-менеджменту при выполнении заданий, распределению усилий между частями КИМ и стратегиям работы с заданиями повышенного и высокого уровня сложности;

– сформировать навык оформления развёрнутых ответов в соответствии с критериями оценивания: лаконичность, логичность, опора на биологические закономерности и корректную терминологию.

5. Варианты рабочих программ цикла «Трудные вопросы»

В данном разделе представлено пять вариантов рабочих программ дополнительного образования для углубления и расширения знаний обучающихся по наиболее сложным темам биологии, которые помогут систематизировать материал и подготовиться к участию в олимпиадах и сдаче ЕГЭ. Это следующие блоки: Метаболизм, Клеточный цикл, Генетика, Эмбриогенез и онтогенез, Эволюция.

I. Рабочая программа ДООП
«Метаболизм как условие жизни биосистем»

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Срок реализации: 3 месяца (4 часа в неделю)

Общий объём: 36 академических часов

Форма обучения: очная с элементами смешанного формата (анимации, цифровые микропрепараты, интерактивные задачи)

Уровень: продвинутый.

Цель программы: Сформировать у обучающихся целостное научно обоснованное представление о метаболизме как совокупности взаимосвязанных процессов, обеспечивающих жизнедеятельность организма.

Учебный план (36 академических часов)

№	Название раздела/модуля	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
	Раздел/ модуль				
1	**Метаболизм и основы энергетического баланса клетки:**	4	2	2	Решение задач мини-тесты
2	**Ферменты и регуляция обмена веществ**	4	1	3	Выполнение лабораторных работ
3	**Типы обмена веществ: автотрофы и гетеротрофы**	3	2	1	Мини-тесты
4	**Фотосинтез**	8	4	4	Мини-проекты
5	**Хемосинтез**	2	1	1	Схемы круговорота веществ
6	**Энергетический обмен в клетке**	7	4	3	Мини-тесты
7	**Реакции матричного синтеза и реализация генетической информации**	6	4	2	Решение задач
8	**Итоговое занятие и защита проектов**	2	1	1	защита проекта/презентации, комплексное задание
	Итого:	36	19	17	

Содержание Учебного плана

Тема 1. Метаболизм и основы энергетического баланса клетки (4 ч.)

Цель: сформировать понимание единства ассимиляции и диссимиляции, ввести понятие АТФ как универсального энергоносителя.

- **Лекция (2 ч.):** «Метаболизм: ассимиляция и диссимиляция как две стороны единого процесса». Законы сохранения веществ и энергии; биологическая интерпретация термодинамики; роль АТФ.
- **Практикум (1 ч.):** анализ схем метаболических путей; составление сравнительной таблицы «Ассимиляция и диссимиляция» с примерами реакций и указанием энергетических эффектов.
- **Решение задач (1 ч.):** расчёт баланса веществ и энергии в типовых реакциях (на базовом уровне).

Тема 2. Ферменты и регуляция обмена веществ (4 ч.)

Цель: Обозначить роль ферментов как биологических катализаторов, механизмы регуляции метаболических процессов.

- **Лекция (1 ч.):** «Ферменты в обмене веществ». Строение, механизм действия, факторы, влияющие на активность (температура, pH, концентрация субстрата, ингибиторы).
- **Лабораторная работа (2 ч.):** исследование влияния температуры и pH на активность фермента (на примере каталазы или амилазы); построение графиков зависимости скорости реакции.
- **Практикум (1 ч.):** разбор кинетических кривых и определение типа ингибирования по графикам; обсуждение механизмов клеточной регуляции (обратная связь, компартментализация).

Тема 3. Типы обмена веществ: автотрофы и гетеротрофы (3 ч.)

Цель: классифицировать организмы по типу питания, показать связь типа обмена с экологическими нишами и биогеохимическими циклами.

- **Лекция (1 ч.):** «Типы обмена веществ: автотрофы, гетеротрофы, миксотрофы». Фототрофы и хемотрофы; примеры и экологические роли.
- **Кейс-задание (1 ч.):** сопоставить организмы (растения, цианобактерии, грибы, животные, хемосинтезирующие бактерии) с типами питания и ключевыми метаболическими процессами.
- **Семинар (1 ч.):** обсуждение роли разных типов питания в круговоротах веществ и устойчивости экосистем.

Тема 4. Фотосинтез (8 ч.)

Цель: разобрать световую и темновую фазы, понять механизмы преобразования энергии, оценить значение фотосинтеза и факторы, влияющие на его продуктивность.

- **Лекция (2 ч.):** «Фотосинтез: преобразование энергии света». Световая фаза: фотосистемы, фотолиз воды, синтез АТФ и НАДФ·Н.
- **Лекция (2 ч.):** «Темновая фаза фотосинтеза». Цикл Кальвина, фиксация CO_2, ключевые ферменты.
- **Практикум (2 ч.):** расчёт эффективности фотосинтеза; анализ графиков зависимости скорости фотосинтеза от освещённости, концентрации CO_2 и температуры; построение кривых насыщения.
- **Проектное мини-задание (2 ч.):** предложить и обосновать способы повышения продуктивности фотосинтеза у культурных растений (агротехника, селекция, управление микроклиматом).

Тема 5. Хемосинтез (2 ч.)

Цель: раскрыть суть хемосинтеза, показать его экологическое и биогеохимическое значение.

- **Лекция (1 ч.):** «Хемосинтез: получение энергии из неорганических соединений». Хемосинтезирующие бактерии (нитрифицирующие,

серобактерии, железобактерии), их роль в круговоротах азота, серы и железа.

- **Практическое задание (1 ч.):** построить схему круговорота элемента (азот/сера/железо) с указанием роли хемосинтезирующих бактерий.

Тема 6. Энергетический обмен в клетке (8 ч.)

Цель: разобрать этапы энергетического обмена, понять механизмы аккумуляции энергии (АТФ), сравнить эффективность разных путей.

- **Лекция (2 ч.):** «Этапы энергетического обмена». Подготовительный этап, гликолиз, кислородное окисление; локализация процессов в клетке.
- **Практикум (2 ч.):** решение задач по энергетическому обмену (расчёт количества АТФ при расщеплении глюкозы, сравнение аэробного и анаэробного путей, учёт потерь и КПД).
- **Лекция (2 ч.):** «Брожение и клеточное дыхание». Виды брожения, биологическое и хозяйственное значение; цикл Кребса, электрон-транспортная цепь, окислительное фосфорилирование.
- **Дискуссия (1 ч.):** «Эффективность энергетического обмена»: почему аэробный путь даёт больше АТФ, где теряется энергия, биологический смысл.

Тема 7. Реакции матричного синтеза и реализация генетической информации (5 ч.)

Цель: освоить механизмы передачи и реализации генетической информации, понять связь между ДНК, РНК и белками, разобрать этапы транскрипции и трансляции.

- **Лекция (1,5 ч):** «Генетическая информация и ДНК». Генетический код и его свойства (триплетность, вырожденность, универсальность).
- **Лекция (2,5 ч.):** «Транскрипция и трансляция». Механизмы матричного синтеза РНК, этапы трансляции, роль рибосом и тРНК.
- **Практикум (2 ч.):** задачи на генетический код: определение последовательности аминокислот по фрагменту ДНК/иРНК, работа с таблицей генетического кода, анализ мутаций.

Итоговое занятие и защита проектов (2 ч.)

Цель: интегрировать знания по всем разделам, продемонстрировать умение применять их для решения комплексных задач.

- **Интегрированный практикум (1 ч.):** комплексный разбор метаболических и генетических процессов на примере одной клетки (например, растительной или бактериальной): как связаны фотосинтез, дыхание, синтез белков и регуляция метаболизма.
- **Защита проектов (1 ч.):** выступления по выбранным темам, вопросы, обсуждение, экспертная оценка. Возможные темы:
  - «Как условия среды влияют на продуктивность фотосинтеза»;
  - «Роль хемосинтетиков в биосфере»;
  - «Энергетический баланс клетки: расчёт и интерпретация»;

– «Генетический код и биосинтез белка: задачи и модели».

Ресурсное обеспечение

- Учебные пособия по молекулярной биологии, цитологии и биохимии.
- Цифровые ресурсы: анимации и интерактивные схемы по фотосинтезу, клеточному дыханию, транскрипции/трансляции.
- Оборудование для лабораторных работ: пробирки, растворы, индикаторы, водяные бани.
- Программные средства для построения схем и визуализации метаболических путей.

II. Рабочая программа ДООП «Фабрика жизни. Клеточный цикл»

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Срок реализации: 2 месяца (2 часа в неделю)

Общий объём: 16 академических часов

Форма обучения: очная с элементами смешанного формата (анимации, цифровые микропрепараты, интерактивные задачи)

Уровень: продвинутый.

Цель программы: сформировать у обучающихся целостное представление о клеточном цикле как фундаментальном процессе жизнедеятельности клетки, понимание механизмов митоза и мейоза, закономерностей передачи и изменения генетического материала, а также развить умения применять эти знания при решении биологических задач повышенного уровня сложности (в том числе в формате ЕГЭ и олимпиадных заданий).

Учебный план (16 академических часов)

№	Тема	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	**Клеточный цикл и митоз**	6	3,5	2,5	Мини-тест (8 вопросов), проверка задач на n/c, оценка описания микропрепарата
2.	**Формы размножения организмов, апоптоз, клонирование**	4	2	2	Кейс-задания, мини-выступление (3-5 мин) по этическому аспекту клонирования
3.	**Мейоз и гаметогенез**	6	3,5	2,5	Тест по стадиям мейоза, разбор задач на n/c и кроссинговер, анализ схем

№	Тема	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
Итого:		16	9	7	

Содержание Учебного плана

Тема 1. Клеточный цикл и митоз (6 ч.)

Цель: освоить фазы клеточного цикла, понять молекулярные основы репликации ДНК, разобрать стадии и биологический смысл митоза, научиться определять стадии по микропрепаратам и схемам, работать с понятиями хромосомного набора, хроматид, кариотипа.

- **Лекция (2 ч.):** клеточный цикл: G1, S, G2, M; контрольные точки; молекулярные регуляторы (циклин-зависимые киназы, p53); репликация ДНК как матричный синтез; биологический смысл многоэтапности.
- **Практикум (2 ч.):** задачи на определение числа хромосом (n) и количества ДНК (c) в разных фазах цикла и при митозе; разбор типичных ошибок в олимпиадных и ЕГЭ-заданиях.
- **Лабораторная работа (1 ч):** изучение фаз митоза на цифровом микропрепарате (или готовых препаратах «корень лука»); зарисовка 2-3 стадий, описание видимых структур, соотнесение с молекулярными событиями.
- **Мини-кейс (1 ч.):** связь нарушений клеточного цикла с патологиями (онкогенез, репарация ДНК) на уровне доступных примеров; обсуждение, как контрольные точки предотвращают ошибки.

Тема 2. Формы размножения, апоптоз, клонирование (4 ч.)

Цель: классифицировать формы размножения, показать связь механизмов деления с типами размножения, раскрыть биологический смысл апоптоза и значение искусственного клонирования.

- **Лекция (2 ч.):** формы размножения: бесполое (деление, почкование, спорообразование, вегетативное) и половое; биологическая логика и эволюционные преимущества; апоптоз как программируемая гибель клетки.
- **Семинар (1 ч.):** «Искусственное клонирование: биомедицинские и биотехнологические аспекты»; разбор 2-3 примеров (клонирование животных, микроклональное размножение растений); обсуждение этических вопросов в рамках школьной программы.
- **Практикум (1 ч.):** кейс-задание: сопоставить 5-6 организмов с формами размножения и указать, какой тип деления лежит в основе (митоз/мейоз/бинарное деление); объяснить биологическое значение каждого варианта.

Тема 3. Мейоз и гаметогенез (6 ч.)

Цель: разобрать стадии мейоза, понять поведение хромосом, механизм кроссинговера и его роль в генетическом разнообразии, освоить цитологические основы гаметогенеза у животных.

- **Лекция (2,5 ч.):** мейоз: профаза I (конъюгация, кроссинговер, хиазмы), метафаза/анафаза/телофаза I и II; цитологические и генетические последствия; гаметогенез у животных: особенности сперматогенеза и овогенеза.
- **Практикум (2 ч.):** задачи на изменение n/c в мейозе; разбор ситуаций с кроссинговером и нарушением расхождения хромосом; типичные формулировки ответов для олимпиад и ЕГЭ.
- **Моделирование (1 ч.):** мини-моделирование мейоза с карточками (хромосомы, гомологичные пары, хроматиды) для понимания рекомбинации и независимого расхождения.
- **Анализ схем (0,5 ч.):** разбор 1-2 простых кариотипов и типичных ошибок (анеуплоидия), связь с наследственными синдромами на базовом уровне.

Ресурсное обеспечение:

- Цифровые ресурсы: анимации и интерактивные схемы по клеточному циклу, митозу, мейозу, механизмам репликации и кроссинговера.
- Оборудование для лабораторных работ: микроскопы, готовые микропрепараты (митоз в корешке лука и аналоги).
- Интерактивные задачи и тесты по n/c (в т. ч. для фронтальной работы).

III. Рабочая программа ДООП «Код жизни. Генетика»

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Срок реализации: 2 месяца (2 часа в неделю)

Общий объём: 16 академических часов

Форма обучения: очная с элементами смешанного формата (анимации, цифровые микропрепараты, интерактивные задачи)

Уровень: продвинутый.

Цель: Формирование у обучающихся систематизированных знаний о закономерностях наследственности и изменчивости, развитие умений применять генетические законы и методы для решения задач разного уровня сложности (в том числе соответствующих формату ЕГЭ и олимпиад).

Учебный план (16 академических часов)

№	Тема	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	**Основы генетики, методы и символика**	3	2	1	Схемы скрещивания
2	**Законы Менделя и типы взаимодействия генов**	4	2	2	Решение задач
3	**Сцепленное наследование, кроссинговер, генетические**	3	1	2	Решение задач

	карты				
4	**Генетика пола и наследование, сцепленное с полом**	4	2	2	Решение задач
5	**Итоговое занятие**	2		2	Контрольная работа
	Итого:	16	7	9	

Содержание Учебного плана

Тема 1. Основы генетики, методы и символика (3 ч.)

Цель: сформировать понятийный аппарат генетики, освоить генетическую символику и основные методы, познакомиться с историей и вкладом учёных.

- **Лекция (2 ч.):** «Предмет и задачи генетики. История развития. Методы генетики». Вклад российских и зарубежных учёных; Гибридологический, цитогенетический, молекулярно-генетический методы; их возможности и ограничения.
- **Практикум (1 ч.):** освоение генетической символики; составление схем скрещиваний; разбор типовых обозначений и правил записи генотипов и фенотипов.

Тема 2. Законы Менделя и типы взаимодействия генов (4 ч.)

Цель: изучить закономерности наследования по Менделю, освоить решение задач на моно – и дигибридное скрещивание, разобрать случаи полного и неполного доминирования, анализирующее скрещивание.

- **Лекция (1 ч.):** «Законы Менделя». Моногибридное скрещивание: закон единообразия, правило доминирования, закон расщепления; гипотеза чистоты гамет.
- **Практикум (1 ч):** решение задач на моногибридное скрещивание; разбор типичных ошибок и формулировок ответов.
- **Лекция (1 ч.):** «Дигибридное скрещивание и закон независимого наследования». Цитогенетические основы. Полимерия.
- **Практикум (1 ч.):** задачи на дигибридное скрещивание; анализирующее скрещивание для определения генотипа. Задачи на полимерию.

Тема 3. Сцепленное наследование, кроссинговер, генетические карты (3 ч.)

Цель: понять явление сцепления генов, работы Т. Моргана; научиться рассчитывать расстояние между генами и строить простые генетические карты.

- **Лекция (1 ч.):** «Сцепленное наследование и нарушение сцепления». Работа Т. Моргана; кроссинговер как причина нарушения сцепления; хромосомная теория наследственности.
- **Практикум (2 ч.):** задачи на сцепленное наследование; расчёт процента кроссинговера; построение простых генетических карт (на примере 2-3 генов).

Тема 4. Генетика пола и наследование, сцепленное с полом (4 ч.)

Цель: разобраться в механизмах хромосомного определения пола, освоить решение задач на наследование признаков, сцепленных с полом.

- **Лекция (2 ч.):** «Генетика пола». Аутосомы и половые хромосомы; гомогаметные и гетерогаметные организмы; варианты определения пола у разных групп. Голандрическое наследование. Псевдоаутосомные участки на X- и Y-хромосомах.
- **Практикум (2 ч.):** задачи на наследование, сцепленное с полом; анализ родословных; разбор типичных формулировок и требований к оформлению ответов на ЕГЭ.

Итоговое занятие и защита проектов (2 ч.)

Цель: интегрировать знания по генетике, продемонстрировать умение применять их для решения задач.

- **Интегрированный практикум (2 ч.):** Применение генетических законов и методов для решения задач разного уровня сложности (в том числе соответствующих формату ЕГЭ и олимпиад).

Ресурсное обеспечение

- Учебные пособия по цитологии, генетике и общей биологии для углублённого уровня.
- Программные средства для построения схем скрещиваний, генетических карт и визуализации хромосомных наборов.

IV. Рабочая программа ДООП «Маршрут жизни. Эмбриогенез и онтогенез»

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Срок реализации: 2 месяца (2 часа в неделю)

Общий объём: 16 академических часов

Форма обучения: очная с элементами смешанного формата (анимации, цифровые микропрепараты, интерактивные задачи)

Уровень: продвинутый.

Цель: Формирование у обучающихся целостного представления о закономерностях индивидуального развития организмов на примере животных и растений, развитие умений применять знания об этапах эмбриогенеза, типах развития и регуляции онтогенеза для решения биологических задач, а также освоение базовых навыков анализа схем, микропрепаратов и биологических ситуаций.

Учебный план (16 академических часов)

№	Тема	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	**Эмбриогенез животных: дробление и гаструляция**	3	1	2	Кейс - задание
2	**Органогенез, эмбриональная индукция и генетическая**	3	2	1	Разбор типовых заданий

	регуляция развития				
3	**Постэмбриональное развитие, типы роста, онтогенез человека**	4	2	2	Решение кейса
4	**Размножение и развитие растений, регуляция онтогенеза**	4	2	2	Решение задач
5	**Итоговое занятие**	2		2	Практикум
	Итого:	16	7	9	

Содержание учебного плана

Тема 1. Эмбриогенез животных: дробление и гаструляция (3 ч.)

Цель: освоить этапы раннего эмбриогенеза, понять типы дробления, разобрать особенности дробления у млекопитающих, сформировать представление о формировании зародышевых листков.

- **Лекция (1 ч.):** «Ранние стадии эмбрионального развития». Дробление: типы (полное равномерное, полное неравномерное, частичное); связь типа дробления с количеством и расположением желтка. Особенности дробления у млекопитающих (асинхронность, ранняя активация генома зародыша). Эмбриогенез на примере лягушки как модельная система.
- **Практикум (2 ч.):** анализ схем и микрофотографий: соотнесение стадий (зигота, 2-4-8 бластомеров, морула, бластула, гаструла) с типами дробления и особенностями яйцеклеток. Кейс-задание: сравнить дробление у лягушки и у млекопитающего; объяснить различия с точки зрения биологии развития и экологии размножения.

Тема 2. Органогенез, эмбриональная индукция и генетическая регуляция развития (3 ч.)

Цель: понять, как из зародышевых листков формируются органы и ткани, раскрыть суть эмбриональной индукции, показать иерархические взаимодействия генов в закладке плана строения животного, рассмотреть влияние факторов среды на развитие.

- **Лекция (1 ч.):** «Закладка органов и тканей из зародышевых листков». Производные эктодермы, мезодермы и энтодермы; примеры у позвоночных.
- **Лекция (0,5 ч.):** «Эмбриональная индукция». Классический пример Шпемана-Мангольд; значение индукционных взаимодействий в развитии.
- **Практикум (1,5 ч.):** таблица «Зародышевые листки – производные органы и ткани» с примерами; влияние факторов окружающей среды на эмбриональное развитие (тератогены, температура, питание); примеры и биологическое значение чувствительности критических периодов. Решение типовых заданий по соотнесению структур и листков.

Тема 3. Постэмбриональное развитие, типы роста, онтогенез человека (4 ч.)

Цель: классифицировать типы постэмбрионального развития, понять биологическое значение прямого и непрямого развития, разобрать типы роста и регуляцию роста, освоить стадии онтогенеза у животных и человека.

- **Лекция (1 ч.):** «Прямое и непрямое развитие». Развитие с метаморфозом у беспозвоночных и позвоночных (на примерах насекомых, амфибий); биологическое значение каждого типа (снижение конкуренции, освоение разных сред).
- **Практикум (1 ч.):** кейс «Типы развития в природе»: сопоставить группы животных (рыбы, амфибии, рептилии, птицы, млекопитающие, насекомые) с типом развития и ключевыми адаптациями.
- **Лекция (1 ч.):** «Типы роста животных и регуляция роста». Ограниченный и неограниченный рост; гормональная регуляция (на примере позвоночных и насекомых). Стадии постэмбрионального развития у животных; периоды онтогенеза человека (новорождённый, грудной, детский, подростковый, зрелый, пожилой) и их биологические особенности.
- **Дискуссия (1 ч.):** факторы, влияющие на темпы роста и развития человека (генетика, питание, гормоны, экология); научно обоснованный подход без медицинских рекомендаций.

Тема 4. Размножение и развитие растений, регуляция онтогенеза (4 ч.)

Цель: показать отличия онтогенеза растений от животных, разобрать чередование поколений (гаметофит/спорофит), понять роль мейоза и двойного оплодотворения, сравнить механизмы регуляции онтогенеза.

- **Лекция (2 ч.):** «Жизненный цикл растений: чередование поколений». Гаметофит и спорофит; мейоз в образовании спор; гаметогенез у растений. Двойное оплодотворение у цветковых растений; образование и развитие семени.
- **Практикум (2 ч.):** схемы жизненного цикла покрытосеменных; разбор вопросов и решение типовых задач ЕГЭ по чередованию поколений и двойному оплодотворению; сравнение регуляции онтогенеза у растений (фитогормоны) и животных (гормоны, сигнальные пути).

Итоговое занятие (интегрированный практикум) (2 ч.)

Цель: объединить знания по эмбриогенезу, онтогенезу и регуляции развития, продемонстрировать умение применять их для анализа биологических ситуаций.

Комплексные задания:

- интегрированное задание на сопоставление этапов онтогенеза и механизмов регуляции у животных и растений;
- краткий письменный ответ (5-7 предложений) о биологическом значении непрямого развития или роли эмбриональной индукции.

- соотнести стадии развития (на примере лягушки, млекопитающего, насекомого, растения) с ключевыми процессами (дробление, гаструляция, метаморфоз, прорастание семени);
- определить тип развития и его биологическое значение;
- объяснить влияние фактора среды на конкретный этап онтогенеза с указанием возможных последствий.

Ресурсное обеспечение

- Учебные пособия по эмбриологии, зоологии и ботанике для углублённого уровня.
- Цифровые ресурсы: анимации дробления, гаструляции, органогенеза; схемы жизненных циклов растений; интерактивные модели метаморфоза.
- Наглядные материалы: схемы зародышевых листков и их производных, таблицы типов дробления, схемы двойного оплодотворения.
- Программные средства для построения схем онтогенеза и сравнения стадий у разных групп организмов.

V. Рабочая программа ДООП «Эволюция: факторы и механизмы»

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Срок реализации: 2 месяца (2 часа в неделю)

Общий объём: 16 академических часов

Форма обучения: очная с элементами смешанного формата (анимации, цифровые микропрепараты, интерактивные задачи)

Уровень: продвинутый.

Цель: Сформировать у обучающихся научно обоснованное понимание эволюции как процесса, обеспечивающего биологическое разнообразие; развить умения анализировать эволюционные явления через доказательства и механизмы, применять эволюционные знания для интерпретации современных биологических проблем.

Учебный план (16 академических часов)

№	Темы	Всего часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	**Введение в эволюционную биологию**	2	1	1	мини-доклады об учёных-эволюционистах
2	**Доказательства эволюции**	2	1	1	мини - тест
3	**Элементарный эволюционный материал и популяция**	3	1	2	Решение задач на закон Харди - Вайнберга
4	**Естественный отбор и его формы**	3	1	2	Анализ графиков распределения, оценка кейс-анализа
5	**Изоляция и видообразование**	2	1	1	Моделирование видообразования на

					условных ареалах (карты, схемы);
6	**Макроэволюция и филогения**	2	1	1	Задания по направлениям эволюции
7	**Эволюция человека**	1	1		участие в мини-дискуссии
8	**Итоговое занятие**	1	1		Мини-проект «Эволюция рядом со мной»
	Итого:	16	8	8	

Содержание Учебного плана

Тема 1. Введение в эволюционную биологию (2 ч.)

Цель: сформировать представление об истории и логике становления эволюционных идей, понять место СТЭ (синтетическая теория эволюции) в современной биологии, освоить базовые термины и различия между эволюционными концепциями.

- **Лекция (1 ч.):** эволюционные идеи до Дарвина; теория Ч. Дарвина и А. Уоллеса; становление синтетической теории эволюции; вклад российских учёных (С. С. Четвериков, И. И. Шмальгаузен). Термины: вид, популяция, микро- и макроэволюция, адаптация.
- **Практикум (1 ч.):** сравнительная таблица «Эволюционные теории: основные идеи и различия» (Ламарк, Дарвин, СТЭ); мини-доклады об учёных-эволюционистах (выбор по интересам).

Тема 2. Доказательства эволюции (2 ч.)

Цель: научиться различать типы доказательств эволюции и интерпретировать их как совокупность аргументов в пользу эволюционного процесса.

- **Лекция (1 ч.):** палеонтологические ряды и переходные формы; сравнительная анатомия (гомологи, аналоги, рудименты, атавизмы); эмбриология и биогенетический закон; биогеография; молекулярно-генетические данные и «молекулярные часы».
- **Практикум (1 ч.):** анализ фотографий и описаний ископаемых (открытые базы, атласы); работа с картой распространения видов; мини-тест.

Тема 3. Элементарный эволюционный материал и популяция (3 ч.)

Цель: понять, что популяция – единица эволюции, а наследственная изменчивость – её материал; освоить расчёт частот аллелей и условия закона Харди-Вайнберга.

- **Лекция (1 ч.):** типы мутаций и комбинативная изменчивость; полиморфизм и его значение; генофонд и частоты аллелей; закон Харди-Вайнберга и условия его выполнения; дрейф генов, эффект бутылочного горлышка и эффект основателя.
- **Практикум (2 ч.):** Разбор заданий из ЕГЭ. Решение задач на закон Харди-Вайнберга

Тема 4. Естественный отбор и его формы (3 ч.)

Цель: различать формы естественного отбора и объяснять их действие на примерах; научиться визуализировать изменение распределения признака под давлением отбора.

- **Лекция (2 ч.):** приспособленность и давление отбора; движущий, стабилизирующий и дизруптивный отбор; примеры из природы (индустриальный меланизм, размер кладки, клювы вьюрков).
- **Практикум (2 ч.):** Анализ графиков распределения, кейс-анализ реальных исследований; обсуждение, как определять приспособленность.

Модуль 5. Изоляция и видообразование (2 ч.)

Цель: понимать механизмы изоляции и различать типы видообразования; уметь моделировать процесс возникновения новых видов.

- **Лекция (1 ч.):** виды изоляции (географическая, экологическая, поведенческая, генетическая); аллопатрическое и симпатрическое видообразование; гибридные зоны и жизнеспособность гибридов.
- **Практикум (1 ч.):** моделирование видообразования на условных ареалах (карты, схемы); анализ случаев гибридизации в природе; мини-кейс «Что произойдёт, если появится новый барьер?».

Тема 5. Макроэволюция и филогения (2 ч.)

Цель: освоить направления эволюции и научиться читать филогенетические деревья; различать гомологию и аналогию, конвергенцию и дивергенцию.

- **Лекция (1 ч.):** направления эволюции (ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация); правила эволюции; гомология и аналогия; конвергенция и дивергенция; основы филогенетики.
- **Практикум (1 ч.):** работа с филогенетическими деревьями (простые онлайн-инструменты); реконструкция признаков предков; Разбор заданий ЕГЭ по направлениям эволюции.

Тема 6. Эволюция человека (1 ч.)

Цель: понимать антропогенез как сочетание биологических и социальных факторов; уметь интерпретировать морфологические и археологические данные как доказательства эволюции человека.

- **Лекция (1 ч.):** этапы антропогенеза; биологические и социальные факторы эволюции человека; расогенез и современные представления о происхождении Homo sapiens.
- **Мини-дискуссия «**Что сделало нас людьми?».

Итоговое занятие: защита мини-проектов и комплексное задание (1 ч.)

Цель: продемонстрировать умение применять знания для объяснения эволюционных процессов и формулировать научно обоснованные выводы.

- **Интегрированное задание:** комплексный кейс: по описанию группы организмов учащиеся определяют:

–действующие факторы эволюции;
–вероятные формы отбора;
–тип изоляции и возможный путь видообразования;
–характер приспособлений (ароморфоз/идиоадаптация) и их относительность.

- **Мини-проект «Эволюция рядом со мной».**

Ресурсное обеспечение:

- Учебные пособия по теории эволюции, популяционной генетике, зоологии и ботанике для углублённого уровня.
- Цифровые ресурсы: анимации и интерактивные симуляции по дрейфу генов и отбору; карты ареалов; базы данных по кариотипам и генетическому разнообразию.
- Наглядные материалы: схемы типов изоляции, примеры приспособлений, карты адаптивных радиаций.
- Программные средства: калькуляторы частот аллелей, инструменты для построения филогенетических схем, ПО для визуализации экологических ниш.
- Микроскопы и коллекции (раковины, кости, отпечатки, гербарии) – при наличии.

Ниже представлен типовой конспект занятия, разработанный с учётом требований к формированию предметных результатов и подготовке обучающихся к итоговой аттестации. Конспект занятия по теме «Энергетический обмен» приведён в качестве методической модели: он демонстрирует логику построения учебного модуля, сочетающего теоретическое освоение «трудных вопросов» биологии с практико-ориентированной деятельностью и формированием экзаменационных компетенций. Предлагаем конспект занятия как рабочий шаблон: его структуру можно масштабировать под разные объёмы программ (12, 36, 72 академических часа) и адаптировать к различным уровням подготовки учащихся.

5. Конспект занятия «Энергетический обмен»

(2 по 45 минут с перерывом 10 минут)

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Цель занятия: Сформировать у учащихся целостное понимание энергетического обмена как совокупности поэтапных ферментативных реакций, обеспечивающих клетку энергией в форме АТФ, и развить умение применять эти знания для решения расчётных задач и анализа биологических ситуаций (в том числе в формате ЕГЭ и олимпиад).

Предметные цели (что учащиеся должны знать и уметь)

Знать:

- определение энергетического обмена (диссимиляции), его связь с метаболизмом и роль АТФ как универсального аккумулятора энергии;
- три этапа энергетического обмена: подготовительный, бескислородный (гликолиз), кислородный – их биологическую суть и значение;
- локализацию каждого этапа в клетке (лизосомы/ЖКТ, цитоплазма, митохондрии) и связь локализации с функцией (компартментализация, протонный градиент, работа АТФ-синтазы);
- ключевые продукты и энергетический выход каждого этапа, а также суммарный выход АТФ при полном окислении глюкозы;
- различия между аэробным и анаэробным путями обмена, типы брожения (молочнокислое, спиртовое) и их биологическое значение.

Уметь:

- соотносить процессы с клеточными структурами и объяснять биологический смысл многоэтапности (постепенное высвобождение энергии, минимизация потерь в виде тепла);
- решать типовые расчётные задачи: определять количество молекул глюкозы, ПВК, АТФ по заданным параметрам, сравнивать эффективность аэробного и анаэробного путей;
- объяснять реальные биологические ситуации (работа мышц при разных нагрузках, брожение в промышленности, физиологические последствия гипоксии) через призму этапов энергетического обмена.

Метапредметные и личностные цели (в русле задач программ дополнительного образования и интеграции с основной школой)

- **Регулятивные:** планировать свою работу при решении многошаговых задач, проверять промежуточные результаты, корректировать ход рассуждений на основе обратной связи.
- **Познавательные:** работать со схемами и таблицами, выделять главное, сравнивать и классифицировать процессы (аэробный/анаэробный, подготовительный/энергетический), строить логические цепочки «условие → этап обмена → расчёт → вывод».
- **Коммуникативные:** аргументировать свою точку зрения в паре и группе, объяснять решение задачи товарищу (приём «объясни соседу»), корректно задавать уточняющие вопросы.
- **Личностные:** видеть практическую значимость темы (спорт, питание, здоровье, биотехнологии), формировать научное мировоззрение и понимание единства биологических закономерностей у разных организмов.

1. Организационный момент

Цель: Актуализировать имеющиеся знания, мотивировать учащихся на изучение темы.

Методы и способы достижения цели

- **Метод актуализации знаний:** фронтальный экспресс-опрос по 3-4 простым вопросам.
- **Приём «Мозговой штурм»:** учащиеся быстро записывают 3-5 слов/словосочетаний, которые ассоциируются с «энергетическим обменом», затем обсуждают в парах и озвучивают группе.
- **Мотивационный приём:** короткий проблемный вопрос: «Почему при расщеплении одной молекулы глюкозы клетка получает разное количество АТФ в аэробных и анаэробных условиях?»

Визуальная опора: на доске/слайде – крупная схема «Энергетический обмен: 3 этапа» без деталей; учащиеся по ходу урока будут её заполнять.

Деятельность обучающихся	Деятельность педагога	Примечание
Слушают вводное слово педагога; отвечают на экспресс - вопросы записывают ассоциации по теме, обсуждают их в парах; формулируют вместе с педагогом цель занятия и критерии успеха.	Приветствует учащихся, проверяет готовность к занятию; задаёт 3-4 вопроса для актуализации знаний; организует «мозговой штурм» и фиксирует ключевые слова на доске; озвучивает цель занятия и ожидаемые результаты; демонстрирует схему «Этапы энергетического обмена» и объясняет, как она будет заполняться по ходу урока.	Учащиеся этого возраста ценят «полезность» темы: педагог сразу обозначает, что эти знания нужны для решения задач ЕГЭ и понимания физиологических процессов (например, почему мышцы устают при нагрузке).

2. Изучение нового учебного материала.

Цель этапа: сформировать у учащихся целостное представление об этапах энергетического обмена (подготовительный, гликолиз, кислородное окисление), их локализации, ключевых реакциях, ферментах и энергетическом выходе; научить соотносить биохимические процессы с клеточными структурами.

Методы и способы достижения целей

- **Объяснительно-иллюстративный метод** с опорой на схемы и анимации: педагог объясняет, учащиеся фиксируют главное в схеме.
- **Метод сравнения и сопоставления:** параллельное сравнение анаэробного и аэробного путей (скорость, выход АТФ, продукты, условия).
- **Проблемные вопросы** после каждого блока: «Почему гликолиз возможен без кислорода, а дальнейшее окисление – нет?», «Зачем клетке несколько этапов, а не одномоментное сжигание глюкозы?».
- **Опорные конспекты и таблицы:** учащиеся заполняют таблицу по ходу объяснения.

– **Микромоделирование:** короткие мысленные эксперименты («Что произойдёт, если заблокировать один из этапов?»).

Основное предметное содержание

Подготовительный этап (кратко)

– Локализация: лизосомы, пищеварительный тракт (у многоклеточных).
– Суть: расщепление сложных молекул до мономеров (полисахариды → глюкоза, белки → аминокислоты, жиры → глицерин и жирные кислоты).
– Энергетика: энергия рассеивается в виде тепла, АТФ не синтезируется.

Гликолиз (бескислородный этап)

– Локализация: цитоплазма.
– Исходное вещество: глюкоза ($C_6H_{12}O_6$).
– Ключевые реакции: ферментативное расщепление до двух молекул пировиноградной кислоты (ПВК).
– Энергетический выход: чистый выход – 2 АТФ (4 синтезируются, 2 затрачиваются на активацию), 2 НАД·Н.
– Важные оговорки: анаэробные условия → ПВК превращается в молочную кислоту (у животных) или этанол + CO_2 (у дрожжей); аэробные условия → ПВК транспортируется в митохондрию.

Кислородный этап (аэробное дыхание)

– Локализация: матрикс и внутренняя мембрана митохондрий.
– Основные компоненты: цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот) в матриксе; электрон-транспортная цепь и окислительное фосфорилирование на кристах.
– Цикл Кребса: окисление остатков уксусной кислоты, образование CO_2, восстановление переносчиков (НАД·Н, ФАД·H_2), небольшой выход АТФ.
– Окислительное фосфорилирование: поток электронов по цепи переносчиков создаёт протонный градиент; АТФ-синтаза использует этот градиент для синтеза АТФ; конечный акцептор электронов – O_2, образуется H_2O.
– Суммарный энергетический выход: до 36–38 АТФ на одну молекулу глюкозы (в зависимости от модели транспорта НАД·Н из цитоплазмы).

Связь структуры и функции

– Кристы митохондрий увеличивают площадь для размещения белковых комплексов дыхательной цепи.
– Компартментализация (разделение по отсекам) позволяет создавать градиенты и эффективно запасать энергию.

Деятельность обучающихся	Деятельность педагога	Примечание
Внимательно следят за объяснением, фиксируя ключевые термины, локализацию процессов и энергетический выход; соотносят новые сведения с	Последовательно раскрывает содержание каждого этапа энергетического обмена, делая акцент на причинно-следственных связях (почему и где	Подача материала «порциями» по 7-10 минут с обязательной остановкой на мини-вопрос или мини-задание. Использование понятных

ранее актуализированными знаниями (АТФ, ферменты, строение митохондрий); задают уточняющие вопросы, если что-то непонятно; заполняют опорную схему «Этапы энергетического обмена», начатую на организационном этапе.	происходят реакции, как энергия запасается в АТФ); показывает связь строения органоидов (лизосомы, цитоплазма, митохондрии) с выполняемыми функциями; разъясняет логику расчётов энергетического выхода и типичные «ловушки» (например, разницу между валовым и чистым выходом АТФ при гликолизе); визуализирует сложные процессы (особенно электрон-транспортную цепь и окислительное фосфорилирование); поддерживает вовлеченность через вопросы и мини-задания после каждого этапа.	аналогий: «глюкоза – это «дрова», а АТФ – это «электричество» для клетки»; «митохондрия - это электростанция, а кристы – это дополнительные панели для выработки энергии». Акцент на практическую значимость: связь с мышечной работой, усталостью, тренировками, питанием. Минимизация перегрузки терминами: новые понятия вводятся с расшифровкой и сразу закрепляются в таблице. Поддержка самостоятельности: учащиеся сами заполняют таблицу и схему, педагог лишь направляет и корректирует.

3. Практическая работа «Расчёты и анализ этапов энергетического обмена»
(25-30 минут)

Цель этапа: отработать умение применять знания об этапах энергетического обмена для решения расчётных и ситуационных задач, научиться интерпретировать количественные показатели выхода АТФ и объяснять биологический смысл различий между аэробным и анаэробным метаболизмом.

Деятельность обучающихся	Деятельность педагога	Примечание
Решают расчётные задачи на определение количества молекул АТФ, глюкозы, ПВК и других метаболитов; анализируют биологические ситуации (например, работа мышц при нагрузке, брожение у дрожжей) и соотносят их с этапами энергетического обмена; обосновывают свои решения, ссылаясь на локализацию процессов и ключевые реакции;	Организует самостоятельную работу учащихся в парах с постепенным нарастанием сложности заданий; направляет рассуждения учащихся, выявляя логические связи; обеспечивает дифференцированный подход: дополнительные подсказки для тех, кто испытывает затруднения, и усложнённые задания для сильных учеников; формирование навыков	Задания даются с чёткими инструкциями и примерами решения; для сложных задач – алгоритм действий на карточке. Включение «жизненных» примеров повышает мотивацию: учащиеся видят связь темы с повседневностью (спорт, питание, бытовые процессы). Педагог регулярно делает короткие остановки («проверка понимания»)

	аргументации ответа: учащиеся должны не просто назвать цифру, а пояснить, на каком этапе и за счёт чего образуется АТФ.	после 1-2 задач, чтобы скорректировать ошибки до того, как они закрепятся. Предусмотрены карточки-подсказки для тех, кто отстаёт (например, «на 1 глюкозу приходится 2 ПВК», «чистый выход АТФ в гликолизе – 2 молекулы»).

Основное предметное содержание этапа.

- Расчёт выхода АТФ при полном окислении заданного количества глюкозы (с учётом гликолиза и кислородного этапа).
- Определение количества молекул глюкозы по известному количеству образовавшейся ПВК или АТФ.
- Анализ ситуаций, когда кислород отсутствует: переход на анаэробный метаболизм, накопление молочной кислоты, биологическое значение и физиологические последствия.
- Сравнение эффективности аэробного и анаэробного путей: выход энергии, скорость, условия протекания.
- Примеры из жизни: работа скелетных мышц при интенсивной нагрузке, производство кисломолочных продуктов и хлеба, жизнедеятельность анаэробных микроорганизмов.

Пример таблицы для заполнения учащимися (можно раздать в распечатанном виде)					
Этап	**Локализация**	**Исходные вещества**	**Продукты**	**Энергетический выход**	**Ключевые структуры/ферменты**
Подготовительный	Лизосомы / ЖКТ	Полимеры (крахмал, белки, жиры)	Мономеры (глюкоза, аминокислоты, глицерин, ЖК)	Тепло; АТФ не образуется	Гидролитические ферменты
Гликолиз	Цитоплазма	Глюкоза	2 ПВК, 2 НАД·Н	Чистый выход: 2 АТФ	Ферменты гликолиза
Кислородный (цикл Кребса + ЭТЦ)	Матрикс и кристы митохондрий	ПВК / ацетил-КоА, O_2	CO_2, H_2O	До 34-36 АТФ (суммарно с гликолизом: до 38 АТФ)	

4. Закрепление учебного материала.

Цель этапа: систематизировать и обобщить знания по теме «Энергетический обмен», проверить умение применять теорию для анализа биологических ситуаций и решения типовых задач.

Методы и способы достижения целей

- **Приём «Верю – не верю»:** короткие утверждения, которые нужно подтвердить или опровергнуть и объяснить почему. Отлично работает на выявление типичных заблуждений.
- **Мини-задачи на 1-2 действия:** расчёт количества молекул по простым соотношениям (глюкоза → ПВК, АТФ на этапах).
- **Метод «Найди ошибку»:** в коротком тексте или схеме намеренно допущены 2-3 ошибки – учащиеся должны их обнаружить и исправить.
- **Техника «3 предложения»:** учащиеся формулируют самое главное по теме в трёх предложениях: «Что происходит? Где происходит? Зачем это нужно?».
- **Работа в парах с взаимной проверкой:** снижает тревожность и усиливает проговаривание понятий, что критично для подростков 15 лет.

Деятельность обучающихся	Деятельность педагога	Примечание
Применение знаний для решения мини-задач и анализа утверждений; аргументированное объяснение биологических процессов и соотнесение теоретических закономерностей с реальными физиологическими ситуациями (работа мышц, брожение и др.); оценка собственного уровня понимания темы по критериям самопроверки.	Организация быстрой проверки понимания ключевых закономерностей; помощь учащимся и выявление распространённых ошибок (например, путаница между валовым и чистым выходом АТФ, смешение продуктов гликолиза и аэробного этапа); определить понимание темы через получение обратной связи.	Темп высокий, но без перегрузки: задания короткие, по 1-3 минуты, с обязательной обратной связью. Акцент на «полезность»: каждое задание связано с ЕГЭ-логикой или жизненным примером. Минимум пассивного слушания: почти всё время учащиеся что-то делают (решают, обсуждают, ищут ошибки). Педагог даёт чёткие критерии самопроверки, чтобы подростки могли сами оценить свой уровень.

5. Итоги занятия, задачи на перспективу, рефлексия:

Цель этапа: зафиксировать достигнутые результаты, соотнести их с заявленными целями, обобщить ключевые закономерности энергетического обмена и показать их значение для дальнейшего изучения биологии (в том числе в контексте подготовки к ЕГЭ и олимпиадам.

Для всех учащихся (базовый вектор):

Отработать типовые расчётные задачи на энергетический обмен (в т. ч. комбинированные: с учётом разных исходных веществ, частичного блокирования этапов, сравнения аэробного/анаэробного путей). Это критично

для ЕГЭ. Задачи на закрепление помогают выстроить преемственность между занятиями, усилить интеграцию тем и подготовить учащихся к более сложным разделам биологии.

Потренироваться в анализе схем и таблиц по метаболизму: определять этап по набору продуктов, соотносить ферменты и реакции.

Список литературы

1. Бриз, А. Учебник для подготовки к ЕГЭ и ОГЭ по биологии /Алена Бриз. – Самара, 2024. – 560 с.
2. Калинова, Г. С. Настольная книга учителя биологии / Г.С. Калинова, В.С. Кучменко. – Москва: АСТ; Астрель, 2021. – 158 с.
3. Лернер, Г.И. Биология: тренировочные задания / Г.И. Лернер. – Москва: Эксмо, 2025. – 240 с.
4. Методические рекомендации обучающимся по организации самостоятельной подготовки к ЕГЭ 2026 года / Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ). – Москва: ФИПИ, 2026. – [Б. с.].
5. Напольская, К. Биология: пособие для подготовки к ЕГЭ, ДВИ и олимпиадам любого уровня сложности / К. Напольская, В. Пасечник. – Москва: Эксмо, 2025. – 592 с.
6. Рохлов, В. С. Типовые экзаменационные варианты. 30 вариантов / В. С. Рохлов. – Москва: Национальное образование, 2025. – 368 с.
7. Тейлор, Д. Биология: в 3 т. /Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – Москва: Мир, 2018. – 1340 с.

Текстовое электронное издание

О.В. Баянова

«Трудные вопросы» учебного предмета «Биология» в программах дополнительного образования

Методическое пособие

Издание разработано с помощью программного
обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

16+

Подписано к использованию: 17.09.2026 г.
Объем издания: 112 Кб.

Тюменский областной государственный институт развития регионального образования
625025, Тюмень, ул. Советская, д. 56, тел.: (3452) 390-227
www.togirro.ru, e-mail: info@togirro.ru