Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

В.С. Рохлов, Р.А. Петросова, В.Б. Саленко, Д.А. Федоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2025 года

по **БИОЛОГИИ**

Москва, 2025

Содержание ЕГЭ по биологии определяется на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС) (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413»).

При разработке КИМ учитывается содержание федеральных рабочих программ среднего общего образования базового и углубленного уровней (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (с изменениями)).

Модель ЕГЭ по биологии строится в парадигме системно-деятельностного, метапредметного и компетентностного подходов. Используемые модели заданий позволяют проверить не только биологические знания и предметные умения, но и освоение ряда метапредметных умений: формулировать цели, ставить задачи, делать выводы по приведенным в заданиях экспериментам; выбирать способы поиска и работе с биологической информацией представленной в разной форме, структурируя и анализируя ее; синтезировать знания из других предметных областей; устанавливать неявно наблюдаемые причинно-следственные связи; высказывать суждения и делать выводы; обнаруживать проблемы и находить способы их решения.

В экзаменационной работе традиционно преобладали задания по разделу «Общая биология», поскольку в нем интегрируются и систематизируются наиболее значимые, системообразующие биологические знания: ключевые биологические теории, законы, закономерности (клеточная, хромосомная, эволюционная, рефлекторная теории; теория иммунитета; основные генетические и экологические законы (правила); закономерности развития разноуровневых экосистем и биосферы в целом), а также важнейшие научные факты современной биологической науки, проявляющиеся на всех уровнях организации живой природы. Экзаменационная работа включала в себя задания, проверявшие практические знания и умения из следующих областей биологии: молекулярная биология, цитология, генетика, селекция организмов, биотехнология, экология, охрана природы, а также морфология и физиология растений, животных и человека.

Каждый вариант КИМ содержал 28 заданий и состоял из двух частей, различающихся по форме представления и уровню сложности.

Часть 1 содержала 21 (1–21) задание базового (14 заданий) и повышенного (8 заданий) уровней сложности: 6 – с множественным выбором ответов из предложенного списка; 3 – на поиск ответа по изображению на рисунке; 4 – на установление соответствия элементов двух-трёх множеств; 3 – на установление последовательности систематических таксонов, биологических объектов, процессов, явлений; 2 – на решение биологических задач по цитологии и генетике; 2 – на дополнение недостающей информации в таблице; 1 – на анализ информации, представленной в графической или табличной форме на проверку методологических умений. Максимальный балл за выполнение всех заданий части 1 – 36 баллов, что соответствует 63 % максимального балла за всю работу.

Часть 2 содержала 7 (22–28) заданий с развернутым ответом. Причем задание линии 22 повышенного уровня сложности, а остальные (23–27) высокого уровня. Максимальный балл за выполнение всех заданий этой части работы – 21 балл, что соответствует 37 % максимального первичного балла.

Максимальный первичный балл за выполнение всей экзаменационной работы – 57.

Особенностью КИМ ЕГЭ по биологии 2025 г., как и в 2024 г., являлось то, что участникам экзамена разрешалось использовать непрограммируемый калькулятор при выполнении ряда заданий линий 24 (геохронологическая таблица), 27 (задача по популяционной генетике), 28 (задачи по генетике).

Изменения в КИМ ЕГЭ 2025 г. в сравнении с КИМ 2024 г. имели точечный характер и касались визуализации биологических объектов (процессов), разнообразия предлагаемых сюжетов, включения вопросов поискового свойства.

Рисунки биологических объектов и процессов в процессе обучения выполняют следующие задачи:

- облегчают восприятие и усвоение информации через содержание задания, развивают познавательные способности, улучшают память и внимание;
- являясь визуальным дополнением к тексту, такие задания воспринимаются в целом и сразу, в отличие от текста, который «проговаривается про себя» и воспринимается последовательно;
- будучи частью изучаемого учебного материала, задания способствуют систематизация содержания, так как создают условия для самостоятельной работы;
- позволяют наглядно сравнивать объекты или явления (демонстрация количественных различий между объектами);
- часто позволяют установить соподчинения объектов или процессов, показывая, в каком виде существуют явления, что выступает следствием, а что – их первопричиной;
- способствуют более эффективному закреплению знаний. Например, если в начале занятия учитель использует презентацию с изображениями на тему, которую предстоит изучить, то после объяснения можно показать те же материалы (или несколько измененные), чтобы проверить, насколько хорошо обучающиеся усвоили новый материал.

Появление большого количества изображений объектов или процессов в КИМ дало возможность не только разнообразить проверяемое содержание, но и порой сократить письменный контекст условий самих заданий, а значит, сделать их более понятными для участников экзамена.

Особенно заметным данное преимущество оказалось в заданиях части 2 экзаменационной работы: экспериментально-исследовательский мини-модуль (задания 22 и 23) и поисковые задания линий 25 и 26 (задания линии 24 не рассматриваются ввиду того, что они изначально включали в себя как обязательную часть работу с изображением). Благодаря визуализации заданий и продуманным формулировкам вопросов поискового характера они трансформировались в полноценные исследовательские биологические задачи проблемно-поисковой направленности[1].

При решении заданий части 2 у участников с хорошими и отличными знаниями и умениями эффективно проверялись следующие ключевые мыслительные операции:

- *сравнение*: сопоставление объектов и явлений, нахождение сходства и различий между ними;
- *анализ и синтез*: анализ – мысленное расчленение объекта на составляющие части для изучения; синтез – объединение отдельных элементов в единое целое. Эти операции неразрывно связаны: анализ позволяет вычленить существенные стороны объекта (процесса), а синтез – реконструировать его как систему;
- *абстрагирование*: мысленное отвлечение от несущественных сторон объекта и выделение его главных, наиболее существенных признаков;
- *идеализация*: мысленное конструирование объектов (процессов), не встречающихся в действительности, но облегчающих исследование реальных объектов;
- *моделирование*: исследование реальных объектов и процессов путем построения и изучения их моделей – мысленных или материальных; модели позволяют

[1] Подробнее о том, как развивать у обучающихся навыки выполнения проблемно-поисковых заданий, см., например, <https://infourok.ru/ispolzovanie-problemnopoiskovoy-tehnologii-obucheniya-na-urokah-biologii-1549828.html; https://textarchive.ru/c-2032648-pall.html>.

упростить сложные явления, выделить ключевые взаимосвязи, спрогнозировать поведение системы.

Расширение разнообразия сюжетов заданий части 2 коснулось в первую очередь заданий линий 22–26.

Существенные изменения произошли в содержании блок-модулей заданий 22 и 23. В КИМ 2025 г. значительно увеличилось разнообразие исходных описательных экспериментов и добавилась вариативность. Помимо традиционных опытов с растительными и животными клетками, бактериями, растениями и животными, появились образцы современных научных исследований. Особое внимание было уделено примерам, включавшим актуальные эксперименты, проводимые учеными в области изучения иммунитета, онкологии, кардиологии, вирусологии, а также человека. Это позволило, как было отмечено выше, сделать контекст заданий, во-первых, максимально разнообразным, а во-вторых, приближенным к современной научной практике в области биологии и медицины.

Следует отметить, что изменения коснулись не только контекста приведенных описательных экспериментов в заданиях, но и условий, которые следует проанализировать. В 2025 г. к независимой и зависимой переменным, отрицательному контролю, нулевой гипотезе и оценке критериев достоверности результатов эксперимента (линия 22) добавились сюжеты по обнаружению ошибки в постановке отрицательного контроля (впервые точечно с 2024 г.) и одновременному формулированию двух нулевых гипотез (2025 г.).

Наряду с вышеизложенным разработчикам удалось добиться и большей содержательной интеграций заданий непосредственно в самом блоке-модуле (задания 22 и 23): вопросы в заданиях линии 23 обязательно стали продолжением эксперимента, его научным органичным следствием.

Расширилась и проверяемая методологическая часть эксперимента, отражающая целостность научной картины мира, понятийный аппарат и специфику методов познания, используемых в естественных науках.

Дальнейшее развитие получили задания линий 25 и 26. Во-первых, они все стали проверять умение применять теоретические знания для объяснения явлений и процессов из различных областей биологии (физиологии растений, животных, человека, эволюционной биологии и экологии) с привлечением знаний из области химии, физики, физической географии в контексте условия задания. Во-вторых, утвердились функциональный и системный подходы в формулировке условий задания и вопросов к ним. В-третьих, как было отмечено выше, многие из заданий стали сопровождаться визуальными элементами, главная задача которых – лучше понять условие задания.

В заданиях линии 27, где традиционно присутствуют задачи по цитологии (пластический обмен), включающие вариации по теме «Реакции матичного синтеза» к имеющимся сюжетам по работе с генетическим кодом на сдвиг рамки считывания, палиндромы, были добавлены задачи на поиск кодирующей цепи, а также на выбор матричной цепи, на которой в открытой рамке считывания (ОРС) присутствует аминокислота *лей*. Дальнейшее развитие в этой линии получили задания из области популяционной генетики, где от участников экзамена требовалось проявление умения применить уравнение закона Харди–Вайнберга в измененных и новых ситуациях. В этом году веер сюжетов в заданиях был несколько увеличен, а сами вопросы к ним потребовали от участников экзамена большей осмысленности при формулировании ответа.

Появились новые сюжеты и в заданиях линии 28, например задания на полимерию: задания на наследование двух генов, один из которых сцеплен с Х-хромосомой, а другой ген расположен в Y-хромосоме в псевдоаутосомном участке; наследование двух генов, сцепленных в Х-хромосоме; наследование двух генов, сцепленных в аутосоме, и построение для них генетической карты; голандрическое наследование признака.

Экзамен по биологии востребован среди выпускников и многие годы входит в число популярных экзаменов по выбору.

К ключевым итогам ЕГЭ по биологии в 2025 г. следует отнести:

- устойчивую тенденцию роста числа выпускников, выбравших экзамен биологии (в 2025 г. – 122 715, в 2024 г. – 116 084, 2023 г. – 114 127 человек);
- увеличение числа участников экзамена с результатами 60–100 баллов; в целом более 51 тыс. выпускников показали качественную биологическую подготовку и получили конкурентоспособный для поступления в вуз результат.

На рис. 1 представлено распределение результатов участников ЕГЭ по биологии по первичным баллам.

Рис. 1. Распределение результатов участников ЕГЭ по биологии по первичным баллам

Результаты основного периода ЕГЭ 2025 г. сопоставимы с результатами ЕГЭ прошлых лет. Характер распределения первичных и тестовых баллов участников ЕГЭ не изменился.

В 2025 г. средний тестовый балл составил 54,7, что практически повторяет результат прошлого года (54,1 %), но значительно выше показателя 2023 г (50,9).

Минимальный балл в 2025 г. как и 2024 г составил 15 первичных / 36 тестовых баллов. Доля участников ЕГЭ по биологии, не набравших минимального количества баллов, в 2025 г составила около 16 %, что несколько меньше аналогичного показателя прошлых лет (2024 – 17,4 %, 2023 г. – 19,2 %).

В 2025 г. выполнили все задания экзаменационной работы и набрали 100 баллов 77 участников ЕГЭ.

В 2025 г. большинство участников основного периода ЕГЭ справилось с разнообразными по форме и уровню сложности заданиями первой части КИМ. Следует отметить успешное выполнение большинством участников простых заданий на установление недостающей информации, представленной в табличной форме, решение биологических задач по цитологии и генетике, экологии.

В части 1, большинство участников ЕГЭ 2025 г. правильно определили структуры и функции клеток, их многообразие, а также процессы, протекающие на клеточном уровне; задания мини-модуля «Человек и его здоровье». Экзаменуемые успешно справились с заданиями на определение числа хромосом в половых и соматических клетках, количества нуклеотидов в ДНК и РНК и аминокислот в белках, наследование

признаков при моногибридном скрещивании. Традиционные затруднения вызвали задания на восстановление последовательности этапов биологических процессов и явлений (селекции, биотехнологии, регуляции процессов жизнедеятельности человека).

В части 2 хорошие результаты показали участники экзамена при выполнении заданий по мысленному эксперименту линии 22, а также заданий на решение цитологических задач и задач по популяционной генетике – Закон Харди–Вайнберга (линия 27) и генетических задач (линия 28).

Как и в предыдущие годы, наибольшие затруднения вызвали поисковые задания линий 25 и 26, в которых требовалось дать развернутый аргументированный ответ на поставленные вопросы. В линии 25 наибольшие трудности возникли у выпускников при объяснении физиологических процессов, связанных с адаптаций к пустынным условиям, а также процессов регуляции работы мышц у человека. В линии 26 наибольшие трудности вызвали задания, связанные с особенностями процессов, происходящих в процессе микроэволюции.

Задания в КИМ имели различный уровень сложности. На базовом уровне проверялись знания наиболее существенных элементов содержания курса биологии, а также сформированность следующих учебных умений у выпускников:

- владение основной биологической терминологией и символикой;
- знание ведущих методов изучения живой природы; наиболее важные признаки и свойства биологических объектов; особенности строения и физиологии клеток, органов, систем органов растений, животных и организма человека; основы наследственности и изменчивости, экологии и охраны окружающей среды;
- понимание основных положений биологических теорий, законов, правил, гипотез, закономерностей, сущности биологических процессов и явлений;
- умения классифицировать и распознавать биологические объекты по их описанию и рисункам, решать простейшие биологические задачи, использовать биологические знания в практической деятельности.

На повышенном уровне проверялось овладение обучающимися более сложными и разнообразными видами учебной деятельности:

- выделять существенные признаки биологических процессов, явлений; конкретизировать общебиологические закономерности;
- определять, сравнивать биологические объекты; объяснять процессы и явления;
- устанавливать взаимосвязи организмов, процессов, явлений, выявлять общие и отличительные признаки; составлять схемы пищевых цепей; применять знания в измененной ситуации;
- находить независимую и зависимую переменные, определять отрицательный контроль и нулевую гипотезу, делать выводы на основании результатов эксперимента.

На высоком уровне проверялось умение формулировать развернутый свободный ответ. Задания этого уровня были направлены на выявление у обучающихся не только глубоких биологических знаний, но и умений:

- самостоятельно оперировать биологическими понятиями, обосновывать и объяснять биологические процессы и явления, грамотно формулировать свой ответ;
- применять знания в новой ситуации; устанавливать причинно-следственные связи; анализировать, систематизировать и интегрировать знания; обобщать и формулировать выводы;
- решать сложные биологические задачи, оценивать и прогнозировать биологические процессы, применять теоретические знания на практике.

Кроме проверки биологического содержания и сформированности учебных умений у участников экзамена, в заданиях ЕГЭ по биологии за 2025 г. проверялись метапредметные умения: базовые логические и исследовательские действия (табл. 1).

Таблица 1

Логические и исследовательские действия, проверяемые на ЕГЭ по биологии

Базовые логические действия	Базовые исследовательские действия
1.1.1. Устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения	1.2.1. Владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем. 1.2.4. Выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения
	1.2.5. Анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях
1.1.3. Выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях	1.2.6. Уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности; уметь интегрировать знания из разных предметных областей; осуществлять целенаправленный поиск переноса средств и способов действия в профессиональную среду

Анализ действующих КИМ за 2025 г. на наличие метапредметной наполняемости позволяет выделить две группы заданий. К первой относятся задания, с помощью которых проверяются преимущественно метапредметные умения (задания линий 21, 22, 23). Ко второй группе относятся задания, в которые, помимо проверки предметных знаний и умений, могут быть также включены вопросы, контролирующие базовые логические и исследовательские действия (задания линий 25, 26, 27, 28).

Перейдем к рассмотрению результатов выполнения заданий по проверяемым содержательным блокам.

Блок I «Биология как наука. Живые системы и их изучение. Методы научного познания» контролирует материал о достижениях биологии, методах исследования, об основных уровнях организации живой природы, ее основных признаках на базовом и повышенном уровнях. Знания и умения по данному разделу проверялись в заданиях на всех уровнях сложности.

Задания базового уровня в этом блоке представлены в *линиях 1, 2, 21.* Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности – 69, повышенного уровня сложности – 39.

В *линии 1* на базовом уровне проверялись знания по трем темам данного блока. По теме «Биологические науки и изучаемые ими проблемы» средний процент выполнения составил 79; по теме «Живые системы как предмет изучения биологии. Свойства живых систем. Уровни организации живых систем» – 58; по теме «Методы биологической науки» результаты выполнения составили – 91. Участники экзамена затруднялись определить уровни организации живых систем на примерах, их свойства по описанию. Наибольшие затруднения вызвало заданий, требовавшее по описанию определить такой признак живой материи, как дискретность.

В *линии 2* одновременно проверялись умения устанавливать результаты эксперимента по его описанию и знания из соответствующего раздела биологии. Задания этой линии выполнили в среднем 72 % участников. Полученный результат свидетельствует как о сформированности умения оперировать понятиями причина-следствие, так и о наличии конкретных биологических знаний.

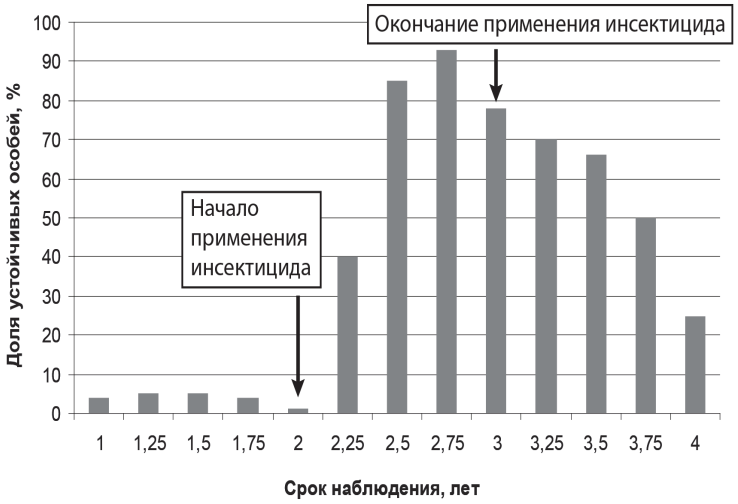
Задания базового уровня *линии 21* выполнили в среднем 77 %. Участники экзамена продемонстрировали сформированность умений анализировать результаты наблюдений и экспериментов, представленных в виде таблиц, графиков и диаграмм, делать на их основании правильные выводы. Кроме того, были продемонстрированы следующие метапредметные умения: определять существенные признаки, выявлять закономерности в рассматриваемых явлениях, устанавливать причинно-следственные связи; анализировать полученные результаты и критически оценивать их достоверность. Задания этой линии ежегодно хорошо выполняются подавляющем большинством участников экзамена.

Задания *линии 22* относятся к заданиям повышенного уровня сложности. Средний процент выполнения заданий составил 39.

Приведем пример вызвавшего затруднения участников ЕГЭ задания из линии 22.

Пример 1

Экспериментатор изучал развитие устойчивости популяции рыжего таракана (*Blatella germanica*) к инсектициду хлорпирифосу. Результаты эксперимента приведены на диаграмме.



Сформулируйте *нулевую гипотезу* для данного эксперимента. Объясните, почему в эксперименте использовали инсектицид одного и того же производителя. Почему результаты эксперимента могут быть недостоверными, если во время проведения эксперимента тараканы несколько раз попадали в зону радиоактивного излучения?

Элементы ответа:

1) нулевая гипотеза: доля устойчивых (к инсектициду) особей не зависит от срока наблюдения (применения инсектицида; времени использования инсектицида);
2) инсектициды разных производителей могут иметь разные действующие вещества (разные примеси; разные добавочные компоненты; оказывать разные эффекты);
3) в зоне радиоактивного загрязнения вероятность мутаций выше;
4) это может повлиять на скорость появления у тараканов устойчивости к инсектициду;
5) зависимость между долей устойчивых к инсектициду особей и сроком наблюдения (применением инсектицида; временем использования инсектицида) не удастся установить в явном виде.

Средний процент выполнения – 27,6. *1 балл – 22 %; 2 балла – 24 %, 3 балла– 4 %.*

Успешнее всего участники экзамена выполнили задания на определение *зависимой и независимой переменных* и *постановку отрицательного контроля* в эксперименте. Формулирование одной или двух нулевых гипотез, оценка критериев достоверности результатов эксперимента вызывают определенные затруднения у участников экзамена. Наибольшие трудности фиксировались при выполнении введенной в 2024 г. разновидности заданий на обнаружение ошибок в постановке предложенного отрицательного контроля эксперимента.

Следует также отметить, что задания с требованием формулирования одной нулевой гипотезы и двух нулевых гипотез не показали заметных различий в средних процентах выполнения.

В линии 23 предлагались задания высокого уровня сложности, средний процент выполнения которых составил 31. Средние проценты по баллам распределились следующим образом: 0 баллов – 48; 1 балл – 22; 2 балла – 20; 3 балла – 10.

Таким образом, при выполнении заданий этого блока участники экзамена также продемонстрировали:

сформированность знаний:

- о биологических науках и изучаемых ими проблемах, месте и роли биологии в системе естественных наук, свойствах живых систем, об уровнях их организации, основных признаках живого (58–79 %);
- о месте и роли биологии в системе естественных наук, в формировании современной естественно-научной картины мира, в познании законов природы (79,5 %);
- об основных методах научного познания, используемых в биологических исследованиях, планирования и проведения биологического эксперимента (на базовом уровне 61–91 %; повышенном – 39 %; высоком – 31 %);

сформированность умений:

- выдвигать гипотезы, формулировать цель исследования, анализировать полученные результаты (на базовом уровне – 77–91 %; повышенном – 39 %);
- выявлять зависимость между исследуемыми величинами (76 %);
- объяснять полученные результаты и формулировать выводы с использованием научных понятий, теорий и законов (39 %);
- владеть системообразующими биологическими терминами и понятиями (58 %).

Блок II «Клетка как биологическая система». Задания этого блока проверяют знание клеточной организации жизни и вирусов, а также умения устанавливать взаимосвязь строения и функций органоидов клетки, распознавать и сравнивать клетки разных организмов, процессы, протекающие в них. Основное внимание уделялось проверке знаний жизнедеятельности клетки, клеточного цикла и умений решать задачи по цитологии на матричные реакции и реализацию генетической информации в клетке. Этому блоку соответствуют задания линий 3, 5–8, 23, 24, 27 (в совокупности не более шести заданий в одном варианте КИМ).

По блоку 2 средний процент выполнения заданий базового уровня составил 69, повышенного уровня – 40,5, высокого уровня – 23.

Задания базового уровня были представлены в линиях 2, 3, 5, 7. Наиболее высокие результаты получены по темам «Химический состав клетки», «Строение прокариотической и эукариотической клеткой» (70–83 %); более низкие результаты – по темам «Реакции матричного синтеза», «Ассимиляция и диссимиляция» (58–62 %).

На повышенном уровне предлагаются задания на установление соответствия (линия 6) и установление последовательности биологических процессов (линия 8). Как и по заданиям базового уровня сложности, относительно невысокие результаты получены по темам: «Реакции матричного синтеза», «Ассимиляция и диссимиляция»,

«Клеточный цикл». Следует отметить, что вопросы жизнедеятельности на клеточном уровне из года в год вызывают затруднения у участников экзамена.

Приведем пример вызвавшего затруднения задания линии 8.

Пример 2

Установите последовательность процессов в интерфазе и кариокинезе, начиная с G_1-фазы. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

1) репликация ДНК
2) локализация хромосом по экватору клетки
3) декомпактизация хромосом
4) рост клетки
5) спирализация хромосом
6) расхождение хромосом к полюсам клетки

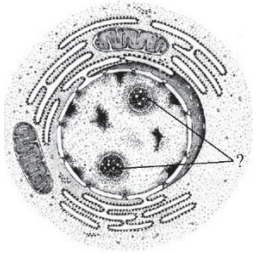
Средний процент выполнения – 30.

Задания высокого уровня сложности в *линиях 24*, *27* требовали развернутого ответа. Его выполняют только хорошо и отлично подготовленные участники. Средний процент выполнения составил 23.

Задания линии 24, в которых предполагалась работа с изображением объекта (процесса), в среднем выполнил 21 % участников (см. пример 3). Среди наиболее подготовленных участников экзамена большинство выполнявших задание получило максимальные 3 балла. Они продемонстрировали умения определять типы и фазы деления клетки, органоиды клетки и описывать их функции, объяснять процессы, протекающие на клеточном уровне.

Пример 3

Как называется клеточная структура, обозначенная на рисунке вопросительным знаком? Какой органоид (элементы органоидов) формируется в данной структуре? Какую функцию выполняет данный органоид? Где в клетке можно его обнаружить?



Средний процент выполнения – 22. 1 балл – 5 %; 2 балла – 7 %; 3 балла – 15 %.

В линии 27 участникам экзамена предлагались задачи по цитологии по темам «Реакции матричного синтеза» и «Клеточный цикл». По первой теме средний процент выполнения заданий составили 26, а по второй – 22. Участники экзамена продемонстрировали не только глубокие знания по этим темам, но и умения решать сложные цитологические задачи, а также обосновывать полученные результаты.

При выполнении заданий блока 2 участники экзамена продемонстрировали:

сформированность знаний:

- основополагающих биологических терминов и понятий, биологических теорий (клеточная теория), единства живой и неживой природы (64%);
- химического состава клеток, органических и неорганических компонентах (на базовом уровне – 61–81 %);

– типов клеток: эукариотической и прокариотической; структурно-функциональных образований клеток (на базовом уровне – 51–82 %; повышенном уровне – 44–56 %; высоком уровне – 22 %);
– ассимиляции и диссимиляции, типов обмена веществ в клетке: фотосинтеза, энергетического обмена (на базовом уровне – 62–72 %; повышенном уровне – 39 %);
– реакций матричного синтеза (на базовом уровне – 58–64 %; повышенном уровне – 34 %; высоком уровне – 20–26 %);
– клеточного цикла, его периодов и регуляции (на базовом уровне – 69–75 %, повышенном уровне – 32–35 %; высоком уровне – 22,8 %);

сформированность умений:

– выдвигать гипотезы, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы (82,6 %);
– владеть системой биологических знаний, основополагающими биологическими терминами и понятиями, клеточной теорией (43 %);
– решать биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов (на базовом уровне – 66 %; высоком уровне – 24 %);
– устанавливать взаимосвязи между строением и функциями: органоидов, клеток; между этапами обмена веществ; между этапами клеточного цикла (49 %);
– выделять существенные признаки: строения вирусов, клеток прокариот и эукариот, обмена веществ (59 %);
– выделять существенные признаки вирусов, клеток прокариот и эукариот (81 %).

Блок III «Организм как биологическая система». Задания этого блока проверяли знания онтогенеза и воспроизведения организмов, закономерностей наследственности и изменчивости, селекции организмов и методов биотехнологии в *линиях 3*, *4*, *6*, *7*, *8*, *28* (в совокупности не более четырех заданий в одном варианте КИМ). Кроме того, в каждом варианте проверялось умение решать генетические задачи разного уровня сложности.

По этому блоку средние проценты выполнения заданий базового уровня сложности составили 71 %, повышенного уровня – 43,5 %, высокого уровня – 29,6 %.

При выполнении заданий данного блока участники экзамена продемонстрировали:

сформированность знаний:

– закономерностей наследственности (на базовом уровне – 63–98 %; повышенном уровне – 54 %; высоком уровне – 35 %);
– закономерностей изменчивости (на базовом уровне – 94 %);
– форм размножения организмов, мейоза, гаметогенеза у животных, индивидуального развитие организмов (на базовом уровне – 61–89 %; повышенном уровне – 41–52 %; высоком уровне – 19–36 %);

сформированность умений:

– владеть системой биологических знаний, которая включает в себя: основополагающие биологические термины и понятия (43 %);
– решать биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов; составлять генотипические схемы скрещивания для разных типов наследования признаков у организмов (на базовом уровне – 63 %; высоком уровне – 35 %);
– устанавливать взаимосвязи между этапами жизненных циклов организмов, эмбрионального развития, генотипом и фенотипом, фенотипом и факторами среды обитания (41–49 %);

- выделять существенные признаки: вирусов, одноклеточных и многоклеточных организмов, митоза, мейоза, гаметогенеза, размножения, эмбриогенеза, постэмбрионального развития, взаимодействия генов, гетерозиса (на базовом уровне – 81 %; повышенном уровне – 59 %);
- использовать соответствующую биологическую терминологию и символику по генетике, селекции, биотехнологии, онтогенезу; основополагающие биологические термины и понятия (на базовом уровне – 68,7 %; высоком уровне – 22,5 %).

Самые высокие результаты по заданиям базового уровня получены по линиям 4 – решение задачи (62 %) и 5 – определение объекта по рисунку (89–98 %); более низкие – по заданиям линии 7 (45–56 %). Приведем пример задания линии 7.

Пример 4

Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какие из приведённых характеристик используют для описания наследования доминантного признака положительного резус-фактора крови?

1) имеет аллель в Y-хромосоме
2) проявляется, как правило, в каждом поколении потомков
3) выражен у гетерозиготных потомков
4) наследуется сцепленно с группой крови
5) встречается и у мужского, и у женского полов
6) имеет промежуточный характер выраженности признака

Средний процент выполнения – 52.

Задания повышенного уровня не вызвали особых затруднений у участников экзамена. Лишь по единичным заданиям части 1 получены низкие результаты. Приведем пример такого задания повышенного уровня линии 8.

Пример 5

Установите последовательность процессов при мейозе и цитокинезе. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

1) расхождение двухроматидных хромосом к полюсам клетки
2) деление центромер двухроматидных хромосом
3) прикрепление нитей веретена деления к центромерам каждой хромосомы бивалента
4) формирование ядер с набором n2c
5) декомпактизация однохроматидных хромосом

Средний процент выполнения – 13. 1 балл – 8 %; 2 балла – 9 %.

Задания высокого уровня сложности, в которых предлагалось решение генетической задачи, результативно выполнены более чем третью участников экзамена. Это свидетельствует о сформированности умений решать сложные генетические задачи, объяснять полученные результаты.

Блок IV «Система и многообразие органического мира». В части 1 данный блок представлен четырьмя заданиями в *линиях 9*, *10*, *11*, *12*, а в части 2 – отдельными заданиями в *линиях 23*, *24*, *25*. Здесь проверялись знания о многообразии, строении, жизнедеятельности и размножении организмов различных царств живой природы, а также умения сравнивать организмы разных таксонов, характеризовать их и определять их принадлежность к определенной систематической группе.

При выполнении заданий данного блока участники экзамена продемонстрировали:

сформированность знаний:

- о биологическом разнообразии организмов и современной системе органического мира, об особенностях строения и жизнедеятельности одноклеточных организмов (на базовом уровне – 72–82 %; повышенном уровне – 36–46 %);
- о вегетативных и генеративных органах растений, их функциях (на базовом уровне – 58–77 %; повышенном уровне – 41 %; высоком уровне – 12 %);
- о многоклеточных растениях, тканях, органах и системах органов многоклеточного организма, об особенностях их строения и функциях (на базовом уровне – 77 %; повышенном уровне – 45 %; высоком уровне – 12 %);
- о многоклеточных животных, тканях, органах и системах органов животных (на базовом уровне – 65 %, на повышенном уровне – 36 %, на высоком уровне – 11,6–39 %);
- об органах и системах органов животных, их функциях (на базовом уровне – 47 %; повышенном уровне – 56–66 %; высоком уровне – 23 %);

сформированность умений:

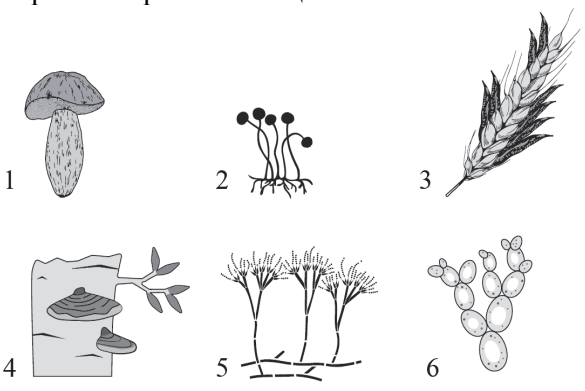
- владеть системой биологических знаний, которая включает в себя основополагающие биологические термины и понятия (64–87 %);
- выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы (21,5 %);
- устанавливать взаимосвязи между строением и функциями тканей, органов и систем органов у растений и животных (41–50 %);
- выделять существенные признаки строения органов и систем органов растений, животных, процессов жизнедеятельности, протекающих в организмах растений, животных (65 %);
- использовать соответствующие аргументы для доказательства родства организмов разных систематических групп (22,5 %).

В целом с заданиями базового уровня линии 9 справились до 77 % участников, линии 11 – до 82 %; линии 12 – в среднем 64 %.

Приведем пример вызвавшего затруднение задания линии 9.

Пример 6

На рисунке под каким номером изображён пеницилл?



Средний процент выполнения – 48 %.

В задании линии 11 только 20 % участников смогли определить все три правильных ответа (средний процент выполнения этого задания – 43). Приведем пример задания линии 11.

Пример 7

Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какие признаки характерны для изображённого на рисунке водного растения?

1) наличие таллома, или слоевища
2) отсутствие корней
3) расположение устьиц на верхней поверхности листьев
4) двойное оплодотворение
5) ветроопыление
6) формирование плодов

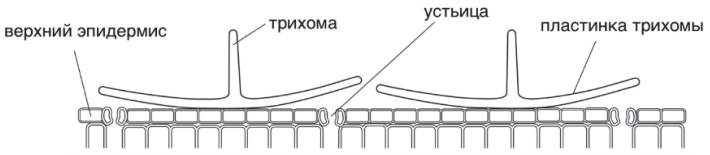
На повышенном уровне в каждом варианте было предложено только одно задание в линии 10, где требовалось установить соответствие. Это задание имело рисунок и входило в единый модуль линий 9–10.

Задания высокого уровня сложности были представлены в *линиях 23*, *24*, *25.* Средние проценты выполнения находятся в интервале 12–39 %. Для выполнения этих заданий требовалось наличие не только глубоких системных знаний по биологии, но и привлечение знаний из смежных предметов: химии и физики.

Приведем пример задания линии 25.

Пример 8

У некоторых бромелиевых, например у тилландсии (*Tillandsia utriculata*), на листьях развиваются специальные трихомы. Известно, что тилландсия является эпифитом с редуцированной корневой системой, поселяющимся на деревьях в тропических лесах. В пластинках трихомы кутикула развита слабее, чем на эпидермисе. Предположите, какие функции выполняют трихомы у тилландсии. Назовите две функции. Почему трихомы данного типа отсутствуют у бромелиевых, которые растут на земле? Почему в условиях засушливого климата такие адаптации не помогли бы растению?



Элементы ответа:

1) трихомы позволяют поглощать (задерживать) влагу из воздуха
ИЛИ
1) трихомы впитывают влагу (дождевую воду) с пластинок;
2) трихомы препятствуют испарению влаги через устьица
ИЛИ
2) трихомы конденсируют влагу, испаряющуюся через устьица,
ИЛИ
2) трихомы препятствуют нагреванию растения (отражают солнечные лучи);
3) наземные бромеливые впитывают влагу через корни
ИЛИ
3) наземные бромеливые не так сильно нагреваются солнцем;
4) в тропических лесах выпадает много осадков (часто происходят ливни)
ИЛИ
4) в засушливом климате почти не выпадает осадков;
5) трихомы не смогли бы впитывать влагу с поверхности растения

ИЛИ
5) устьица расположены на верхнем эпидермисе и лишь частично прикрыты пластинками трихом;
6) растение погибло бы от обезвоживания

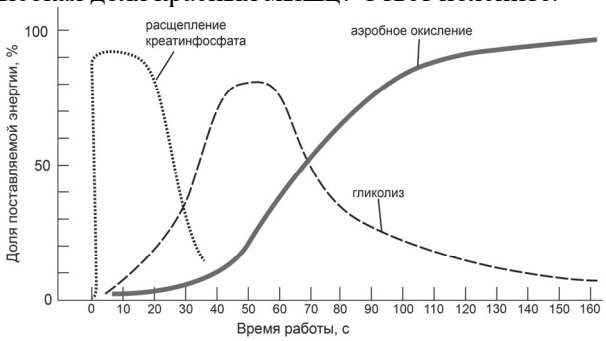
Средний процент выполнения – 12,5. 1 балл – 9 %; 2 балла – 11 %; 3 балла – 2 %.

Блок V «Человек и его здоровье». Знания и умения по данному блоку проверялись на всех уровнях сложности *в линиях 13*, *14*, *15*, *16 (обязательно), 23, 24, 25 (отдельные задания).* В каждом варианте КИМ предлагалось не менее 6 заданий по данному блоку. Средний процент выполнения заданий базового уровня в среднем составил 67, повышенного уровня –57, высокого уровня – 26.

Только отдельные задания по данному разделу вызвали некоторые затруднения у участников экзамена, например задание базового уровня сложности, в котором требовалось определить три фактора, обеспечивающих гуморальный иммунитет.

Приведем пример задания линии 25.

Пример 9
Известно, что скелетные мышцы могут использовать различные источники энергии, для того чтобы совершать сокращения. За счёт каких метаболических процессов в основном будут получать энергию мышцы спринтера (спортсмена, бегущего на короткие дистанции)? Какие продукты образуются в результате этих процессов? Почему у спортсмена, выполняющего длительные нагрузки, высокая доля красных мышц? Ответ поясните.



Элементы ответа:
1) за счёт анаэробного дыхания (гликолиза)
2) за счёт расхода АТФ (креатинфосфата), имеющегося в мышцах;
3) пируват (молочная кислота; лактат; АТФ)
ИЛИ 3) креатин (АТФ и креатин; АДФ и $Ф_н$);
4) в красных мышцах имеется (запасается) миоглобин;
5) миоглобин необходим для создания депо (запаса) кислорода в мышцах;
6) для обеспечения длительных нагрузок необходимы мышцы, в которых протекает аэробное окисление (аэробное дыхание; окислительное фосфорилирование)

Средний результат выполнения – 19,6 %; 1 балл – 20 %; 2 балла – 15 %; 3 балла – 3 %.

При выполнении заданий этого блока участники экзамена продемонстрировали *сформированность знаний*:

– об особенностях строения и жизнедеятельности органов и систем органов организма человека (на базовом уровне – 69 %; повышенном уровне – 44 %; высоком уровне – 22 %);
– о нервной и гуморальной регуляции процессов в организме, об иммунной системе и гомеостазе, о высшей нервной деятельности (на базовом уровне – 71 %; повышенном уровне – 43,5 %; высоком уровне – 21 %);

сформированность умений:

- владеть системой биологических знаний, которая включает в себя основополагающие биологические термины и понятия (на базовом уровне – 78 %);
- выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов (на повышенном уровне – 39 %; высоком уровне – 21,5 %);
- устанавливать взаимосвязи между строением и функциями органов и систем органов человека (на повышенном уровне – 50–57 %);
- распознавать ткани, органы, системы органов организма человека по их изображению, выделяя их существенные признаки; распознавать процессы жизнедеятельности строения органов и систем органов человека, а также процессы жизнедеятельности, протекающие в организме человека (на базовом уровне – 63 %; высоком уровне – 22,5 %).

Блок VI «Эволюция живой природы. Развитие жизни на Земле». Задания этого блока проверяли знания о движущих силах, направлениях и результатах эволюции органического мира, сформированность умения объяснять основные эволюционные процессы, взаимосвязь движущих сил и результатов эволюции. В части 1 этот блок был представлен заданиями *линий 17*, *19*, *20*, а в части 2 – отдельными заданиями *линий 24*, *26*, *27* (как правило, в совокупности не менее трех заданий в одном варианте КИМ).

По данному блоку средний процент выполнения заданий базового уровня сложности – 63,5, повышенного уровня – 54, высокого уровня –13.

Приведем пример задания линии 17, вызвавшего затруднения участников ЕГЭ.

Пример 10

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания **биологических факторов антропогенеза**. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1)Конкуренция за добычу с другими хищниками и падальщиками способствовала отбору самых ловких и сильных особей ископаемых видов людей. (2)Одним из способов выживания стало формирование устойчивых групп, что способствовало снижению внутригрупповой агрессии и росту кооперации. (3)Использование продуктов материальной культуры – каменных орудий стимулировало увеличение объёма головного мозга, что, в свою очередь, привело к постепенному совершенствованию орудий труда. (4)Наиболее слабые, восприимчивые к заболеваниям и инфекциям предки людей быстро погибали, не оставляя потомства. (5)Как правило, предки людей даже с травмами достигали среднего и пожилого возрастов, что свидетельствует о заботе и взаимопомощи в группах. (6)Многие молодые особи австралопитеков, которые отбивались от группы из-за слабости, гибли от когтей хищных птиц, например орлов.

Средний процент выполнения – 38.

Среди заданий повышенного уровня получены достаточно высокие результаты по темам «Популяция как элементарная единица эволюции», «Элементарные факторы (движущие силы) эволюции», «Вид, его критерии и структура», «Видообразование как результат микроэволюции», «Макроэволюция».

Затруднение у экзаменуемых вызвало задание, в котором требовалось проанализировать рисунок с изображением фрагментов скелетов конечностей и заполнить таблицу.

Пример 11

Рассмотрите рисунок «Конечности разных отрядов млекопитающих». Заполните пустые ячейки таблицы, используя элементы, приведённые в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквой, выберите соответствующий элемент из предложенного списка.

Тип приспособленности	Уровень эволюционных изменений	Путь достижения биологического прогресса
_____(А)	_____(Б)	_____(В)

Список элементов:

1)физиологическая
2)микроэволюция
3)идиоадаптация
4)этологическая
5)общая дегенерация
6)макроэволюция
7)морфологическая
8)конвергенция

Средний процент выполнения – 24.

С заданиями высокого уровня хорошо и отлично справились только подготовленные участники экзамена. Приведем пример одного из заданий линии 26.

Пример 12

Ещё со времён Дарвина было известно, что для получения нового сорта или новой породы необходимо использовать дикого предка (дикий тип) организма. Если же вместо него использовать другие сорта (породы) или линии, в которых множество раз происходил инбридинг (близкородственное скрещивание), то желаемого эффекта селекционер может не достигнуть.

Как можно объяснить данный факт? Почему даже в инбредных линиях спустя множество поколений постепенно повышается эффективность отбора (наследуемое и направленное изменение признака в поколениях)?

Элементы ответа:

1) у дикого типа организма имеются разнообразные аллели по большинству генов
ИЛИ
1) для образования нового сорта (породы) необходимо генетическое разнообразие (внутривидовая изменчивость); разнообразие аллелей);
2) у инбредных линий (сортов; пород) большинство генов находится в гомозиготном состоянии
ИЛИ
2) при множественном инбридинге линия теряет изменчивость (становится генетически идентичной);
3) у инбредных линий (сортов; пород) отсутствует материал для отбора
ИЛИ
3) в инбредных линиях (сортах; породах) недостаточное для отбора (отсутствует) аллельное разнообразие;
4) за множество поколений произойдут мутации
ИЛИ
4) за множество поколений в результате мутационного процесса возникнет разнообразие аллелей;
5) за множество поколений за счёт комбинаций генов возникнут новые признаки;
6) в результате возникнет материал для отбора

Средний процент выполнения – 9. 1 балл – 15 %; 2 балла – 4 %; 3 балла – 2 %.

В линии 27 наряду с цитологическими задачами предлагались задачи по популяционной генетике на закон Харди–Вайнберга. Средний процент выполнения составил 21.

При выполнении заданий участники экзамена продемонстрировали:

сформированность метапредметных умений:

- базовые логические действия: устанавливать существенный признак и основания для обобщения, выявлять закономерности в рассматриваемых явлениях;
- базовые исследовательские действия: выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, находить аргументы для доказательства своих утверждений из других предметов; анализировать полученные результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать их изменение в новых условиях;

сформированность знаний:

- эволюционной теории Ч. Дарвина, движущих сил эволюции видов, современной эволюционной биология (на базовом уровне – 66 %; высоком уровне – 11,5 %);
- о популяции как элементарной единице эволюции, об элементарных факторах эволюции; о приспособленности организмов как результате микроэволюции; о виде, его критериях, видообразовании как результате микроэволюции, о макроэволюции (на базовом уровне – 67–70 %; повышенном уровне – 41 %; высоком уровне – 11–21 %);
- методов изучения макроэволюции (на повышенном уровне – 45–50 %; высоком уровне – 15 %);
- научных гипотез происхождения жизни на Земле, основных этапов неорганической эволюции, истории Земли и методов ее изучения (на базовом уровне – 58 %; повышенном уровне – 41 %; высоком уровне – 14 %);
- методов антропологии, современных научных теорий, движущих сил (факторов) антропогенеза (на базовом уровне – 67 %; высоком уровне – 16 %);

сформированность предметных умений:

- определять основополагающие биологические термины и понятия, биологические теории А.Н. Северцова – о путях и направлениях эволюции (61,5 %);
- решать биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов (16–24 %);
- устанавливать взаимосвязи между процессами эволюции, движущими силами антропогенеза (49– 61 %);
- выделять существенные признаки борьбы за существование, стабилизирующего, движущего и разрывающего естественного отбора, аллопатрического и симпатрического видообразования, влияния движущих сил эволюции на генофонд популяции, приспособленности организмов к среде обитания, чередования направлений эволюции (33–66 %).

Блок VII «Экосистемы и присущие им закономерности». Содержание этого блока проверялись в заданиях *линий 18*, *19*, *20*, *23*, *26*. В каждом варианте КИМ, как правило, присутствовало не менее трех заданий по данному блоку: два задания в части 1 и одно задание в части 2.

По данному блоку средний процент выполнения заданий базового уровня сложности – 67, повышенного уровня – 58, высокого уровня – 22.

Анализ результатов показал, что этот тематический блок лучше всего освоен обучающимися.

Приведем примеры вызвавших затруднения заданий.

Пример 13

Выберите три верных ответа и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.
Для влажных тропических лесов характерно(-ен)
1) низкое плодородие почвы
2) хорошо выраженный кустарниковый ярус
3) преобладание вечнозелёных растений
4) низкое биоразнообразие
5) многообразие эпифитов
6) развитый подлесок

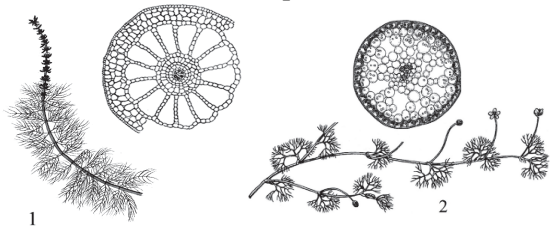
Средний процент выполнения – 33.

В другом задании этой же линии участники экзамена затруднились определить процессы, которые относятся к биогеохимическому циклу углерода. Его выполнили в среднем 41 % участников.

В примере 14 дано задание линии 26.

Пример 14

На рисунке 1 изображено растение и внутреннее строение его стебля. На рисунке 2 изображено другое растение и внутреннее строение его листа. Определите экологическую группу по отношению к фактору влажности, к которой относят оба эти растения. Поясните, по каким внешнему и внутреннему признакам Вы это установили. Обоснуйте приспособительные значения каждого из этих признаков.



Элементы ответа:
1) водные растения (гидатофиты, гидрофиты);
внешний признак:
2) сильная рассечённость листьев (нитевидные листья);
3) предотвращение повреждения в условиях сильного течения (снижение сопротивления току воды)
ИЛИ
3) увеличение площади поверхности для поглощения света (растворов минеральных веществ; кислорода);
внутренний признак:
4) наличие крупных воздушных полостей (крупных межклетников; воздухоносной ткани; аэренхимы)
ИЛИ
4) слабое развитие (отсутствие) механических тканей;
5) увеличение плавучести (накопление кислорода (воздуха) в условиях его недостатка)
ИЛИ
5) приспособление к высокой плотности водной среды (к меньшей силе тяжести)

Средний процент выполнения – 7. 1 балл – 4 %; 2 балла – 3 %; 3 балла – 4 %.

При выполнении задания экзаменуемые должны были обратить внимание в первую очередь на изображенные объекты. Наличие воздушных полостей – особенности

аэренхимы. Низкий результат можно объяснить недостаточно сформированными знаниями о растительных тканях. В отличие от заданий с растительными тканями, задания, проверяющие знания о животных тканях, вызывают у экзаменуемых меньше затруднений.

Участники демонстрируют более глубокие знания структуры функций и классификации животных тканей.

В целом участники экзамена продемонстрировали:

сформированность знаний:

- экологических факторов и закономерностей их действия, характеристик сред обитания организмов (на базовом уровне – 71 %; повышенном уровне – 50 %; высоком уровне – 16 %);
- экологических характеристик популяции, об экологической нише вида (на базовом уровне – 90 %; повышенном уровне – 44 %; высоком уровне – 24 %);
- о биоценозе и его структуре, связях между организмами в биоценозах, об агроэкосистемах (на базовом уровне – 68,5 %; повышенном уровне – 61–79 %; высоком уровне – 26 %);
- о биосфере, круговороте веществ и превращения энергии в биосфере, структуре и функциях живых систем (48,5 %);

сформированность умений:

- выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими процессами и явлениями, делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов, составлять схемы переноса веществ и энергии в экосистемах (цепи питания, пищевые сети) (на высоком уровне – 16 %);
- устанавливать взаимосвязи между компонентами различных экосистем и приспособлениями к ним организмов (67 %);
- выделять существенные признаки биогеоценозов, приспособленности организмов
  к среде обитания, влияния компонентов экосистем, антропогенных изменений в экосистемах, круговорота веществ и превращения энергии в биосфере (на повышенном уровне – 33 %);
- использовать соответствующие аргументы для доказательства взаимосвязи организмов и среды обитания, сохранения разнообразия видов и экосистем как условия сосуществования природы и человечества (на повышенном уровне – 22,5 %).

Анализ ответов экзаменуемых по данному блоку свидетельствует об успешном освоении экологического материала подавляющим большинством участников экзамена.

Для анализа результатов выполнения экзаменационной работы участники экзамена были разделены на четыре группы (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Характеристика групп участников по уровням подготовки

Описание отдельных групп участников экзамена	**Описание уровня подготовки отдельных групп участников экзамена**
Группа 1 Тестовый балл 0–35 Первичный балл 0–14	*Минимальный уровень подготовки*. Экзаменуемые имеют фрагментарные знания по учебному предмету «Биология», понимают ограниченный перечень биологической терминологии и символики, допускают многочисленные биологические ошибки. Правильно выполняют только отдельные задания с множественным выбором, к выполнению заданий части 2 с развернутым ответом практически не приступают или выполняют задания неверно

Группа 2 Тестовый балл 36–60 Первичный балл 15–29	*Удовлетворительный уровень подготовки.* Экзаменуемые имеют базовые знания и владеют набором основных умений по всем разделам учебного предмета «Биология», умеют оперировать ключевыми биологическими понятиями и терминами, допускают биологические ошибки. Задания части 2 с развернутым ответом выполняют частично. В развернутых ответах при раскрытии основного содержания отсутствуют целые элементы ответа
Группа 3 Тестовый балл 61–80 Первичный балл 30–45	*Хороший уровень подготовки*. Экзаменуемые имеют прочные базовые знания по учебному предмету «Биология», умеют оперировать биологическими понятиями и терминами, применять знания в знакомой и частично в новых (нестандартных) ситуациях. Они владеют умениями: сравнивать биологические объекты, процессы, явления; анализировать различные гипотезы сущности жизни; составлять схемы скрещивания, цепи питания; решать биологические задачи разной степени сложности. В ответах на задания части 2 с развернутым ответом при раскрытии основного содержания могут отсутствовать несущественные элементы, допущены отдельные биологические ошибки
Группа 4 Тестовый балл 81–100 Первичный балл 46–59	*Отличный уровень подготовки.* Экзаменуемые имеют системные знания по учебному предмету «Биология», могут применять их в новой (нестандартной) ситуации. Они владеют умениями: сравнивать биологические объекты; обобщать, анализировать, устанавливать последовательность процессов и явлений; находить взаимосвязь строения и функций биологических объектов; решать биологические задачи разной степени сложности. У них сформированы общеучебные умения и способы деятельности по составлению развернутого ответа на задания 2 части; они четко излагают свои мысли, делают правильные выводы

Рис. 2. Распределение участников экзамена 2025 г. по группам с разными уровнями подготовки

В части 1 участникам экзамена предлагалось 21 задание с кратким ответом. В каждой группе участников элементы содержания считались освоенными, а умения – сформированными, если результат выполнения каждого задания был 50 % или выше. Результаты выполнения заданий части 1 представлены на рис. 3.

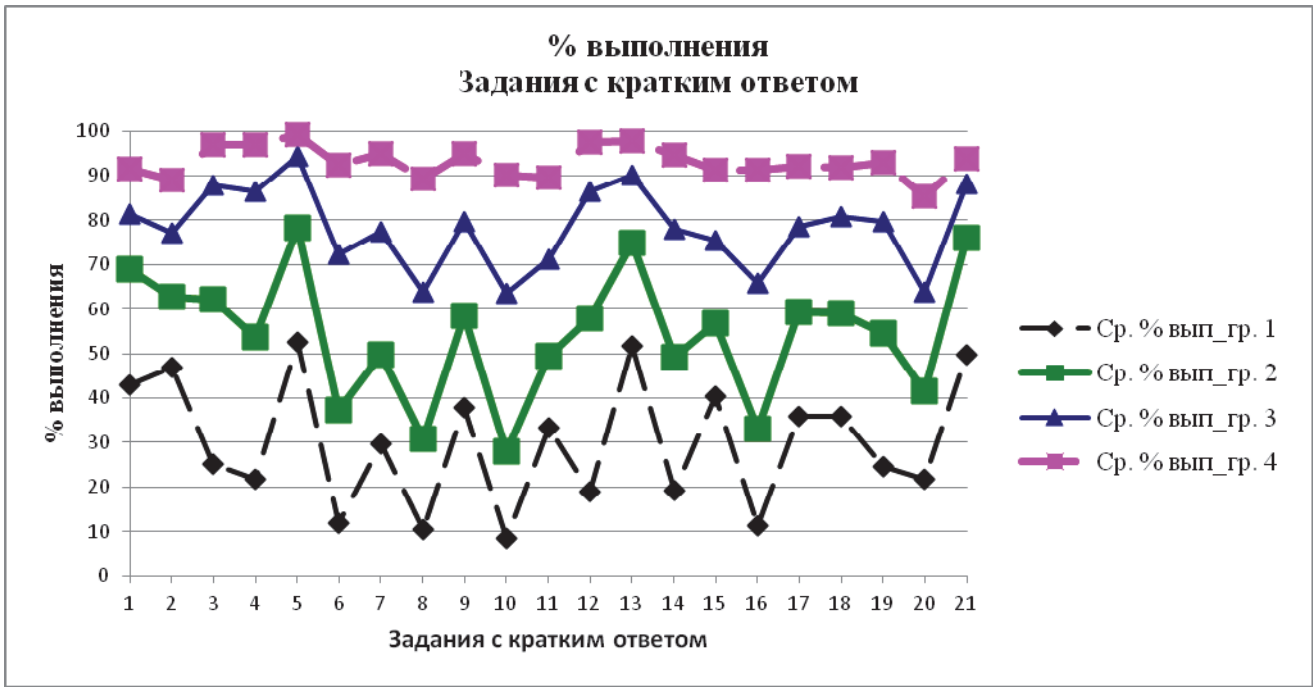


Рис. 3. Результаты выполнения заданий части 1 с кратким ответом

Анализ результатов выполнения всех заданий в каждой группе показал, что содержание учебного предмета «Биология» в целом освоено, а умения сформированы полностью только у двух групп экзаменуемых с отличным (группа 4) и хорошим (группа 3) уровнями подготовки. Они продемонстрировали высокие результаты по всем линиям. У группы 3 с хорошим уровнем подготовки результаты выполнения заданий по части 1 распределились в интервале 60–90 %, а у участников с отличным уровнем (группа 4) – в интервале 85–99 %.

Участники из группы с удовлетворительным уровнем подготовки лишь по 16 линиям преодолели 50 %-ный порог сформированности знаний и умений. Их результаты распределились в интервале 30–70 %. Участников из группы с минимальным уровнем подготовки практически не преодолели этот порог по всем линиям. Лишь по заданиям линий 5, 13, 21 они приблизились к 50 %-ному барьеру. Все показатели оказались ниже 40 %, что свидетельствует об отсутствии системных биологических знаний и не сформированности учебных предметных умений.

Результаты выполнения существенно зависят от типа заданий. Только у участников из группы 4 с отличной подготовкой результаты в части 1 практически не зависят от типа и уровня сложности задания. Средние результаты за задания части 1 распределились в интервале 89–99 %. Результаты участников группы из 3 с хорошим уровнем подготовки зависели от типа и уровня сложности задания. Интервал выполнения заданий базового уровня составил 77–94 %. Результаты выполнения заданий повышенного уровня находятся в диапазоне 63–78 %, что на 10–15 % ниже результатов заданий базового уровня. Низкие результаты получены по заданиям на установление соответствия в мини-модуле по блоку 4 «Многообразие организмов» (61 %), на установление последовательности в мини-модулях по блокам 2 «Клетка» и 5 «Человек». Во всех группах вызвали затруднения задания линии 20 по работе с таблицей.

Результаты выполнения заданий участниками из группы 2 с удовлетворительным уровнем подготовки существенно зависели от типа и уровня сложности задания. Все задания части 1 на установление соответствия, последовательности, работы с таблицей выполнены на 20–30 % ниже, чем задания базового уровня. Результаты выполнения заданий участниками из группы 1 с неудовлетворительной подготовкой по всем линиям располагаются в интервале 10–47 %.

Следует отметить, что во всех четырех группах самый высокий результат получен за задание базового уровня линии 21, в котором требовалось проанализировать результаты экспериментов, представленных в виде таблиц, графиков или диаграмм. Самыми сложными оказались задания на установление соответствия при наличии рисунка (линии 6, 10, 14). Во всех группах выполнение этих заданий ниже, чем заданий других типов вне зависимости от темы или раздела. Это объясняется тем, что для их выполнения необходимы не только биологические знания, но и умения распознавать биологические объекты или процессы. Учащиеся затруднились верно определить структуры биологических объектов, процессов, а как следствие, не смогли правильно указать их характеристики и признаки. На уроках биологии следует усилить работу с изображением биологических объектов и процессов, чаще предлагать обучающимся работу с учебником и другими средствами наглядности, которые входят в перечень обязательных при комплектовании кабинета биологии[2].

В части 2 предлагалось 7 заданий, из которых 1 задание повышенного уровня сложности (линия 22) и 6 заданий высокого уровня сложности (линии 23–28). На рисунке 4 показаны результаты выполнения участниками заданий части 2.

Рис. 4. Результаты выполнения заданий части 2 с развернутым ответом

При анализе результатов выполнения заданий части 2 с развернутым ответом учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения – сформированными, если процент выполнения задания, проверяющего данный элемент содержания или умения, равен или выше 50 % (см. рис. 4).

Как видно из диаграмм, преодолели заявленный уровень освоения (50 %) и показали результаты в интервале 60–91 % по всем заданиям только участники из группы 4

[2] https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402877920/

с отличной подготовкой. При этом низкие результаты (60 %) получены за задания линии 26, а самые высокие результаты – за задания линии 28 (91 %).

Участники из группы 3 с хорошим уровнем подготовки преодолели 50 %-ный барьер только по заданиям линии 22 (60 %), в которых требовалось проанализировать эксперимент, и линии 28 (60 %), где предлагались задачи по генетике. Самые низкие результаты получены по заданиям линии 26 (23,6 %). По сравнению с 2024 г. низкие результаты получены и по заданиям линии 27 – 40 %, в 2024 г. – 58 %.

Экзаменуемые из группы 2 с удовлетворительной подготовкой ни по одной линии заданий не приблизились к заявленному уровню освоения. Их результат оказались ниже 30 % выполнения (в интервале 6–28 %). Даже задания повышенного уровня сложности выполнили только 28,5 % участников. Участники из группы 1 (минимальный уровень) продемонстрировали самые низкие результаты по всем заданиям части 2. Их выполнение составило в среднем менее 6 % и расположилось в интервале 0,62–6 % независимо от типа задания и проверяемого в нем содержания. Большинство участников этой группы не приступало к выполнению заданий с развернутым ответом.

Сравнение результатов выполнения заданий разных линий показало, что сравнительно высокие результаты во всех группах получены по заданиям линий 22 и 28. В линии 22 проверялись умения применять биологические знания для анализа биологического эксперимента, определять варианты отрицательного контроля, выдвигать гипотезы, определять зависимую и независимою переменные, формулировать выводы. Следует отметить, что в мини-модуле линий 22 и 23 результаты существенно различаются.

Так, задания линии 22 выполнили в среднем 39,2 % участников, а результаты заданий линии 23 – в среднем только 30 %. Это объясняется тем, что в линии 23 проверялись не только умение анализировать результаты эксперимента, но и знания по конкретным разделам биологии. Отсутствие конкретных знаний по определенным темам привело к более низким результатам.

В контрольных измерительных материалах ЕГЭ 2025 г. по биологии значительная часть заданий является политомическими, их выполнение оценивается 0–2 или 0–3 баллами. Анализ показал, что выполнение политомических заданий части 1 с кратким ответом и заданий части 2 с развернутым ответом существенно различается в группах с разными уровнями подготовки. Результаты по политомическим заданиям представлены на гистограммах (рис. 5).

В части 1 таких заданий 15 из 21 (линии 2, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21), а в части 2 – все семь заданий (линии 22–28). Средние результаты выполнения таких заданий не дают полного представления об уровне подготовки участников экзамена, так как распределение результатов по баллам за каждое задание существенно различается.

Участники из группы 1 с минимальным уровнем подготовки в части 1 выполняют политомические задания чаще всего на 1 балл (9–48 %) в зависимости от уровня сложности, а максимальные 2 балла получили в среднем 3–22 % участников. Не выполнили задания и получили 0 баллов 29–86 % участников. За задания части 2 с развернутым ответом максимальные 3 балла получили менее 0,54 % участников, 2 балла – менее 2,5 %, а 1 балл – около 14 %. Не выполнили задания части 2 более 90 % участников.

Результаты участников из группы 2 с удовлетворительной подготовкой несколько выше. За задания части 1 максимальные 2 балла получили от 16 % до 58 % участников, а 1 балл получили 22–54 % экзаменуемых. Результаты по заданиям части 2 значительно ниже. Так, максимальные 3 балла получили 1–7 % экзаменуемых, а 2 балла – в среднем 4–16 % участников, 1 балл – 10–30 %. Самые высокие результаты в этой группе получены за выполнение заданий линии 22, где требовалось проанализировать результаты приведенного в задании эксперимента.

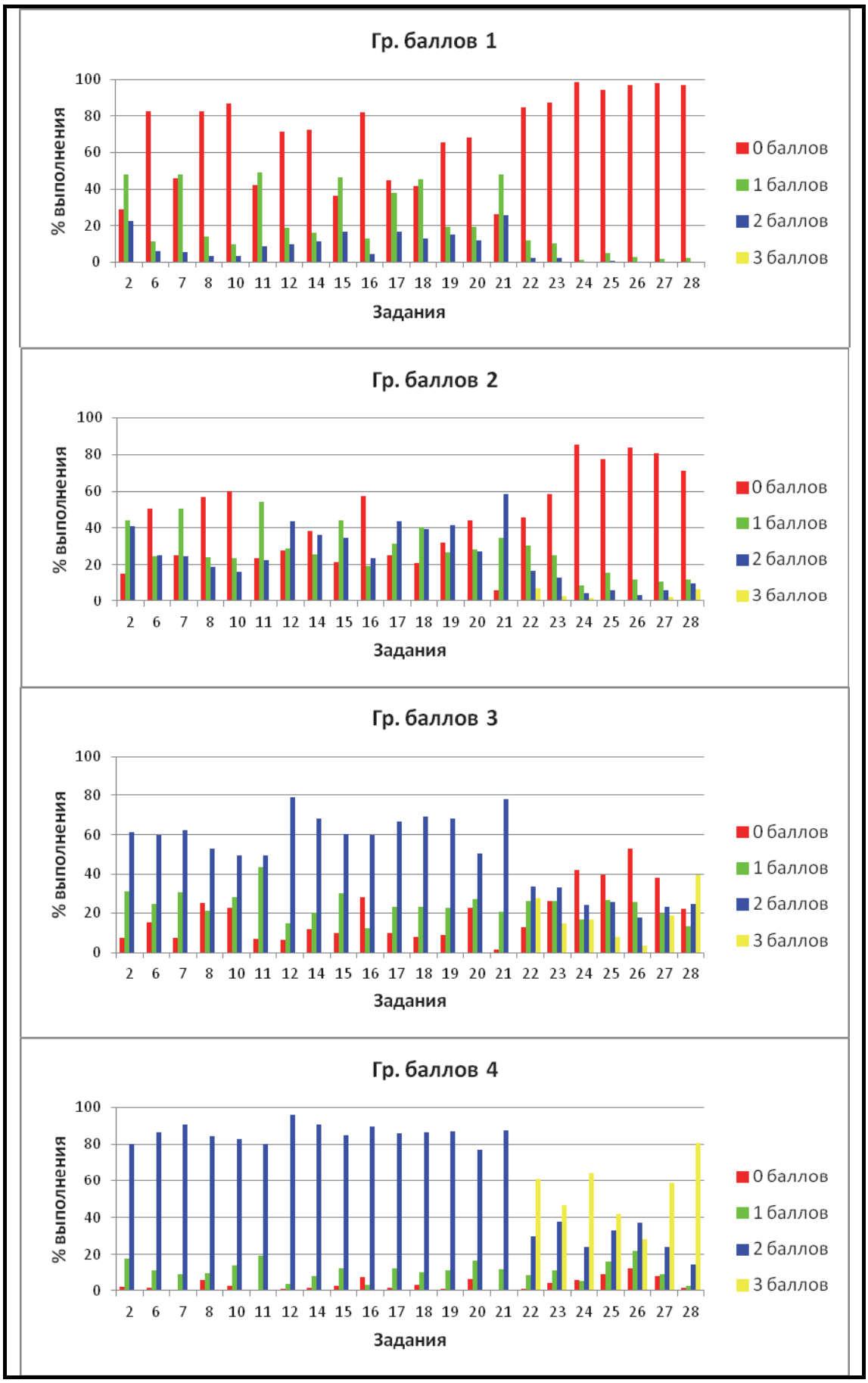


Рис. 5. Результаты выполнения политомических заданий разными группами участников

Результаты выполнения политомических заданий в группе 3 с хорошим уровнем подготовки значительно выше предыдущих двух групп участников. За выполнение заданий части 1 основная часть участников получила максимальные 2 балла (45–80 %). За выполнение заданий части 2 с развернутым ответом максимальные 3 балла получили 15–40 %, за исключением заданий линий 25 и 26, по которым результаты составили только 3,5–7 %. Основное число участников из этой группы получили 2 балла (28 %), а 1 балл – в среднем 13–26 % участников. Самые высокие результаты получены за выполнение заданий линии 28 (задачи по генетике).

Наиболее высокие результаты по всем заданиям работы были получены участниками из группы 4. За выполнение заданий части 1 с кратким ответом максимальные 2 балла получили 77–95 % экзаменуемых, а 0 балл – менее 5 % участников. Результаты выполнения подавляющего большинства заданий этой части имеют приблизительно одинаковые статистические данные. Результаты за выполнение заданий части 2 также достаточно высокие. Максимальные 3 балла получили от 42 % до 80 % экзаменуемых, а 0 баллов – в среднем менее 8 %. Самые низкие результаты по баллам получены за выполнение заданий линии 26. У участников с отличной подготовкой в одинаковой степени хорошо сформированы разнообразные знания и учебные умения, поэтому предметное содержание и форма заданий в данном случае не имеет определяющего значения.

Полученные данные в группе 4 с отличным уровнем подготовки и группе 3 с хорошим уровнем подготовки свидетельствует о последовательной, глубокой и системной подготовке участников к экзамену по биологии, наличии у них знаний содержания учебного предмета и сформированности разнообразных предметных и метапредметных умений. Высокие результаты за выполнение заданий объясняются целенаправленным взаимодействием учителя и ученика на протяжении длительного времени, наличием мотивации, систематическим и глубоким погружением в изучение биологии.

Главная задача современной школы – это более ранняя профориентация обучающихся с последующей, грамотно выстроенной технологией по подготовке к итоговой аттестации.

В актуальных методических рекомендациях по биологии особое внимание в этом году уделим двум ключевым практическим направлениям:

1) обучению решению цитологических задач, включающему эффективные подходы и алгоритмы работы с учебным материалом;
2) освоению филогенетической систематики в целях решения задач по эволюции органического мира.

Данные направления представляют особую значимость для формирования комплексного понимания биологических процессов и развития навыков решения прикладных задач в рамках утвержденной федеральной образовательной программы по биологии на углубленном уровне.

Начиная с 2009 г. в КИМ ЕГЭ по биологии обязательно включались задачи по проверке знаний и умений из области молекулярной биологии. Именно в период штатного режима ЕГЭ начали складываться модели заданий по молекулярной биологии высокого уровня сложности, а также критерии по их оцениванию, в которых за максимально правильный ответ всегда выставлялось 3 балла.

Пример задания, используемого в КИМ ЕГЭ по биологии в 2009 г.

Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: АТАГЦТГААЦГГАЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если

третий триплет соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

1) нуклеотидная последовательность участка тРНК: УАУЦГАЦУУГЦЦУГА;

2) нуклеотидная последовательность антикодона ЦУУ (третий триплет) соответствует кодону на иРНК ГАА;

3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота ГЛУ, которую будет переносить данная тРНК.

Генетический код (иРНК от 5′ к 3′ концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

В последующие годы разработчики КИМ ЕГЭ расширили вариативность исходной модели. Так, очень популярными стали задания на определение фрагмента ДНК по имеющейся молекуле иРНК или мутаций во фрагменте ДНК.

Пример задания, используемого в КИМ ЕГЭ по биологии в 2010 г.

Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: АТАГЦТГААЦГГАЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

1) нуклеотидная последовательность участка тРНК: УАУЦГАЦУУГЦЦУГА;

2) нуклеотидная последовательность антикодона ЦУУ (третий триплет) соответствует кодону на иРНК ГАА;

3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота ГЛУ, которую будет переносить данная тРНК.

Пример задания, используемого в КИМ ЕГЭ по биологии в 2014 г.

Фрагмент исходной цепи молекулы ДНК: ТГЦАГТЦЦГГ. Известно, что произошла мутация, в результате которой восьмой нуклеотид потерян. Определите новую последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК и иРНК, синтезируемой на мутантной ДНК, а также последовательность аминокислот в молекуле белка, синтезируемой на мутантной ДНК. Используйте таблицу генетического кода.

Элементы ответа:

1) молекула мутантной ДНК: ТГЦАГТЦГГ;

2) молекула и РНК, синтезируемая на мутантной ДНК: АЦГУЦАГЦЦ;

3) молекула мутантного белка: тре-сер-ала.

Дальнейшая эволюция заданий в ЕГЭ определялась развитием и углублением биологического содержания в старшей школе. Так, в ряде профильных учебников по разделу «Общая биология» появляется понятие «антипараллельность» – сначала робко в рисунках, где изображались двухспиральные молекулы ДНК[3], а затем в тексте параграфов, например при объяснении структур, определяющих стабильность иРНК, их роли в регуляции экспрессии[4]. В 2020 г. понятие «антипараллельность» было включено в задачи ЕГЭ по биологии.

Пример задания, используемого в КИМ ЕГЭ по биологии в 2020 г.

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’-концу в одной цепи соответствует 3’-конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’-конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’- к 3’-концу.

Ретровирус в качестве генома содержит молекулу РНК. При заражении клетки он создаёт ДНК-копию своего генома и встраивает её в геном клетки-мишени. Фрагмент генома ретровируса имеет следующую последовательность:

5’-АЦГУАУГЦУАГАУГЦ-3’

Определите последовательность фрагмента ДНК-копии, которая будет встроена в геном клетки-мишени. Определите последовательность фрагмента белка, синтезируемого на данном фрагменте ДНК-копии, если цепь, комплементарная исходной молекуле РНК, будет служить матрицей для синтеза иРНК. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Схема решения задачи включает:

1) последовательность ДНК копии:
3’-ТГЦАТАЦГАТЦТАЦГ-5’
5’-АЦГТАТГЦТАГАТГЦ-3’
ИЛИ
5’-АЦГТАТГЦТАГАТГЦ-3’
3’-ТГЦАТАЦГАТЦТАЦГ-5’
ИЛИ
5’-ГЦАТЦТАГЦАТАЦГТ-3’
3’-ЦГТАГАТЦГТАТГЦА-5’
ИЛИ
3’-ЦГТАГАТЦГТАТГЦА-5’
5’-ГЦАТЦТАГЦАТАЦГТ-3’;
2) последовательность иРНК: 5’-АЦГУАУГЦУАГАУГЦ-3’;
3) последовательность аминокислот в полипептиде: тре-тир-ала-арг-цис.

Принципиально новая подача условий в задании значительно разнообразила вариативность данной линии.

Пример задания, используемого в КИМ ЕГЭ по биологии в 2022 г.

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’-концу в одной цепи соответствует 3’конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’-конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’- к 3’-концу.

Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-АТЦАТГТАТГГЦТАГАГЦТАТТ-3′
3’-ТАГТАЦАТАЦЦГАТЦТЦГАТАА-5’

Определите последовательность аминокислот во фрагменте начала полипептидной цепи, объясните последовательность решения задачи. При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты **мет**. Известно, что итоговый фрагмент полипептида,

[3] См.: Теремов А.В., Петросова Р.А. Биология. Биологические системы и процессы. 10 класс. – М.: Мнемозина, 2010.
[4] См.: Захаров, В.Б. Биология. Общая биология. 10 кл. Углубленный уровень – М.: Дрофа, 2013.

кодируемый этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.
Схема решения задачи включает:
1) последовательность иРНК: 5′-АУЦАУГУАУГГЦУАГАГЦУАУУ-3′;
2) аминокислоте **мет** соответствует кодон 5′-АУГ-3′ (АУГ);
3) при синтезе с первого кодона 5′-АУГ-3′ (АУГ) фрагмент полипептида обрывается (в рамке считывания присутствует стоп-кодон);
4) синтез фрагмента полипептида начинается со второго кодона 5′-АУГ-3′ (АУГ) (синтез начинается с восьмого нуклеотида);
5) последовательность аминокислот во фрагменте полипептида находим по таблице генетического кода: мет-ала-арг-ала-иле

В Федеральной рабочей программе углубленного уровня среднего общего образования по биологии (ФРП) в теме «7. Наследственная информация и реализация её в клетке» представлены следующие дидактические единицы: Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. Реализация наследственной информации. Генетический код, его свойства. Транскрипция — матричный синтез РНК. Принципы транскрипции: комплементарность, **антипараллельность**, асимметричность. Созревание матричных РНК в эукариотической клетке. Трансляция и её этапы. Участие транспортных РНК в биосинтезе белка. Условия биосинтеза белка. Кодирование аминокислот. Роль рибосом в биосинтезе белка.

В 2025 г. в КИМ ЕГЭ имеются вариации по следующим сюжетным направлениям работы с генетическим кодом: сдвиг рамки считывания, палиндромы, поиск кодирующей цепи, выбор матричной цепи, на которой в открытой рамке считывания (ОРС) присутствует определенная (заданная в условии) аминокислота.

Рассмотрим несколько методических приемов отработки данного содержания.
Процесс состоит из двух этапов:

1) Транскрипция (синтез РНК на матрице ДНК);
2) Трансляция (синтез полипептида на матрице РНК).

Транскрипция происходит в ядре у эукариот и в цитоплазме у прокариот.

Трансляция проходит в цитоплазме у всех организмов.

У эукариот есть процессинг РНК после синтеза, у прокариот его нет.

Существует принцип комплементарности (А-Т, Г-Ц).

Состав нуклеотидов ДНК и РНК различается (в ДНК А, **Т**, Г, Ц, а в РНК А, **У**, Г, Ц).

Цепи нуклеиновых кислот имеют направление (5’-конец – это начало; 3’-конец – это конец).

Связанные комплементарно цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’-концу одной цепи соответствует 3’-конец другой цепи):

- однонитевые нуклеиновые кислоты могут иметь комплементарные участки внутри одной цепочки, из-за взаимодействия которых образуется вторичная структура (например, шпильки);
- на иРНК есть 5’- и 3’-нетранслируемые области; часть иРНК, кодирующая полипептид, называется открытой рамкой считывания (ОРС), которая начинается с триплета АУГ, кодирующего аминокислоту метионин, заканчивается стоп-кодоном;
- синтез РНК всегда происходит в направлении от 5’-конца к 3’-концу;
- при синтезе полипептида рибосома движется по иРНК в направлении от 5’-конца к 3’-концу (рибосома садится на 5’-конец и начинает с него);
- также необходимо знать, как устроен генетический код и каковы его свойства, и уметь пользоваться таблицей генетического кода.

Примеры заданий

Важно: задания расположены в порядке от простых к сложным, но они все обязательны. Пропуск первых, самых очевидных из них, ведет к отсутствию фундаментальных базовых навыков у учеников.

***Задание 1*:** написание комплементарных цепей.

Надо пробовать все варианты: написание ДНК по ДНК, РНК по ДНК и ДНК по РНК.

Пока ученики не начнут быстро по памяти верно писать цепочки, не путать тимин и урацил и всегда верно подписывать концы, это упражнение необходимо повторять снова и снова.

Задание 2: написание полипептида по последовательности иРНК.

Сначала можно просто дать ученикам набор триплетов и попросить найти аминокислоты по таблице.

Затем наоборот: по аминокислотам необходимо найти все кодирующие их триплеты.

Полезно, но не обязательно выучить старт-кодон (АУГ) и стоп-кодоны (УГА, УАА и УАГ), это ускорит выполнение поиска рамки считывания в следующих заданиях.

Задание 3: поиск открытой рамки считывания.

Есть два варианта: 1) поиск по старт-кодону или стоп-кодону. В случае со старт-кодоном надо найти АУГ и, начиная с него, разбить последовательность на триплеты в сторону 3'-конца; 2) необходимо найти стоп-кодон и, начиная с него, разбить последовательность на триплеты в сторону 5'-конца.

Например:

5′ – Ц Г А У Г Г У Г А Ц А А У Г У А Ц У А Г Ц А – 3′

Находим ОРС:

5′ – Ц Г | А У Г | Г У Г | А Ц А | А У Г | У А Ц | У А Г | Ц А – 3

мет стоп

Часто в заданиях КИМ ЕГЭ ОРС неполная (либо приведено начало рамки, и нет стоп-кодона, либо, наоборот, приведен конец рамки, и нет АУГ и начала). При этом в последовательности может присутствовать несколько старт- или стоп-кодонов, но всегда есть дополнительное условие.

Например:

5′ – Г А У Г Г А У Г А Ц У А А Г У А Ц У А Г Ц А – 3

Известно, что фрагмент полипептида имеет длину не менее четырех аминокислот.
В данной последовательности есть два кодона АУГ.

5′ – Г | А У Г | Г А У | Г А Ц | У А А | Г У А Ц У А Г Ц А – 3

мет стоп

В этой ОРС есть только три аминокислоты, она не удовлетворяет условию.

5′ – Г | А У Г | Г А У | Г А Ц | У А А | Г У А Ц | У У Г | Ц А – 3

мет стоп

В этой ОРС кодируемый фрагмент полипептида будет иметь пяти аминокислот, это удовлетворяет условию.

Другой пример: конец ОРС, в последовательности нет старт-кодонов.

5′– У А Ц У А Ц Г У А У Г А Г У Ц Г У А А Г У А Ц Г – 3′

Известно, что фрагмент полипептида имеет длину не менее четырех аминокислот.
В данной последовательности есть два стоп-кодона.

5′– У А Ц | У А Ц | Г У А | У Г А | Г У Ц Г У А А Г У А Ц Г – 3′
СТОП

Данная ОРС не удовлетворяет дополнительному условию (в последовательности есть всего три аминокислоты).

5′– У А Ц | У А Ц | Г У А | У Г А | Г У Ц Г | У А А | Г У А Ц Г – 3′
СТОП СТОП

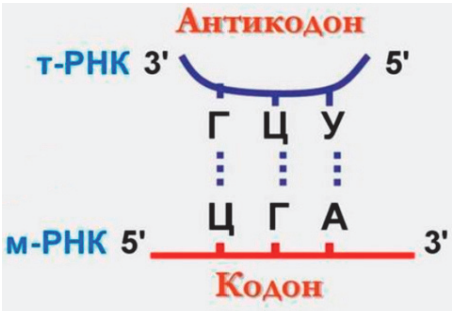
Данная ОРС удовлетворяет всем условиям.

Задание 4: определение аминокислоты, которую переносит тРНК.
Для успешного выполнения данного задания ученик должен понимать:

- в таблице генетического кода указаны кодоны иРНК, а не антикодоны тРНК;
- кодон иРНК и антикодон тРНК комплементарны и антипараллельны.

Чтобы найти аминокислоту по заданному антикодону тРНК, нужно написать комплементарный триплет и развернуть его.

Например, если антикодон тРНК указан УЦГ (от 5’-конца к 3’-концу),то верный кодон – ЦГА (от 5’-конца к 3’-концу), и именно его надо искать в таблице генетического кода.



Более сложная версия этого задания может выглядеть следующим образом:

Молекулы тРНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке (антикодоны указаны в направлении от 5'- к 3'-концу): ГЦУ, ЦЦА, ЦГЦ, УАА, ЦГУ. Определите последовательность иРНК и полипептида, которые синтезируются в данном процессе.

Для выполнения данного задания нужно для каждого антикодона по отдельности написать соответствующий кодон, затем склеить их в одну последовательность иРНК, и уже потом искать аминокислоты по таблице генетического кода.

тРНК: ГЦУ, ЦЦА, ЦГЦ, УАА, ЦГУ

иРНК: АГЦ, УГГ, ГЦГ, УУА, АЦГ

В обоих случаях триплеты написаны в направлении от 5’-конца к 3’-концу.

Задание 5: поиск вторичной структуры РНК.

В таких заданиях исходно дается молекула ДНК, в которой надо найти комплементарные участки (так называемый палиндром). Его гораздо легче искать именно на двухцепочечной молекуле ДНК, поскольку последовательность нуклеотидов будет одинаковой на каждой из цепей ДНК, если читать эти цепи от 5’- к 3’-концу.

Например:

ДНК:

5′ – Ц А Г Т Г Ц Г Т А Т Г Г Ц А Ц Т Г – 3′

3′ – Г Т Ц А Ц Г Ц А Т А Ц Ц Г Т Г А Ц – 5′

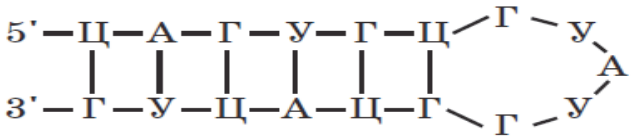
5′ – Ц А Г Т Г Ц Г Т А Т Г Г Ц А Ц Т Г – 3′

3′ – Г Т Ц А Ц Г Ц А Т А Ц Ц Г Т Г А Ц – 5′

Если отметить себе палиндром на ДНК, то комплементарные участки на иРНК будут автоматически перенесены на РНК при написании её последовательности:

5′ – Ц А Г У Г Ц Г У А У Г Г Ц А Ц У Г – 3′

Таким образом, вторичная структура будет выглядеть так:



Затем комбинируйте различные варианты заданий.

Можно дать ученикам последовательность, содержащую сначала шпильку, а затем ОРС. У вас получится аналог задания КИМ ЕГЭ 2025 г. с тмРНК.

Пример задания

У бактерий имеются специфические транспортно-матричные РНК (тмРНК). В тмРНК есть шпилечная структура, которая позволяет ей попадать в рибосому. После шпильки через несколько нуклеотидов располагается открытая рамка считывания, которая начинается с аланинового кодона. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок тмРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная):

5′-АЦГАЦТТЦЦТГЦАГАААГТЦААГЦАГАТАЦТГААЦ-3′

3′-ТГЦТГААГГАЦГТЦТТЦАГТТЦГТЦТАТГАЦТТГ-5′

Установите нуклеотидную последовательность участка тмРНК, который синтезируется на данном фрагменте. Найдите на данном участке комплементарные участки и установите вторичную структуру участка тмРНК. Установите последовательность начала открытой рамки считывания на данном участке тмРНК. Какая последовательность полипептида кодируется данным фрагментом тмРНК? Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Схема решения задачи включает:

1) нуклеотидная последовательность участка тмРНК:

5′-АЦГАЦУУЦЦУГЦАГААГУЦААГЦАГАУАЦУГААЦ-3′;

2) вторичная структура тмРНК:

```
5′-А       АГЦАГАУАЦУГААЦ-3′
    Ц    А
     Г—Ц
     А—У
     Ц—Г
     У—А
     У—А
     Ц—Г
    Ц    А
     У  Ц
      Г
```

3) открытая рамка считывания:
5′-ГЦАГАУАЦУГАА-3′ (*или отмечена и подписана на последовательности тмРНК или вторичной структуре*);
4) открытая рамка считывания начинается с кодона 5′-ГЦА-3′ (ГЦА), кодирующего аланин (ала) (*или отмечен и подписан на последовательности тмРНК или вторичной структуре*);
5) последовательность полипептида: ала-асп-тре-глу.

Обучающимся можно предложить задание, в котором не будет указано, какая из цепей ДНК матричная, но будет известно, какие аминокислоты содержит полипептид. В этом случае получится аналог задания КИМ ЕГЭ 2025 г. на поиск кодирующей цепи.

Главное: если последовательно отработать с учащимися все типы заданий, приведенные выше, то им не составит труда решить любое задание, даже если оно будет новой модели. Набор требуемых навыков во всех заданиях линии 27 одинаковый и не зависит от модели задания.

Ещё одним ключевым практическим направлением является освоение обучающимися основ филогенетической систематики, позволяющей решать задачи по эволюции органического мира.

За последние 30 лет биологическая наука сделала огромный рывок в изучении изменчивости организмов на молекулярном уровне: подавляющее большинство научных публикаций, посвященных таксономии, систематике и эволюции живых организмов, не обходится без данных о нуклеотидных (или аминокислотных) последовательностях. При описании (выделении) новых видов используются уже ставшие золотым стандартом гены «баркодинга» или «штрикода», такие как, например, цитохромоксидаза 1 (*cyt1*) или субъединицы митохондриальной РНК (*rRNA L*; *rRNA S*). Сравнивая последовательности этих (и многих других) генов у двух организмов, можно определить количество различий между ними. На основании этих различий можно предполагать степень их родства (организмы принадлежат одному или разным видам), насколько сильна изоляция между популяциями организмов и многое другое. Более того, сравнивая между собой последовательности одинаковых генов из разных организмов, можно строить филогенетическое дерево. *Филогенетическое дерево* – математическая модель, отражающая эволюционные взаимосвязи между различными видами, которые имеют общего предка. Необходимо отметить, что мы рассматриваем гипотетические исторические связи между организмами, т.е. дерево может отражать реальные события или не отражать их [5].

Данное понятие рассматривается в ФРП по биологии (углубленный уровень) в теме 3. «Макроэволюция и её результаты» представлены следующие дидактические единицы: «Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции. Генетические механизмы эволюции онтогенеза и появления эволюционных новшеств. Гомологичные и аналогичные органы. Рудиментарные органы и атавизмы. Молекулярно-генетические, биохимические и математические методы изучения эволюции. Гомологичные гены. *Современные методы построения филогенетических деревьев*»[6].

Филогенетическое дерево представляет собой структуру, состоящую из узлов и ветвей (рис. 6). В терминальных (конечных) узлах расположены исследуемые таксоны, в то время как внутренние узлы представляют собой места ветвления дерева. Обратите внимание на то, что в большинстве случаев в узлах происходит ветвление дерева надвое, а узлы, из которых отходит больше двух ветвей, считаются неразрешенными – подлежащими дальнейшим исследованиям. Терминальные узлы также отражают позицию ближайшего общего предка для нескольких таксонов. Так, например, в изображённом

[5] См.: <https://static.igem.org/mediawiki/2021/2/2e/T--LMSU--guide_mega.pdf>.
[6] См.: <https://edsoo.ru/>.

филогенетическом дереве из приведенных организмов ближайшим к человеку является мышь.

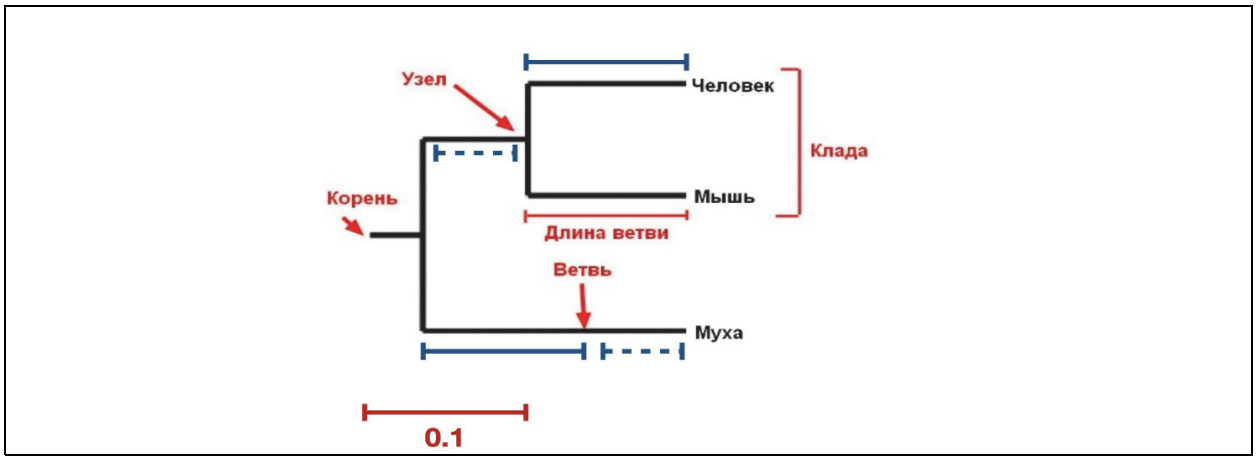


Рис. 6. Структурное описание филогенетического древа

Из представленной схемы филогенетического дерева логично вытекает, что таксонами являются объединения их терминальных узлов, которые содержат всех потомков одного общего предка. Такие таксоны называются кладами или монофилетическими таксонами (в узком смысле этого слова). В приведенном примере монофилетическим таксоном выступает клада, объединяющая человека и мышь. Как нетрудно догадаться, этот таксон соответствует плацентарным млекопитающим (хотя возможны и другие интерпретации). Существуют и другие типы таксонов, которые встречаются в современной систематике, но не являются монофилетическими. Такие таксоны не обсуждаются в данной методической разработке и рассмотрены в учебниках.

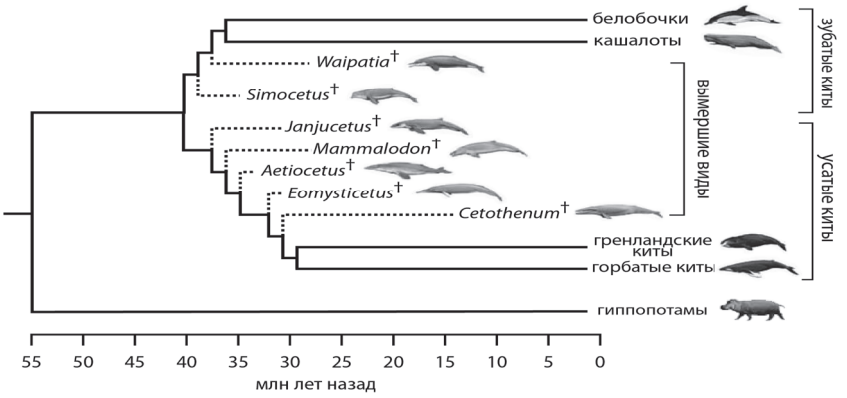
Многие филогенетические деревья не только отражают родственные взаимоотношения между видами, но и позволяют давать количественную оценку таких различий. Для этого ученым на дереве задается параметр длина ветви. Чем длиннее ветвь, тем большее количество различий будет между исследуемыми организмами (на практике – расстояние между генами). В нашем примере масштабный отрезок отражает 10 % (0,1) различий (замен) между последовательностями.

Как, используя масштабный отрезок, можно рассчитать дистанцию между двумя таксонами на дереве? Ответ окажется достаточно прост: необходимо сложить сумму всех ветвей, которые кратчайшим образом соединяют два таксона, начиная от общего предка. Например, в случае если мы хотим рассчитать дистанцию между мышью и человеком, то сложим два отрезка (один отрезок от «узла» до человека и другой отрезок от «узла» до мыши). Получается, что дистанция на таком дереве между человеком и мышью будет составлять 20 %. Сложнее рассчитать расстояние между человеком и мухой. В данном случае предок будет в более глубоком узле и необходимо сложить между собой все масштабные отрезки. Заметим, что ветвь от корня до мухи не делится нацело на 10, а значит, мы не можем представить её в виде двух стандартных отрезков. Поэтому один отрезок показан пунктиром. Получается, что дистанция от корня до мухи – примерно 15 %. Такие же два отрезка ведут от корня до человека. А значит, согласно нашему филогенетическому дереву расстояние между человеком и мухой составит 30 %.

Стоит отметить, что задания, посвященные интерпретации филогенетических деревьев, встречаются в ЕГЭ в течение последних лет среди заданий как повышенного, так и высокого уровня сложности. В качестве примера приведем одно из заданий линии 24, проверяющее умение проводить анализ филогенетического дерева китообразных и их ближайших родственников.

Задание

Рассмотрите филогенетическое древо млекопитающих. Какая форма эволюционного процесса привела к возникновению зубатых и усатых китов? Определите, какая из современных групп млекопитающих находится в ближайшем родстве с китообразными. Какие морфологические признаки сформировались у китов в связи с водным образом жизни? Укажите любые три признака.



Так, на нем присутствуют ископаемые виды, для которых (в большинстве случаев) невозможно извлечение ДНК для секвенирования (прочтения). С другой стороны, вместо шкалы, отражающей долю замен на дереве, представлена шкала, отражающая время расхождения (дивергенции) между таксонами, или время существования последнего общего предка. Например, по этому дереву можно определить, что общий предок гренландского и горбатого китов жил примерно 30 млн лет назад, а предок всех китообразных существовал около 40 млн лет назад. Более того, предок китообразных и ближайших им парнокопытных животных (гиппопотамов) существовал примерно 55 млн лет назад. Но как соотнести между собой время расхождения между таксонами и долю накопленных различий в генах между ними? Ответ на этот, казалось бы, простой вопрос занял у учёных множество времени.

Во-первых, на нуклеотидном уровне не все замены (мутации) являются одинаковыми. Далее по тексту мы обсуждаем лишь генные мутации, поэтому описанная терминология в общем случае верна только для них. Существуют синонимичные мутации, которые не ведут к замене аминокислоты, но ведут к изменению кодона (изменению последовательности ДНК), а также несинонимичные мутации, которые приводят к замене аминокислоты в последовательности белка. Во-вторых, мутации могут иметь разный фенотипический эффект. Выделяют полезные (повышающие приспособленность), вредные (понижающие приспособленность) и нейтральные (никак не влияющие на приспособленность) мутации. Очевидно, что подавляющее большинство синонимичных мутаций нейтральные (так как белковый продукт никак не изменяется), однако нейтральные мутации также могут быть обнаружены и среди несинонимичных мутаций. Полезные мутации поддерживаются естественным отбором и быстро распространяются (фиксируются) в популяции. Вредные мутации, наоборот, постепенно вычищаются (элиминируются) из популяций. Процессы, приводящие к эволюционному изменению нуклеотидных и белковых последовательностей, были представлены в экзамене на протяжении многих лет. В качестве примера приведем задание линии 26 высокого уровня сложности.

Задание

У плацентарных млекопитающих аминокислотные последовательности фермента гликолиза фосфофруктокиназы различаются. При сравнении аминокислотной последовательности этого фермента оказалось, что участок, формирующий активный центр, идентичен у всех плацентарных млекопитающих. Объясните этот факт. Какой тип отбора иллюстрирует данный пример? Ответ поясните. Почему при сравнении нуклеотидной последовательности, кодирующей активный центр фермента, замены всё же обнаруживаются? Какое свойство генетического кода иллюстрирует данный пример?

В данном задании рассматривается пример стабилизирующего отбора. Действительно, активный центр довольно консервативного фермента гликолиза не должен меняться, так как его функция не меняется (или почти не меняется) независимо от организма, в котором процесс гликолиза протекает. Поэтому все несинонимичные замены в области активного центра фермента являются скорее вредными и поэтому будут отчищаться отбором. Но синонимичные мутации не видны для отбора, и поэтому на их фиксацию или элиминацию будет влиять другой эволюционный фактор – дрейф генов. Именно благодаря дрейфу генов (случайному эволюционному фактору) какие-то из синонимичных мутаций будут фиксироваться. Эти мутации и будут видны при сравнении гена фосфофруктокиназы различных животных.

Для реконструкции филогенетических деревьев полезные или вредные замены не подходят, потому что время, за которое они будут фиксироваться в популяции, зависит от множества факторов, главным из которых является скорость естественного отбора. Если у одного вида отбор идет активно, и мутация зафиксировалась за 10 тысяч лет, а у другого – слабо и другая мутация зафиксировалась за 100 тысяч лет, то по итогу одинаковые видимые различия соответствуют совсем разным временам расхождения. Нейтральные же мутации фиксируются за известное количество времени. Это можно проиллюстрировать при помощи нехитрых математических расчетов. Из курса общей биологии за 11 класс известно, что вероятность фиксации вновь возникшей мутации под действием дрейфа генов составляет $1/2N$, где N- число диплоидных особей в популяции. Единица в числителе такой формулы означает, что данная мутация возникла у единственной особи в популяции. Это разумно, если считать, что мутации – это достаточно редкие события и почти невозможно наблюдать одинаковые заново возникшие мутации у двух неродственных организмов. Теперь представим себе, что вероятность мутации, возникшей у особи за одно поколение, составляет k. Тогда за одно поколение в популяции возникнет $k \times 2N$ мутаций. А какая вероятность им быть зафиксированными, мы уже рассчитали выше – $1/2N$. Получается, всего в популяции за поколение фиксируется k мутаций (замен). Обратите внимание на то, что эта великолепная закономерность никак не зависит от численности популяции. Формулируется закономерность следующим образом: количество накопленных замен между особями пропорционально скорости (частоте) мутагенеза (k).

Но какое отношение знания о скорости фиксации мутаций имеют к построению филогенетических деревьев? В реальности абсолютно прямое. По факту решение задачи о построении филогенетического дерева – это обратная задача той, что мы решили выше. Рассмотрим последовательность гена у общего предка и двух потомков. Пусть известно, что с момента существования общего предка прошло 10 млн лет (T). Также известно, что в изображенной последовательности за 5 млн лет фиксируется одна замена (k). Обратим внимание на то, что в популяции может возникать гораздо больше замен, но фиксироваться будет только одна. Тогда за 10 млн лет у каждого потока зафиксируется по две замены (рис. 7).

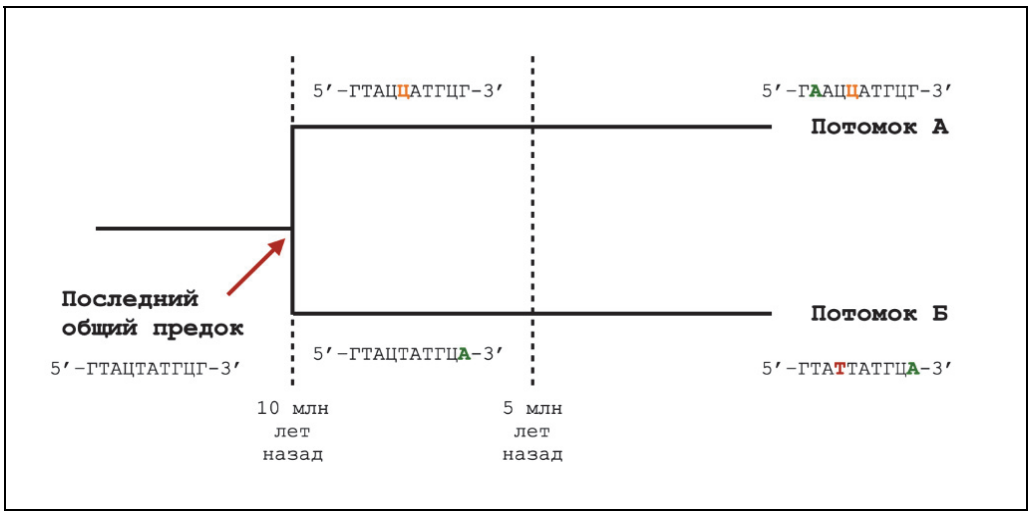


Рис. 7. Эволюция последовательностей.

Теперь решим обратную задачу. Возьмем две последовательности потомков и найдем общее количество отличий в них. Нетрудно догадаться, что количество этих различий (D) будет равно четырем (рис. 2). Пусть теперь известно, что в изображенной последовательности за 5 млн лет фиксируется одна замена (k). Тогда можно рассчитать, какое время назад существовал последний общий предок (T). $T = D/(2\times k) = 4/2\times 1 = 2$, а так время – 5 млн лет, то итоговое время как раз и составит 10 млн. Обратим внимание на то, что в знаменателе формулы стоит цифра 2, так как после разделения общего предка обе группы потомков эволюционируют независимо. Таким образом, мы решили обратную задачу, а именно, зная количество замен и скорость их образования нашли время существования общего предка.

В 1965 г. Э. Цукеркандль (1922–2013) и Л. Полинг (1901–1994) сравнили последовательности нескольких белков у позвоночных животных и пришли к выводу, что представленные теоретические расчеты вполне соответствуют реальным данным. Так была сформулирована теория молекулярных часов. Подробности исследования ученых остаются за рамками данных методических рекомендаций, также как и ограничения, связанные с применением данного метода.

Рассмотрим еще одну задачу.

При каждом раунде репликации ДНК полимераза вносит ошибки в последовательность нуклеотидов. Чем раньше существовал общий предок двух видов, тем больше различий (нуклеотидных замен) накапливается между последовательностями ДНК потомков этого предка. Филогенетические деревья позволяют продемонстрировать эволюционную связь между потомками общего предка.

Ниже приведено выравнивание последовательностей смысловых цепей гомологичных участков одного из генов трёх штаммов бактерии и их известного общего предка. Измененные нуклеотиды в выравнивании выделены жирным шрифтом.

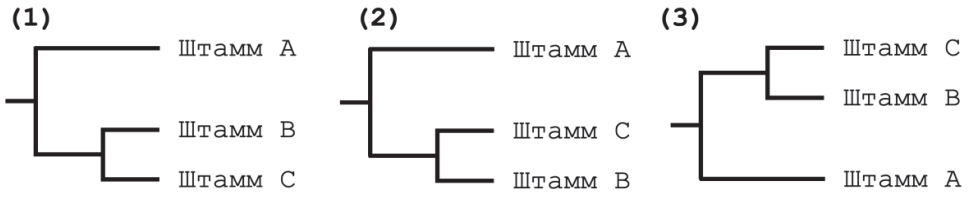
```
Предок      5′-ГТАЦТ АТГЦГ АТЦАТ ЦЦТГГ ЦТАТЦ ТАГТА ТТТЦА-3′
Штамм А     5′-ГТАЦТ АТГЦГ АТЦАТ Ц𝐀ТГГ 𝐀ТАТЦ ТАГТА 𝐆ТТЦА-3′
Штамм В     5′-ГТАЦТ АТГ𝐓Г А𝐆ЦАТ ЦЦТГГ ЦТАТЦ 𝐆А𝐂𝐆А ТТТЦА-3′
Штамм С     5′-ГТАЦТ АТГЦГ А𝐆ЦАТ Ц𝐆ТГГ ЦТАТЦ 𝐆А𝐆𝐆А Т𝐀ТЦА-3′
                1    5      10     15     20     25     30     35
```

Постройте филогенетическое древо для данных трёх штаммов на основании представленных последовательностей нуклеотидов. Укажите порядок возникновения трёх штаммов. Рассчитайте, когда существовал последний общий предок штаммов *B* и *C* при условии, что на приведенном участке за сто поколений возникает три нейтральные* мутации. Приведите расчеты, аргументируя ответ. Считайте, что одно поколение

у данного вида бактерии сменяется за 20 минут, а также что все мутации, которые произошли в данном участке гена, нейтральные. При ответе округляйте значения до первого знака после запятой.

** Нейтральные мутации – это изменения в последовательности ДНК, которые не оказывают никакого влияния на приспособленность организма.*

Приведем критерий оценивания данного задания.

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает: 1) Филогенетическое дерево  *(допускается один любой вариант изображения филогенетического дерева);* 2) сначала возник штамм *A* ИЛИ 2) сначала возник штамм *A* и предок штаммов *B*/*C* (предковый штамм *BC*) 3) затем возникли штаммы *B* и *C*; 4) между штаммами *B* и *C* имеется четыре нуклеотидных различия (имеются нуклеотидные различия в позициях 9, 17, 28, 32); 5) после разделения два штамма накопили в среднем по две нейтральные мутации; 6) количество поколений (*N*), необходимое для накопления такого количество мутаций, составит $N = \frac{2 \cdot 100}{3} = 66,7$; 7) время, необходимое для формирования такого количества различий (*t*), составит $(t) = 66,7 \cdot 20 = 1334$ минуты (22,2 часа)	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок, и включает в себя пункты 1, 6 и 7	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок, и включает в себя пункт 1	2
Ответ включает в себя два-три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Приведенные примеры заданий можно использовать в учебном процессе при изучении понятия «Филогенетическое дерево».

При подготовке к ЕГЭ 2026 г. по биологии рекомендуем обратить особое внимание на следующие дидактические единицы: Изучение живых систем. Фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования в биологии. Методы биологической науки. Наблюдение, измерение, эксперимент. Понятие о зависимой и независимой переменных. Планирование эксперимента. Постановка и проверка гипотез. Нулевая гипотеза. Понятие выборки и ее достоверность. Разброс в биологических данных. Оценка достоверности полученных результатов. Причины искажения результатов эксперимента. Понятие статистического теста.

Приложение

Основные результаты выполнения экзаменационной работы ЕГЭ 2025 г. по БИОЛОГИИ

Анализ надежности экзаменационных вариантов по биологии подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надежность (коэффициент альфа Кронба́ха)[7] КИМ по биологии – 0,91.

Порядковый номер задания	Проверяемые элементы содержания и *форма представления задания*	Коды проверяемых элементов содержания (по кодификатору)	Коды требований к предметным результатам обучения (КТ по кодификатору)	Уровень сложности	Макс. балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
Часть 1						
1	Современная биология – комплексная наука. Биологические науки и изучаемые ими проблемы. *Работа с таблицей (с рисунком и без рисунка)*	1.1, 1.2, 1.3	3	Б	1	70,9
2	Методы биологической науки. Наблюдение, измерение, эксперимент, систематизация, анализ. *Множественный выбор*	1.3	5	Б	2	67,1
3	Генетическая информация в клетке. Хромосомный набор. *Решение биологических расчётных задач*	2.2, 2.3, 2.5, 2.6	4	Б	1	67,5
4	Моно- и дигибридное, анализирующее скрещивание. *Решение биологической задачи*	3.4, 3.5	4	Б	1	62,7
Блок заданий 5–8: «Клетка и организм – биологические системы»						
5	Клетка как биологическая система. Организм как биологическая система. *Задание с рисунком*	2.1–2.6, 3.1–3.3	7	Б	1	81,1
6	Клетка как биологическая система. Организм как биологическая система. *Установление соответствия (с рисунком)*	2.1–2.6, 3.1–3.3	5	П	2	49,2
7	Клетка как биологическая система. Организм как биологическая система. Селекция. Биотехнология. *Множественный выбор (с рисунком и без рисунка)*	2.1–2.6, 3.1–3.9	6	Б	2	59,2
8	Клетка как биологическая система. Организм как биологическая система. Селекция. Биотехнология. *Установление последовательности (без рисунка)*	2.1–2.6, 3.1–3.9	3	П	2	43,1
Блок заданий 9–12: «Система и многообразие органического мира»						
9	Многообразие организмов. Грибы, Растения. Животные. *Задание с рисунком*	4.1–4.7	7	Б	1	65,2

[7] Минимально допустимое значение надежности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

Порядковый номер задания	Проверяемые элементы содержания и *форма представления задания*	Коды проверяемых элементов содержания (по кодификатору)	Коды требований к предметным результатам обучения (КТ по кодификатору)	Уровень сложности	Макс. балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
10	Многообразие организмов. Грибы, Растения. Животные. *Установление соответствия*	4.1–4.7	5	П	2	41,4
11	Многообразие организмов. Грибы. Растения. Животные. *Множественный выбор (с рисунком и без рисунка)*	4.1–4.7	6	Б	2	57,3
12	Многообразие организмов. Основные систематические категории, их соподчинённость. *Установление последовательности*	4.1	3	Б	2	64,2
Блок заданий 13–16: «Организм человека и его здоровье»						
13	Организм человека. *Задание с рисунком*	5.1–5.9	7	Б	1	78,0
14	Организм человека. *Установление соответствия*	5.1–5.9	5	П	2	57,4
15	Организм человека. *Множественный выбор (с рисунком и без рисунка)*	5.1–5.9	6	Б	2	63,0
16	Организм человека. *Установление последовательности*	5.1–5.9	3	П	2	44,9
Блок заданий 17–20: «Теория эволюции. Развитие жизни на Земле» и «Экосистемы и присущие им закономерности»						
17	Эволюция живой природы. *Множественный выбор (работа с текстом)*	6.1–6.5	8	Б	2	64,5
18	Экосистемы и присущие им закономерности. Биосфера. *Множественный выбор (без рисунка)*	7.1–7.6	6	Б	2	65,1
19	Эволюция живой природы. Происхождение человека. Экосистемы и присущие им закономерности. Биосфера. *Установление соответствия (без рисунка)*	6.1–6.5, 7.1–7.6	5	П	2	61,1
20	Общебиологические закономерности. Человек и его здоровье. *Работа с таблицей (с рисунком и без рисунка)*	2.2–2.6, 3.1–3.9, 5.1–5.9, 6.1–6.5, 7.1–7.6	5	П	2	49,3
21	Анализ экспертных данных в табличной или графической форме	2.1–2.6, 4.2–4.7, 5.1–5.9, 6.1–6.5, 7.1–7.6	9	Б	2	77,3
Часть 2						
22	Применение биологических знаний в практических ситуациях, анализ экспериментальных данных (методология эксперимента)	2.1–7.5	2	П	3	39,2

Порядковый номер задания	Проверяемые элементы содержания и *форма представления задания*	Коды проверяемых элементов содержания (по кодификатору)	Коды требований к предметным результатам обучения (КТ по кодификатору)	Уровень сложности	Макс. балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
23	Применение биологических знаний в практических ситуациях, анализ экспериментальных данных (выводы по результатам эксперимента и прогнозы)	1.1–7.5	2	В	3	30,6
24	Задание с изображением биологического объекта	2.1–7.6	8	В	3	22,5
25	Обобщение и применение знаний о человеке и многообразии организмов	4.1–4.7, 5.1–5.9	3	В	3	21,5
26	Обобщение и применение знаний по общей биологии (клетке, организму, эволюции органического мира и экологических закономерностях) в новой ситуации	2.1–2.6, 3.1–3.9, 6.1–6.5, 7.1–7.6	3	В	3	15,8
27	Решение задач по цитологии и эволюции органического мира на применение знаний в новой ситуации	2.2–2.6, 6.2	4	В	3	23,9
28	Решение задач по генетике на применение знаний в новой ситуации	3.5	4	В	3	34,8