

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по биологии

**Рохлов
Валерьян Сергеевич**

кандидат педагогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель комиссии по разработке КИМ
для ГИА по биологии,
rohlov@fipi.ru

**Петросова
Рената Арминаковна**

кандидат педагогических наук,
профессор кафедры естественнонаучного образования
и коммуникативных технологий ФГБОУ ВО МПГУ,
заместитель руководителя комиссии по разработке КИМ
для ГИА по биологии,
renatapetr@yandex.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по биологии, основные результаты ЕГЭ по биологии в 2020 г., статистические характеристики заданий анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, биологические теории.

В основу разработки контрольных измерительных материалов (далее — КИМ) ЕГЭ по биологии в 2020 г. было положено содержание биологического образования, отражённое в Федеральном компоненте государственного стандарта среднего (полного) общего образования (базовый и профильный уровни). Также принималось во внимание содержание учебников Федерального перечня Минпросвещения России.

КИМ ЕГЭ 2020 г. учитывали специфику предмета, его цели и задачи, сложившуюся в последние годы концентрическую структуру общего биологического образования.

Объектами контроля выступали биологические знания, предметные и общеучебные умения, навыки и способы деятельности обучающихся, сформированные при изучении следующих разделов курса биологии: «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология». Такой подход позволяет охватить проверкой основное содержание курса биологии и обеспечить содержательную валидность КИМ.

В экзаменационной работе преобладали задания по разделу «Общая биология» (базовый и профильный уровни), поскольку в нём интегрируются и обобщаются наиболее значимые биологические знания и предметные умения, полученные на уровнях основного общего и среднего общего образования, рассматриваются теории, законы и закономерности биологии, проявляющиеся на разных уровнях организации живой природы.

При конструировании КИМ приоритетной являлась необходимость проверки у выпускников важнейших теоретических и практических биологических знаний, сформированности разнообразных предметных и общеучебных умений и способов деятельности: усвоение понятийного аппарата курса биологии; овладение методологическими умениями; применение знаний

при объяснении биологических процессов, явлений; решение количественных и качественных биологических задач разных уровней сложности. В содержание экзаменационной работы были включены задания, проверявшие прикладные знания и умения из области биотехнологии, генетики, молекулярной биологии, селекции организмов, рационального природопользования, охраны природы, здорового образа жизни человека.

Каждый вариант экзаменационной работы включал в себя 28 заданий и состоял из двух частей, которые содержали задания, различные по форме, уровню сложности и способам оценки их выполнения.

Часть 1 содержала 21 задание: с множественным выбором с рисунком или без него; на установление соответствия с рисунком или без него; на установление последовательности систематических таксонов, биологических объектов, процессов, явлений; на решение биологических задач по цитологии и генетике; на дополнение недостающей информации в схеме; на дополнение недостающей информации в таблице; на анализ информации, представленной в графической или табличной форме. Ответы на задания части 1 давались в виде соответствующей записи в виде слова (словосочетания), числа или последовательности цифр, записанных без пробелов и разделительных символов.

Часть 1 (1–21) включала в себя задания базового и повышенного уровней сложности, все задания с кратким ответом. Задания части 1 группировались по содержательным блокам, представленным в кодификаторе.

Часть 2 состояла из 7 заданий с развёрнутым ответом. Задания группировались в зависимости от проверяемых видов учебной деятельности и в соответствии с тематической принадлежностью, отражённой в спецификации. Задания этой части работы были нацелены на выявление выпускников, имеющих высокий уровень биологической подготовки.

Глубокая модернизация формата КИМ ЕГЭ части 1, проведённая в 2017 г. и последовавшее за этим появление разнообразных контекстных сюжетов заданий, конкретизация критериев оценивания

развёрнутых ответов позволяют утверждать, что в действующей в 2020 г. экзаменационной модели КИМ по биологии сложились линии заданий (2, 3, 6, 9, 15, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28), построенные в парадигме системно-деятельностного и компетентностного подходов, что является психолого-педагогической основой ФГОС. Данные модели заданий позволили проверять не только знания и предметные биологические умения, но и познавательные универсальные учебные действия: умение формулировать цель, ставить задачи; выбирать способы по поиску и работе с информацией; структурировать, анализировать, синтезировать имеющиеся знания; устанавливать причинно-следственные связи; высказывать суждения; формулировать проблемы и находить способы их решения.¹

Максимальное количество баллов за всю работу — 58.

Включение в экзаменационную работу заданий различного типа и уровня сложности позволило определить уровень подготовки каждого участника ЕГЭ и дифференцировать участников ЕГЭ по уровню их готовности к продолжению обучения по профильным специальностям высшего образования.

В 2020 г. в целом была сохранена модель экзаменационной работы ЕГЭ прошлых лет. Однако в заданиях части 2 экзаменационной работы был введён ряд новых содержательных сюжетов. Так, в условия некоторых заданий линии 27 было введено упоминание 5' и 3' концов молекул нуклеиновых кислот, что изменило последовательность работы с таблицей генетического кода (понятие «антипараллельность»). В заданиях линии 28 увеличилось разнообразие сюжетов генетических задач на сцепленное наследование генов в аутосомах и половых хромосомах, а также в условиях включались исходные родительские генотипы, что позволяло проверять не только умение находить адекватные способы их решения, но и умение исследовать практическую ситуацию. В целом в 2020 г. было продолжено наращивание количества контекстных и эвристических заданий с развёрнутым ответом, требующих от участников ЕГЭ не воспроизведения

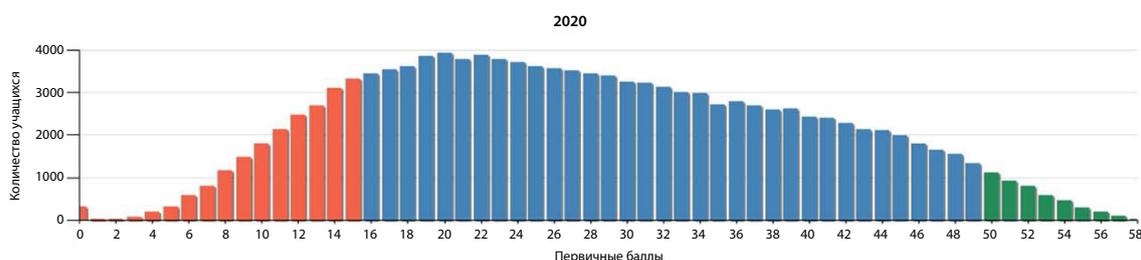


Рис. 1. Распределение первичных баллов участников ЕГЭ в 2020 году

заученной информации, а умений находить внутренние связи между объектами (их частями), процессами и объяснять их, применять знания в новой ситуации.

В ЕГЭ 2020 г. по биологии приняли участие более 126 тыс. человек, что сопоставимо с числом участников экзамена прошлых лет (в 2019 г. — 128,5 тыс. человек, в 2018 г. — 126,3 тыс. человек). Основные результаты ЕГЭ 2020 г. сопоставимы с результатами прошлых лет (рис. 1).

Доля участников ЕГЭ по биологии, не набравших минимального количества баллов, в 2020 г. составила 16,2%, что также сопоставимо с аналогичными показателями последних лет (в 2019 г. — 16,8%; в 2018 г. — 17,0%).

Для получения наиболее полного представления об уровне биологической подготовки участников ЕГЭ 2020 г. были проанализированы результаты выполнения заданий по каждому содержательному блоку, представленному в кодификаторе. Анализ ответов экзаменуемых позволил определить круг проблем, связанных с освоением определённых элементов содержания разными группами экзаменуемых, затруднениями и типичными ошибками.

Блок 1. Биология как наука. Методы научного познания. Уровни организации живого

Содержание этого блока проверялось заданием базового уровня в части 1 (линия 2), правильное выполнение которого оценивалось в 1 балл, и заданием высокого уровня в части 2 (линия 22). В линии 2 предлагалось задание на работу с таблицей, в которую необходимо было вписать недостающую информацию. Задания ли-

нии 2 выполнили в среднем 58,2% (53,2% в 2019 г.).¹

Задания, направленные на проверку методов познания живой природы, выполнили в среднем 60,4% участников. Самые низкие результаты (26%) получены по заданию, в котором требовалось определить название метода, используемого при близкородственном скрещивании, — инбридинга.

Вопросы по селекции традиционно вызывают затруднения. Только 40% участников правильно назвали цитогенетический метод (микрокопирование), используемый для изучения хромосомного набора клетки.

Трудными оказались вопросы, относящиеся к научным методам познания. Так, результат с 5%-ным результатом выполнено задание, в котором требовалось указать метод классификации, используемый в систематизации организмов.

Задания, направленные на проверку уровневой организации живой природы, выполнили в среднем 56,8% участников. Низкие результаты (36–42% выполнения) получены по заданиям, в которых требовалось установить уровень взаимоотношений волка и лося в лесном сообществе (биоценотический), водоросли и гриба в лишайнике (организменный). Затруднились экзаменуемые назвать раздел биологии, изучающий эволюцию человека (антропогенез).

В части 2 (линия 22) задания по этому блоку выполнили в среднем 26% экзаменуемых.

¹ Рохов В.С. Петросова Р.А. Мазяркина Т.В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 по биологии // Педагогические измерения — 2019. — № 4. — С. 67–85.

Блок 2. Клетка как биологическая система

Данный блок в каждом варианте был представлен 4–5 заданиями: 3 задания базового уровня (*линии 1, 3, 4*), 1–2 задания повышенного уровня (*линии 5, 19* или *20*), 1–2 задания высокого уровня сложности (*линии 23* или *27*).

В части 1 задания базового уровня *линий 1, 3, 4* выполнили в среднем от 56% до 79% участников. Испытуемые продемонстрировали:

- знание и понимание строения клеток прокариот и эукариот: химического состава и строения органоидов, процессов обмена веществ и энергии в клетке, генетического кода и его свойств, деления клетки, особенностей клеток организмов разных царств;

- умения: устанавливать взаимосвязь строения и функций органоидов клетки; дополнять схемы по химическому составу, строению и функциям клетки, обмену веществ в клетке, жизненному циклу и делению клетки; решать задачи по цитологии; определять количество молекул ДНК по хромосомному набору соматических и половых клеток, нуклеотидный состав ДНК (соотношения аденина, гуанина, цитозина и тимина в молекуле).

Задания по цитологии выполнили в среднем 68% участников, при этом 1 балл получили 36,4%, 2 балла — 51,8% экзаменуемых.

Слабосформированным на базовом уровне оказалось умение определять число половых хромосом по известному хромосомному набору в соматической клетке. Соответствующее задание выполнили только 35% экзаменуемых. Низкие результаты получены также по заданию, в котором требовалось дополнить схему этапов клеточного цикла. 58% экзаменуемых не смогли определить, что деление клетки наряду с интерфазой составляет клеточный цикл.

Задания повышенного уровня *линий 5* на установление соответствия, *линии 19* на определение последовательности, *линии 20* на дополнение таблицы выполнили 37–58% участников ЕГЭ 2020 г. Экзаменуемые продемонстрировали знание учебного материала, а также умение устанавливать соответствие между признаками и орга-

ноидами клетки, определять последовательность процессов на клеточном уровне, анализировать и дополнять недостающую информацию в таблице. Однако низкие результаты получены по теме «Деление клетки. Фазы мейоза и митоза». За задание *линии 5* на установление соответствия между характеристиками и фазами мейоза 1 балл получили 14%, а 2 балла — 28% участников.

Низкий результат получен по заданию на установление последовательности процессов биосинтеза белка, изменения хромосом в процессе интерфазы и деления клетки. За эти задания 1 балл получили 12%, а 2 балла — 31% участников. Следует отметить, что из года в год эти вопросы вызывают затруднения у участников как на базовом, так и на повышенном уровне независимо от формы задания, что свидетельствует о слабой сформированности знаний по данной теме.

В части 2 содержание блока проверялось отдельными заданиями в *линиях 22, 23* или *24*, а также во всех вариантах в *линии 27*. Все эти задания имели высокий уровень сложности и выполнялись в основном хорошо подготовленными экзаменуемыми.

В *линии 22* предлагались задания на анализ действия лекарственных препаратов на клетки или процессы, протекающие в них. Выполнение этих заданий составило в среднем 25%. Результаты свидетельствуют о достаточно хорошем уровне сформированности умений анализировать информацию, давать объяснения и делать выводы.

В *линии 23* предлагались задания с изображением клеточных структур, в которых необходимо было их определить, назвать особенности их строения и функций. С этими заданиями справились в среднем 29% участников.

Кроме того, предлагалось задание с изображением одной из фаз митоза или мейоза, в котором необходимо было назвать тип и фазу деления, привести обоснование. Такие задания выполнялись значительно хуже, в среднем 10% участников. Самый низкий результат получен на задание с изображением профазы митоза исходной гаплоидной клетки, в которой необходимо было определить фазу и тип деления. Участники невнимательно читали

задание и не обратили внимание на то, что исходная клетка была гаплоидной. 1 балл получили 6%; 2 балла — 9%, а 3 балла — только 2% экзаменуемых.

В *линии 24* для анализа информации и исправления ошибок были предложены тексты по многообразию клеток, прокариотам и эукариотам, химическому составу, строению клетки и её органоидов, биосинтезу белка и нуклеиновых кислот. Эти задания выполнили от 20% до 37% экзаменуемых.

Линия 27 традиционно была посвящена проверке умений применять знания по цитологии при решении задач с использованием таблицы генетического кода, определять хромосомный набор клеток гаметофита и спорофита растений, число хромосом и ДНК в разных фазах деления клетки. С заданиями этой линии справились в 27–40% участников ЕГЭ. Однако результаты выполнения по трём сюжетам существенно различаются. Так, задания на генетический код и матричный синтез выполнили в среднем 40,8%, а на определение числа хромосом и молекул ДНК в разных фазах деления клетки и хромосомного набора клеток — 27,7%.

В целом по блоку «Клетка как биологическая система» к числу слабосформированных у обучающихся знаний и умений можно отнести:

1) знание процессов метаболизма (матричных реакций), характеристик фаз митоза и мейоза;

2) умения определять число хромосом и молекул ДНК в клетках в разных фазах митоза и мейоза, устанавливать соответствие между характеристиками и фазами деления клетки;

3) умения определять тип и фазу деления по изображённой клетке, обосновывать свой ответ.

Блок 3. Организм как биологическая система

Данный блок в экзаменационной работе представлен в среднем 6–7 заданиями: на базовом уровне в *линиях 6, 7*; на повышенном уровне заданиями в *линиях 8, 19 или 20*; на высоком уровне в *линиях 22 или 24, 28*.

Анализ результатов показал, что большинство участников ЕГЭ овладело зна-

ниями об организме как биологической системе, продемонстрировали умения решать генетические задачи разных уровней сложности, определять по рисунку стадии эмбрионального развития хордовых животных. Столь успешному выполнению способствовал тот факт, что аналогичные типы заданий использовались в КИМ в предыдущие годы.

В части 1 на базовом уровне в *линии 6* предлагались задачи на моногибридное или дигибридное скрещивание, анализ родословных с определением вероятности проявления признака у потомков. Выполнение составило в среднем 64,7%. Практически все участники продемонстрировали умение решать простые генетические задачи. Результаты выполнения этой линии соответствуют результатам 2019 г.

В *линии 7* на множественный выбор проверялись знания терминологии, характеристик онтогенеза, закономерностей наследственности и изменчивости, основ селекции и биотехнологии. Средний процент выполнения заданий составил 62,8, при этом 1 балл получили 40,5%, а 2 балла — 42,5% участников ЕГЭ. Следует отметить, что более низкие результаты (средний процент — 51) получены по теме «Закономерности наследственности, их цитологические основы».

Задания повышенного уровня сложности *линии 8* выполнили в среднем 57,4%; *линии 19* — 51,5% *линии 20* — 42,5% участников ЕГЭ 2020 г. Экзаменуемые продемонстрировали умения: устанавливать соответствие между конкретными организмами и типами их развития, характеристиками и способами размножения, зародышевыми листками и структурами, которые из них формируются; устанавливать последовательность процессов эмбрионального развития; заполнять таблицу; определять по рисунку зародышевые листки и органы, которые формируются из них у хордовых животных.

Отдельные задания вызвали затруднения. Задание на установление соответствия между характеристиками генной инженерией и клеточной инженерией, диплоидным и гаплоидным набором хромосом у гаметофита и спорофита растений на 2 балла выполнили только 18% участников. За задание на установление последо-

вательности деятельности селекционера по отбору и выведению чистой линии растений 2 балла получили — 27% участников, а последовательности этапов эмбриогенеза — 31%.

Самым проблемным оказалось задание линии 20, где требовалось проанализировать изображения стадий эмбриогенеза от зиготы до бластулы, заполнить таблицу и назвать стадии и особенности деления: выполнили на 2 балла 19%, а на 1 балл — 13% экзаменуемых.

В части 2 содержание по генетике проверялось в нескольких заданиях по составлению генетических карт линии 22 (выполнение — 24,5%), в заданиях линии 24 (выполнение — 24–34%), а содержание по онтогенезу и эмбриональному развитию — в одном задании линии 23 (выполнение — 20,1%), нескольких заданиях линии 24 (выполнение — 35,5%).

В линии 28 традиционно предлагались генетические задачи на дигибридное скрещивание, наследование признаков, сцепленных с полом, сцепленное наследование признаков. Средний результат выполнения генетических задач составил 28%. В этом году во всех регионах был предложен новый тип задач на сцепленное наследование признаков в половых X-хромосомах.

Блок 4. Система и многообразие органического мира»

Данный блок в каждом варианте был представлен 4–5 заданиями: базового уровня в линиях 9, 11, повышенного уровня (линия 10), высокого уровня (линии 23, или 24, или 25).

Результат выполнения заданий базового уровня линии 9 с множественным выбором и линии 11 на установление последовательности таксонов составил 67–76%. Участники продемонстрировали знание характеристик организмов царств бактерий, грибов, растений и животных, основных систематических (таксономических) категорий, умение устанавливать последовательность таксонов биологических объектов.

На повышенном уровне задания линии 10 проверяли умение сопоставлять организмы разных царств с их характерными

признаками. Их выполнили в среднем 50,9% участников. При этом участники экзамена затруднились сопоставить ткани растений и транспорт органических и неорганических веществ в них. Это задание выполнили на 1 балл — 12%, а на 2 балла — 24% экзаменуемых.

В части 2 задания высокого уровня сложности по этому блоку были представлены в нескольких линиях. В линии 22 было представлено несколько заданий, выполнение которых составило 13–23%.

Однако одно задание было выполнено ниже заявленного уровня. В задании требовалось объяснить, почему морковь и свёклу высаживают семенами сразу в почву, а томаты и баклажаны — рассадой. Это практико-ориентированное задание, в котором требовалось сравнить хладостойкие и теплолюбивые растения, особенности их прорастания в зависимости от температуры. На этот вопрос правильно ответили и получили 2 балла только 3% участников, 1 балл — 39%.

В линии 23 предлагались задания на анализ изображения биологических объектов — растений и животных. Результат их выполнения составил 10–31%, а максимальные 3 балла получили около 8% участников, что соответствует высокому уровню сложности. При выполнении задания участники чаще всего правильно определяли изображённый объект, но затруднялись дать правильное обоснование, указать характерные признаки. Так, например, задание на определение по рисункам голосеменного и покрытосеменного растений и установление сходства в их размножении выполнили в среднем 10% экзаменуемых, но 1 балл получили 28%, 2 балла — 6%, а 3 балла не получил никто. Следует отметить, что задания с изображением растительных объектов выполнялись значительно хуже, чем задания с изображением животных.

В линии 24 на анализ биологической информации предложенные задания выполнили 12–48% участников, а максимальные 3 балла получили 6–15% участников.

В линии 25 экзаменуемым были предложены задания различного содержания в нескольких вариантах. С заданиями этой линии справились в среднем 10%. Задания этой линии выполнены хуже, чем задания

остальных линий части 2. Низкие результаты получены за выполнение следующих заданий:

- особенности строения и жизнедеятельности ящериц в зависимости от условий обитания (3 балла — 1%; 2 балла — 4%);

- особенности поддержания водно-солевого баланса у инфузорий (3 балла — 1%; 2 балла — 4%);

- объяснение остроты зрения у разных групп птиц (3 балла — 1%; 2 балла — 9%);

- особенности строения пищеварительной системы и расщепления целлюлозы у травоядных животных (3 балла — 2%; 2 балла — 6%);

- объяснение особенностей годичных колец для определения возраста деревьев (3 балла — 3%; 2 балла — 4%).

Приведём пример одного из задания этой линии, за которое 3 балла получили 1%; 2 балла — 6% экзаменуемых.

Пример задания.

У животных к конечным продуктам обмена веществ наряду с углекислым газом и водой относится ядовитый аммиак или гораздо менее токсичная мочеви́на, в которую превращается аммиак. Конечными продуктами обмена каких веществ являются аммиак и мочеви́на? Почему для личинок амфибий (головастиков) характерно выделение аммиака, тогда как у взрослых жаб и лягушек выводится мочеви́на?

Ответ на это задание требовал применения не только биологических знаний, но базовых знаний химии по растворимости веществ, например высокой растворимости аммиака в воде (нашатырный спирт), а также бытовых знаний о том, что токсичность любого вещества снижается при разбавлении и быстром его выведении в отсутствие дефицита воды у водных организмов.

Столь низкие результаты выполнения заданий линии 25 можно объяснить тем, что имеющиеся у участников ЕГЭ фактические знания не становятся у большинства участников системными, слабо формируются связи фактических и теоретических знаний, представленных в биологической науке теориями, законами, закономерностями и правилами. Другой возможной причиной следует считать слабосформи-

рованное умение применять имеющиеся знания для анализа и объяснения биологических явлений. Именно на это следует обратить внимание в процессе изучения биологии.

Блок 5. Человек и его здоровье

В заданиях этого блока проверялись знания о строении и функционировании организма человека, нейрогуморальной регуляции физиологических процессов, санитарно-гигиенических нормах и правилах здорового образа жизни. Данный блок представлен в каждом варианте 5–6 заданиями: базового уровня в *линиях 12, 1 или 21*, повышенного уровня в *линиях 13, 14, 20*, высокого уровня сложности в *линии 22, или 23, или 24, или 25*. Анализ результатов выполнения заданий блока позволил установить усвоение выпускниками знаний о строении и функциях организма человека, овладении ими основными учебными умениями.

В *части 1* задания базового уровня (*линии 1, 12*) не вызвали особых затруднений. Их выполнили 67–90% участников. Лишь отдельные задания *линий 1 и 12* вызвали трудности (45–50% выполнения). Так, например, задание *линии 1* на дополнение схемы, где требовалось указать сетчатку как оболочку глаза, выполнили только 45% участников.

Данный раздел биологии был широко представлен в *линии 21* заданиями базового уровня, выполнение которых составило 55–76%. Участники продемонстрировали умения анализировать графики, диаграммы и табличные данные, делать правильные выводы.

Задания повышенной сложности были представлены в *линиях 13, 14*, в отдельных вариантах в *линии 20*. Результат их выполнения составил 43–46%, что соответствует заданному интервалу (30–60%). Основная часть экзаменуемых показала знания содержания данного блока, умения сравнивать и сопоставлять особенности строения и функционирования органов человека, устанавливать последовательность процессов в организме человека, дополнить недостающие сведения в таблицах. Однако отдельные задания этих *линий* выполнены хуже, а максимальные 2 балла получили

менее 20% участников. Так, за задания на установление соответствия между характеристиками эпителиальной и соединительной тканью 2 балла получили 21% участников, между характеристиками желчи и соками поджелудочной железы 2 балла получили 30% участников, между характеристиками эпидермиса и дермы 2 балла получили 20% участников. Наиболее низкий результат получен на задание, где сравнивались характеристики оболочек глазного яблока: 1 балл получили 34%, а 2 балла — 12% участников.

Слабоусвоенными оказались задания на установление последовательности прохождения углекислого газа по кровеносной системе от клеток желудка до легких (34% выполнения), движения лимфы по лимфатической и кровеносной системе (1 балл — 16%; 2 балла — 9%), движения тироксина, гормона роста от соответствующих желез железы до органа-мишени по кровеносной системе (1 балл — 25%; 2 балла — 21%).

В части 2 каждого варианта по блоку «Человек и его здоровье» предлагалось 1–2 задания высокого уровня сложности (линии 22, 23, 24, 25). Эти задания выполнялись в основном участниками с хорошей и отличной подготовкой. Результат выполнения составил 9–43%. В то же время максимальные баллы получили не более 5% участников.

В линии 22 задание, в котором требовалось объяснить изменение величины зрачка при ярком освещении, выполнили на 2 балла только 4% экзаменуемых. Участники экзамена затруднились объяснить, почему препараты, содержащие живые культуры бактерий, необходимо принимать до еды или через час после еды (2 балла — 1%), объяснить, с работой каких клапанов и с какими фазами сердечного ритма связаны два основных вибрирующих звука — тона сердца при прослушивании фонендоскопом. За это задание 1 балл получили 23%, а 2 балла — 2% экзаменуемых.

Задания линии 24 не вызвали особых затруднений и выполнены 26–51% участников.

Низкие результаты, по сравнению с заданиями других линий части 2, получены по заданиям линии 25. Их выполнили 9–24% участников, при этом максимальные 3 балла получили только 1–3%. Так,

проблемными оказались задания, где требовалось объяснить:

- значение слуховой трубы;
- действие пепсина и трипсина на белки;
- особенности транспорта кислорода и углекислого газа кровью;
- влияние на уровень глюкозы в крови промежуточного мозга, надпочечников и двуглавой мышца плеча.

Все приведённые задания имели низкий результат выполнения, а максимальные 3 балла получили около 1% участников.

Рекомендуем: тщательно повторять учебный материал основной школы при подготовке к ЕГЭ; предлагать обучающимся поисковые, проблемные вопросы; учить их аргументировано отвечать на поставленные вопросы, применяя при этом основные положения ключевых теорий в области физиологии человека.

Блок 6. «Эволюция живой природы»

Данный блок был представлен в каждом варианте в среднем 5 заданиями: 1 заданием базового уровня сложности (линия 15), 2 заданиями повышенного уровня (линии 16, 19 или 20), 1–2 задания высокого уровня (линии 23 или 24, 26).

В части 1 линии 15 предлагались задания на анализ текста. В этой линии проверялись знания основных понятий эволюционного учения и умение выделить из текста описания то или иное понятие. С этим заданием справилось успешно большинство экзаменуемых. Результаты выполнения составили в среднем 71,6%. Единственное задание, которое вызвало затруднение, — выбор в тексте описаний экологического видообразования (1 балл получили 31%, а 2 балла — 21% участников).

В заданиях повышенного уровня линии 16 предлагалось установить соответствие между эволюционными процессами и их характеристиками, а в линии 19 — последовательность эволюционных процессов, видообразования, возникновения жизни на Земле, ароморфозов в развития органического мира. Средний результат составил 56,3% и 38,6% соответственно.

Участники продемонстрировали знания о виде и его критериях, движущих силах, направлениях и результатах эволюции

органического мира, а также умения анализировать текст и определять по описанию необходимый критерий вида или направление эволюции, исправлять неверные суждения, объяснять основные пути и направления эволюции растительного и животного мира, устанавливать взаимосвязь движущих сил и результатов эволюции.

Затруднения у экзаменуемых вызвали задания на установление соответствия между органами конкретных организмов и процессами конвергенции и дивергенции (1 балл — 19%; 2 балла — 24%), между систематическими признаками человека и соответствующими таксонами — классом Млекопитающие и подтипом Черепные. Аналогичное задание, но с иными таксонами — классом Млекопитающие и отрядом Приматы — было предложено в другом варианте. Такие данные свидетельствуют о слабой сформированности умений выделять и сравнивать признаки, характерные для конкретных таксономических единиц.

Для более осмысленного понимания эволюционных процессов по теме «Эволюционное учение» необходимо на конкретных примерах учебного материала по разделам «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники» и «Животные» рассмотреть основные положения теории эволюции и теории естественного отбора.

В части 2 вопросы эволюции были представлены в отдельных заданиях линий 23, 24 и 26. Выполнение заданий линии 23 оказалось существенно выше, чем линий 24 и 26. Здесь предлагался рисунок с изображением ископаемого организма, требовалось определить эру и период его жизни по геохронологической таблице, класс, тип, к которому можно отнести этот организм, и указать признаки принадлежности к данному классу или типу. Их выполнение составило 29,5–37,9%.

В линии 24 предлагалось два типа заданий: на анализ текстов по темам «Направления и пути эволюции» и «Доказательства и результаты эволюции, приспособленность организмов». Среднее выполнение по первой теме составило 35,6%, а по второй теме — 16,5%. Можно сделать вывод, что материал по направлениям и путям эволюции усвоен лучше, чем по доказательствам и результатам эволюции.

Из всех заданий по эволюции в части 2 наименьшие результаты получены на задания линии 26. Результат выполнения составил 10–12,9%. Отдельные задания вызвали затруднения даже у участников с отличной подготовкой (например, гипотезы возникновения жизни на Земле А.И. Опарина и Д. Холдейна, причина отсутствия полной палеонтологической летописи Земли).

В целом следует отметить, что лишь участники ЕГЭ с хорошей подготовкой успешно справились с заданиями по данному содержательному блоку. Большинство из них продемонстрировало знание процессов макроэволюции, направлений и путей эволюции, доказательств эволюции живой природы, её результатов.

Блок 7. «Экосистемы и присущие им закономерности»

В каждом варианте этот блок был представлен 4 заданиями всех трёх уровней сложности. В части 1 предлагались 1–2 задания базового уровня в линиях 17, 1 или 21, на повышенном уровне 1–2 задания в линиях 18, 19 или 20 в части 2 — 1 задание высокого уровня сложности в линиях 22, или 23, или 24, или 26.

Задания базового и повышенного уровней по всем линиям части 1 не вызвали особых затруднений. С ними справились и показали хорошие результаты 37–88% экзаменуемых. Они продемонстрировали: знания об экологических факторах, компонентах экосистем, трофических уровнях, сукцессиях экосистем, круговороте веществ в биосфере; умения устанавливать взаимосвязи организмов в экосистемах, выявлять причины устойчивости, саморазвития и смены экосистем, сравнивать естественные и искусственные экосистемы, устанавливать последовательность смены экосистем, определять последствия деятельности человека в биосфере.

Лишь отдельные задания вызвали затруднения. Например, задание с множественным выбором, в котором требовалось установить принадлежность организмов к определённому трофическому уровню, выполнили 38% участников ЕГЭ 2020 г. Обучающиеся часто путают понятия «трофический уровень» и «компонент биоценоза»

в цепи питания», что и приводит к ошибкам. Низкие результаты получены по заданиям повышенного уровня на установление соответствия между влиянием на живые организмы и видами излучения, между приспособленностью организмов и средами их обитания.

Задания *линии 21* на анализ информации, представленной в графической или табличной форме, как и в 2019 г., оказались доступными для выполнения. Большинство участников (86%) продемонстрировало умение анализировать результаты биологических экспериментов или наблюдений и делать правильные выводы.

Одно задание по экологии встречалось в части 2 в каждом варианте, но в разных линиях заданий (22, 23, 24, 26). Результат выполнения этих заданий 9–23%. Однако по отдельным заданиям получены низкие результаты, а максимальные 3 балла получили около 2% экзаменуемых. В *линии 23* предлагалось одно задание с изображением бочки Либиха. Необходимо было определить, какая из аминокислот, согласно закону Либиха, является лимитирующей для обмена веществ и синтеза белка, и сформулировать на этом основании правило минимума. Его выполнили менее 5% участников, при этом 1 балл получили — 7%, 2 балла — 5%, а 3 балла только 4% участников, хотя это правило на другом примере рассмотрено в школьных учебниках.

Самые низкие результаты получены по заданиям *линии 26*, где предполагалось обобщение и применение знаний об экологических закономерностях в новой ситуации. В этих заданиях требовалось:

- определить биотические отношения организмов в водоёме (2 балла получили 2%; 3 балла — 0% участников);
- объяснить причины наличия животных с малоподвижным и сидячим образом жизни только в водной среде (2 балла — 4%; 3 балла — 0%);
- объяснить на конкретных примерах, за счёт каких особенностей размножения поддерживается численность организмов с к-стратегией и г-стратегией (средний результат составил 12%; 3 балла получили только 2%).

Несмотря на низкие результаты по отдельным заданиям, можно сделать

вывод о том, что знания по экологии в целом сформированы у основной части участников экзамена.

В экзаменационной работе проверялись не только биологические знания, но и сформированность у обучающихся общеучебных и предметных умений и способов деятельности. При выполнении заданий базового и повышенного уровней участники продемонстрировали сформированность следующих учебных умений и способов действий.

1. *Знать и понимать*: методы научно-го познания (56%); основные положения биологических законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез (58–88%); строение и признаки биологических объектов (52–70%); сущность биологических процессов и явлений (53–79%); современную биологическую терминологию и символику (54–84%); особенности организма человека, его строения и жизнедеятельности (46–66%).

2. *Уметь*: объяснять и анализировать биологические теории, законы (51–81%); устанавливать взаимосвязи строения и функций биологических объектов, движущих сил эволюции (83%); решать биологические задачи (64%); распознавать, определять и описывать клетки растений и животных, виды организмов, экосистемы (59–74%); выявлять отличительные признаки организмов, их приспособленность (46–86%); сравнивать биологические объекты, процессы, явления (45–76%); классифицировать биологические объекты (48–76%); анализировать гипотезы происхождения жизни, эволюции организмов, состояние окружающей среды, последствия деятельности человека в экосистемах, результаты экспериментов и наблюдений (63–81%).

3. *Использовать приобретённые знания и умения* в практической деятельности для обоснования правил поведения в окружающей среде, здорового образа жизни, оказания первой помощи (71%).

Следует отметить, что результаты выполнения заданий базового и повышенного уровней различаются в среднем на 25% по всем проверяемым умениям. При выполнении заданий высокого уровня сложности аналогичные требования к умениям оказались сформированы хуже, что связано

с необходимостью формулировать самостоятельный ответ, приводить обоснования, аргументировать, делать выводы. Их результат составил менее 30%. Особенно низкие результаты получены по следующим основным умениям и способам действий.

1. **Знать и понимать:** методы научного познания (15%), строение и признаки биологических объектов (7–23%), сущность биологических процессов и явлений (8–22%);

2. **Уметь:** объяснять причины эволюции организмов и биосферы (8–29%); устанавливать взаимосвязи движущих сил эволюции (19%); распознавать, определять и описывать растения и животных (15%); сравнивать биологические процессы обмена веществ и делать выводы на основе сравнения (5–22%); анализировать результаты биологических экспериментов по их описанию и делать выводы (7,7%).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что участники в целом овладели определённым объёмом биологических знаний, у них сформированы основные умения и виды деятельности. Однако они не всегда умеют применить знания для объяснения конкретных процессов, явлений, определить биологический объект, обосновать свой выбор, анализировать и объяснять результаты эксперимента.

Для анализа результатов выполнения экзаменационной работы в 2020 г. были выделены группы участников экзамена в разных уровнями подготовки (рис. 2):

1 — группа с минимальным уровнем подготовки, не преодолевшие минималь-

ного балла и набравшие первичные баллы в интервале 0–15 (тестовый балл — 0–35);

2 — группа с удовлетворительной подготовкой, набравшие первичные баллы в интервале 16–34 (тестовый балл — 36–60);

3 — группа с хорошей подготовкой, набравшие первичные баллы в интервале 35–49 (тестовый балл — 61–80);

4 — группа с отличной подготовкой, набравшие первичные баллы в интервале 50–59 (тестовый балл — 81–100).

Большинство экзаменуемых продемонстрировало средние результаты по биологии и вошло в группы с удовлетворительной и хорошей подготовкой.

При анализе результатов выполнения заданий 1–21 по каждой группе участников (рис. 3) учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения — сформированными, если процент выполнения задания, проверяющего данный элемент, 50 или выше.

Элементы содержания, проверяемые заданиями базового уровня, оказались освоенными, а умения — сформированными у всех экзаменуемых из групп с отличной, хорошей и удовлетворительной (кроме заданий линий 10, 13, 14, 19) подготовкой. Биологические знания не освоены, а умения не сформированы только у участников, которые не преодолели минимального порога.

Самые высокие результаты получены по заданию на установление последовательности систематических категорий линии 11. Высокие результаты во всех группах получены также по заданиям на дополнение схемы

Биология. ЕГЭ 2020
Распределение групп баллов

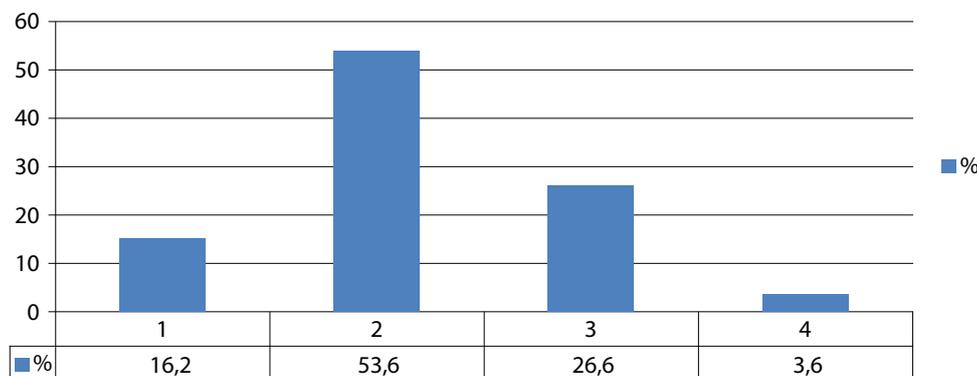


Рис. 2. Распределение групп баллов участников ЕГЭ 2020 г.

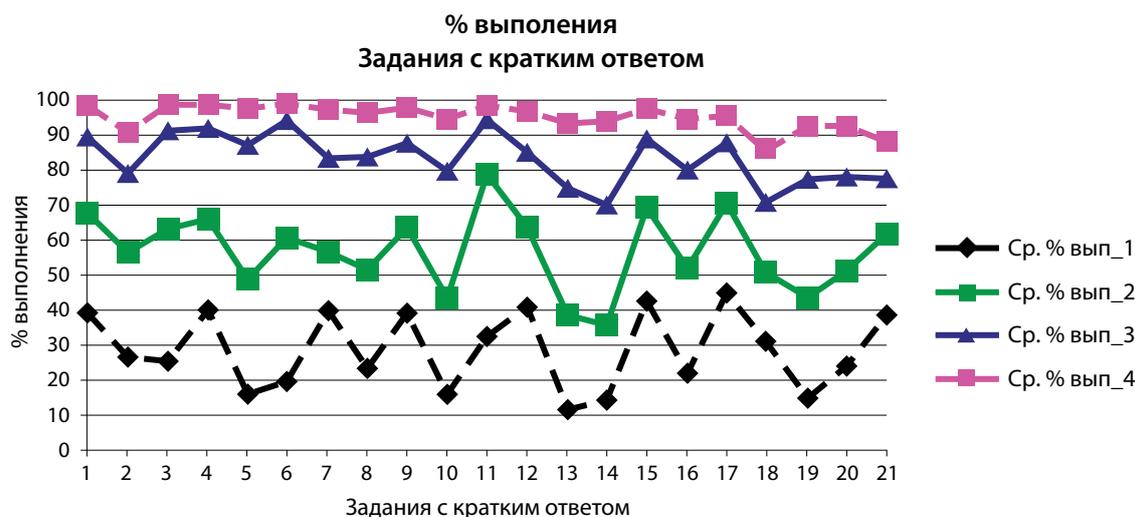


Рис. 3. Выполнение заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с разными уровнями подготовки

линии 1 (средний результат выполнения — 70%), с множественным выбором линий 4 (выполнение — 70%), 6 — (выполнение 64,7%), 9 (67,4%), 12 (67,3%), 15 (71,6%), 17 (72,4%). Достаточно высокие результаты получены также и на задания линии 21, где предлагалось проанализировать графики, диаграммы, таблицы, составленные на основе эксперимента или наблюдения, и выбрать из числа предложенных выводов правильно сформулированные.

Проверяемое заданиями повышенного уровня сложности умение сравнивать биологические объекты, процессы, явления сформировано только у участников групп с хорошей и отличной подготовкой.

Задания на установление последовательности биологических объектов и процессов линий 14 и 19 также относятся к повышенному уровню, результаты их выполнения составили соответственно 43% и 50%, что ниже результатов 2019 г. (59,9% и 55,2%). Умение устанавливать последовательности биологических процессов и объектов сформировано только у участников из двух групп: с хорошей и отличной подготовкой. С заданиями повышенного уровня линии 20 на дополнение недостающей информации в таблице справились в среднем 55,8% экзаменуемых (в 2019 г. — 59,9%). Результат выполнения этих заданий составил 24–95% в зависимости от группы участников.

Таким образом, проведённый анализ результатов выполнения заданий с кратким ответом части 1 позволяет сделать вывод о том, что наибольшие трудности вызвали задания на установление соответствия и последовательности биологических объектов и процессов, а также на анализ таблицы и определение недостающей в ней информации. Это можно объяснить тем, что такие задания проверяют не только знание конкретных фактов, но и общеучебные умения анализировать, сравнивать, сопоставлять биологические объекты, процессы и явления.

В части 2, как и в предыдущие годы, предлагалось 7 заданий (линии 22–28), высокого уровня сложности.

Очевидна высокая дифференцирующая способность заданий с развёрнутым ответом.

Группа с отличной подготовкой показала высокие результаты — 62–89%. Следует отметить существенную разницу результатов выполнения заданий с развёрнутым ответом группами 3 и 4. Результаты выполнения практико-ориентированных заданий линии 22 на методы биологических исследований, анализ результатов эксперимента оказались наиболее низкими. Их выполнение в группе 4 составило в среднем 73%, в группе 3 — 43%. В группах 4 и 3 наиболее высокие результаты получены

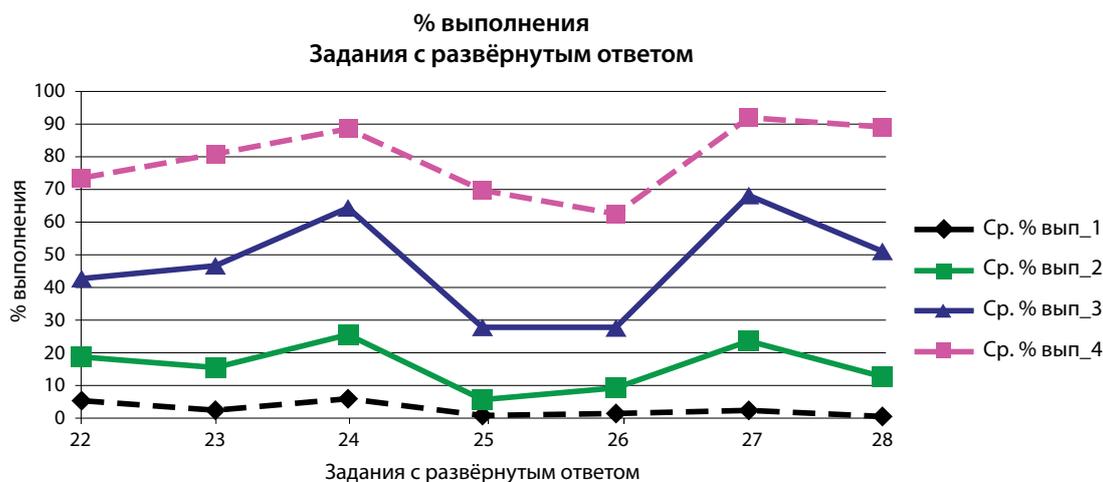


Рис. 4. Выполнение заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с разными уровнями подготовки

по заданиям 27 и 28. Это можно объяснить тем, что задачи по цитологии и генетике используются в экзаменационной работе на протяжении нескольких лет и имеют определённый алгоритм решения. На уроках эти алгоритмы успешно отрабатываются, поэтому результаты выполнения заданий из года в год повышаются, несмотря на постепенное их усложнение. Умения анализировать и объяснять биологические процессы и явления, аргументировать и приводить доказательства (в заданиях линий 25, 26) оказались менее сформированными, чем умения анализировать и исправлять ошибки в тексте (задание 24), распознавать на рисунках объекты и приводить их характеристики (задание 23).

Экзаменуемые с удовлетворительной подготовкой (группа 2) ни по одному заданию не приблизились к уровню освоения проверяемого результата обучения. Результаты выполнения заданий у этой группы оказались в интервале 5,5–25,9%. В этой группе также наблюдается существенная разница между результатами выполнения заданий линий 24 (25,9%), 27 (23,6%) и другими типами заданий с развёрнутым ответом, интервал выполнения которых составил 5,5–18,7%.

В группе 1 (минимальный уровень) получены самые низкие результаты по всем заданиям части 2. Их выполнение составило менее 6% независимо от типа задания (0,9–5,9%).

Значительный интерес вызывают результаты выполнения политомических заданий разными группами участников ЕГЭ 2020 г. (К политомическим относятся задания, которые оцениваются более чем 1 баллом и имеют разброс от 0 до 2 баллов или от 0 до 3 баллов.) Результаты их выполнения в разных группах имеют существенный разброс по баллам (рис. 5).

В группе 1 (минимальный уровень) за выполнение политомических заданий части 1 максимальные 2 балла получили в среднем 12% участников; 1 балл — 45% участников; 0 баллов — 60% участников. За задания с развёрнутым ответом максимальные 3 балла получили от 0,01% до 0,46% участников; 2 балла — менее 1,9%, а 1 балл — от 1,4% до 13,5%. Наиболее высокие результаты получены за задания линии 24 — исправление ошибок в тексте — 13,5%. 0 баллов получили более 85% участников, причём тип задания не имел существенного значения.

В группе 2 (удовлетворительный уровень) за задания части 1 максимальный балл (2) получили 24–68% участников; 1 балл — 21–48% экзаменуемых, а 0 баллов — 10–53%. В этой группе выполнение существенно зависит от содержания и типа задания. Задания с множественным выбором выполняются лучше всего. Так, например, выполнение задания на анализ текста эволюции с множественным выбором (линия 15) на 2 балла выполнили более 52% участников, а 0 баллов — получили

только 13,4%. За задание по экологии с множественным выбором 2 балла получили 55,8% участников, а 0 баллов 13,9%. В то же время задание на установление соответствия по той же теме на 2 балла выполнили 34,8%, а 0 баллов получили 33,9% участников. За задание на установление последовательности таксонов (линия 11) 2 балла получили 68,4% экзаменуемых, тогда как на установление последовательности объектов и процессов из разделов «Человек и его здоровье» и «Общая биология» (линии 14 и 19) 2 балла получили не более 26,1% и 30,9% экзаменуемых соответственно.

Задания с развёрнутым ответом части 2 выполнены значительно хуже. Так, максимальный балл получили от 0,41% до 9,1% экзаменуемых; 2 балла — 2,5–13%, а 1 балл — 10–33% участников в зависимо-

сти от типа задания. Не получили ни одного балла за задания с развёрнутым ответом от 46% до 86% экзаменуемых.

В группе 3 (хорошая подготовка) максимальный балл (2) за задания части 1 получили 58,6–93,1% участников. Самые низкие результаты получены за задание линии 18 на установление соответствия по блоку «Экосистемы и присущие им закономерности» и за задание линии 14 на установление последовательности по блоку «Человек и его здоровье». За задания с развёрнутым ответом максимальные 3 балла получили 5–42% участников, причём в основном максимальные баллы получены за задания линий 27 и 28, в которых предлагались задачи по цитологии и генетике. 2 балла получили 17–31% экзаменуемых, а 0 баллов получили менее 7–46% экзаменуемых.

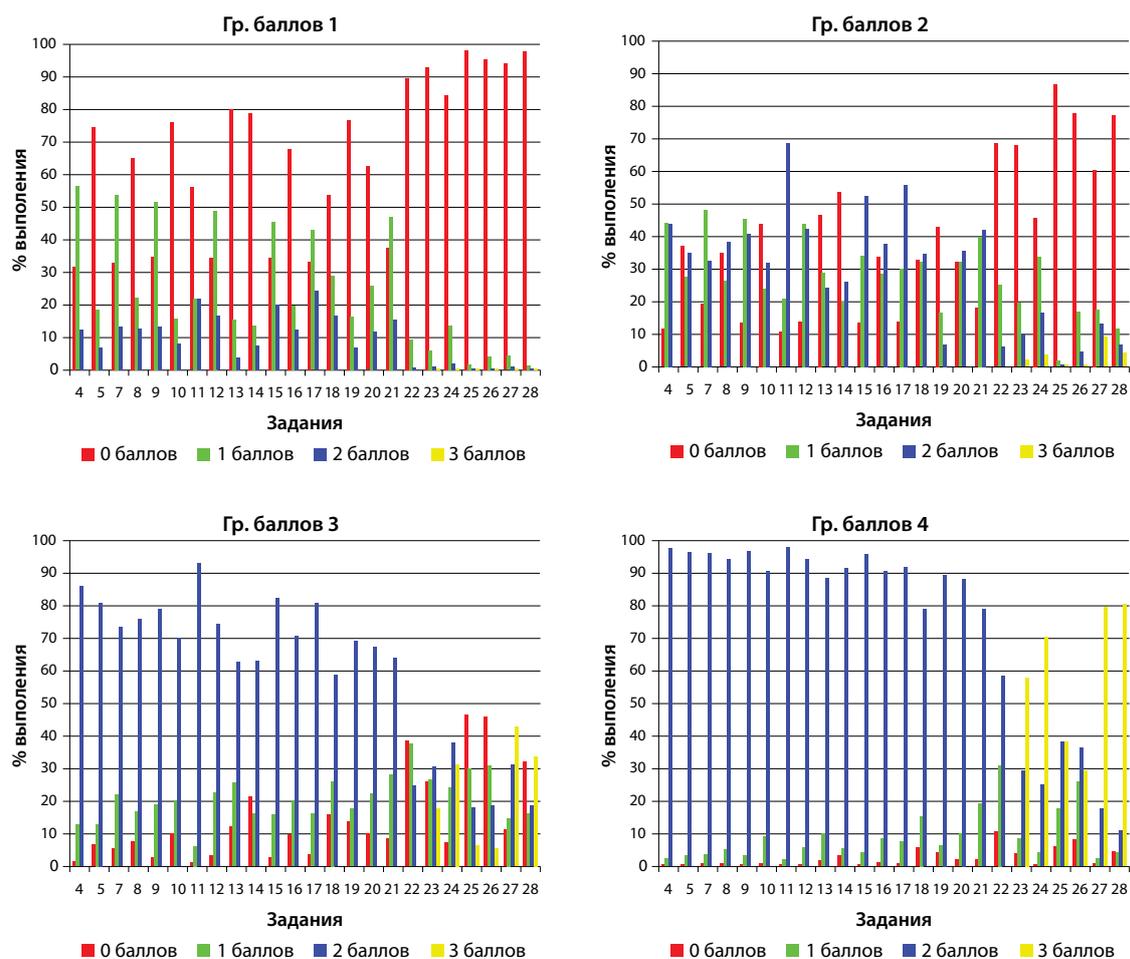


Рис. 5. Результаты выполнения политомических заданий участниками ЕГЭ 2020 г. с разными уровнями подготовки

Самыми трудными оказались задания линий 25 и 26. Сравнивая результаты их выполнения с результатами по другим линиям этой части нужно отметить, что знания об особенностях строения организмов разных царств, умения распознавать биологические объекты и описывать их, обосновывать методы биологических исследований, работать с текстом, находить ошибки и исправлять их, решать сложные задачи по цитологии и генетике сформированы значительно лучше, чем знания эволюционных и экологических закономерностей, умения анализировать нестандартные ситуации.

Наиболее высокие результаты получены участниками из группы 4. За задания части 1 с кратким ответом максимальные баллы получили от 79% до 98% экзаменуемых, а 0 балл — менее 1,9% участников. Результаты выполнения подавляющего большинства заданий этой части имеют приблизительно одинаковые статистические данные. У участников с отличной подготовкой в одинаковой степени хорошо сформированы разнообразные знания и учебные умения, поэтому тематика и форма предъявления заданий в данном случае не имели существенного значения.

Общий анализ результатов экзамена позволил установить, какие темы курса биологии освоены хорошо, а какие требуют пристального внимания со стороны учителей при изучении предмета. При выполнении большинства *заданий части 1* участники экзамена показали хорошие результаты:

- строение и жизнедеятельность органов и систем органов: пищеварения, дыхания, выделения (линия 1 — 93%; линия 12 — 73% выполнения);
- основные систематические категории: вид, род, семейство, отряд (порядок), класс, тип (отдел), царство (80%);
- среды обитания организмов, экологические факторы (86%);
- основные уровни организации живой природы (79%);
- строение органов и систем органов человека (линия 1 — 88%);
- экосистема (биогеоценоз), её компоненты, их роль (линия 1 — 88%);
- химический состав клетки, взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ клетки (79%);

- внутренняя среда организма человека, группы крови, переливание крови, иммунитет (линия 1 — 91%);

- разнообразие экосистем (биогеоценозов), саморазвитие и смена экосистем (75%);

- макроэволюция, направления и пути эволюции (76%);

- биосфера — глобальная экосистема, живое вещество планеты, его функции (76%);

- закономерности изменчивости, ненаследственная и наследственная изменчивость (линия 1 — 85%);

- царство бактерий, строение, жизнедеятельность, роль в природе (76%).

Результаты выполнения заданий по материалу основной школы по блокам «4. Многообразие организмов», «5. Человек и его здоровье» составили 62–76%.

Задания по материалу старшей школы по блокам «Клетка как биологическая система», «Организм как биологическая система», «Эволюция живой природы», «Экосистемы и присущие им закономерности» выполнили 62–72% участников. Полученные данные свидетельствуют об освоении учебного материала, составляющего основу Федерального компонента государственного образовательного стандарта.

В то же время отдельные элементы содержания усвоены слабо:

- воспроизведение организмов, способы размножения, половое и бесполое размножения (57%);

- экосистема (биогеоценоз), её компоненты (линия 17 — 48%);

- царство грибов, строение, жизнедеятельность, размножение (48%);

- нервная и эндокринная системы, нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности организма (линия 12 — 54%);

- обмен веществ и превращения энергии, энергетический и пластический обмен (58%);

- закономерности наследственности, их цитологические основы (51%);

- органы чувств, строение и функции, высшая нервная деятельность (линии 12,13 — 49%);

- царство животных, одноклеточные и многоклеточные животные, основные типы беспозвоночных (линия 10 — 47%);

- хромосомы, их строение и функции, число хромосом соматических и половых клеток (линия 1 — 42%);

- хордовые животные, основные классы (линия 1 — 46%).

По отдельным заданиям базового уровня были получены очень низкие результаты — 26–40%. Слабо усвоены знания об оболочках глаза, о методах биологических наук, об уровнях организации жизни, о характеристиках фаз фотосинтеза, умения определять число ДНК в клетках по их хромосомному набору.

Задания повышенного уровня сложности части 1 выполнили в среднем 52,3% участников экзамена, в целом освоены следующие элементы содержания:

- вид, его критерии, популяция — элементарная единица эволюции, микроэволюция (64%);

- среды обитания организмов, экологические факторы (линия 20 — 73%);

- многообразие клеток, прокариоты и эукариоты (линия 5 — 61%);

- взаимосвязь движущих сил эволюции, формы естественного отбора, виды борьбы за существование, синтетическая теория эволюции (79%);

- доказательства эволюции живой природы, результаты эволюции (линия 20 — 78%);

- генетика, её задачи, наследственность и изменчивость, методы генетики (линии 7, 8 — 61–68%);

- биосфера — глобальная экосистема, живое вещество, его функции (линии 18, 19 — 68%);

Однако отдельные задания вызвали затруднения, результат их выполнения составил ниже 30%, а 2 балла получили от 5% до 30% участников. Это задания, в которых требовалось установить последовательность: эволюционного процесса, видообразования (29%), этапов эмбриогенеза (2 балла — 31%), этапов происхождения человека (22%), образования и движения лимфы по организму человека (1 балл — 16%; 2 балла — 9%), движения кислорода по кровеносной системе (2 балла — 13%), этапов изменений хромосом в интерфазе и митозе (23%), этапов биосинтеза белка (22%).

Низкие результаты получены также в заданиях, требовавших установить со-

ответствие между характеристиками и фазами митоза и мейоза (2 балла — 28%), оболочками глаза (2 балла — 12%), желчи и поджелудочного сока (2 балла — 30%), эпителиальной и соединительной тканей (2 балла — 21%), фазами фотосинтеза (2 балла — 32%), особенностями генной и клеточной инженерии (18%), характеристиками конвергенции и дивергенции (21%), строением и жизнедеятельностью органов и систем органов человека (30%).

Анализ показал, что результаты выполнения задания в значительной степени зависят от его типа. Так, по одной и той же теме задания на множественный выбор из числа предложенных выполняются значительно лучше, чем задания на установление соответствия или последовательности. Приведём конкретные примеры элементов содержания и результатов их выполнения:

- анализаторы, органы чувств, строение и функции, высшая нервная деятельность (линия 20 на заполнение таблицы — 83% выполнения; линия 14 на установление соответствия — 33%);

- закономерности изменчивости, ненаследственная и наследственная изменчивость (линия 1 на дополнение схемы — 85%; линия 8 на соответствие — 60% выполнения);

- генетическая информация в клетке, гены, генетический код, матричный характер реакций биосинтеза (линия 3 на решение задачи — 65%; линия 4 на множественный выбор — 73%; линия 5 на установление соответствия — 29%).

Эти различия свидетельствуют не столько о незнании учебного материала, сколько о недостаточной сформированности умений сравнивать свойства, характеристики биологических процессов и объектов, устанавливать взаимосвязи между процессами, т.е. о несформированности учебных умений.

Задания высокого уровня сложности (часть 2) проверяли освоение биологических знаний и предметных умений, составляющих вариативную часть содержания биологического образования, и были направлены на выделение наиболее подготовленных участников ЕГЭ. При выполнении этих заданий участники экзамена должны были продемонстрировать не только глубокие знания биологического материала,

но и умения применять эти знания на практике при решении задач, анализировать биологические процессы, и делать выводы.

Не смогли выполнить задания этой части и получили 0 баллов в зависимости от типа задания от 40,2% до 75,4% участников ЕГЭ. Это можно объяснить тем, что задания части 2 ориентированы на хорошо подготовленных участников.

Выполнение заданий части 2 более 30% участников экзамена свидетельствует об их ответственной подготовке к итоговой аттестации, о сформированности умений логично выстраивать доказательную базу, приводить примеры, решать сложные задачи по цитологии и генетике, составлять схемы скрещивания организмов, выстраивать последовательность реакций матричного синтеза, делать правильные выводы и объяснять полученные результаты.

Анализ результатов ЕГЭ 2020 г. по биологии позволяет констатировать наличие дидактических дефицитов в преподавании биологии. Одни из них связаны с организацией учебного процесса; другие — с отбором содержания; третьи — с системой промежуточного контроля.

В методических рекомендациях 2017–2019 гг. мы касались некоторых из этих проблем. В этом году остановимся на отборе понятий, формирующих системность и целостность представлений о живой природе.²

Непременное условие достижения системных знаний обучающимися заключается в том, чтобы отразить в содержании учебных предметов, особенно в старших классах, ту целостность, в которой все элементы научного знания существуют и действуют. Этому условию, в частности, отвечает теория — высшая, самая развитая форма организации научных знаний, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях определённой области действительности — объекта данной теории. Будучи ядром научного знания, она выполняет ряд познавательных функций. Среди которых выделяют синтетическую, объяснительную, методологическую, предсказательную, практическую и описательную функции. Следовательно,

² Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. — М.: Педагогика, 1978 — 128 с.

теория — это наиболее развитая форма научного знания, являющаяся связующим звеном между методологией, мировоззрением, научной картиной мира и практикой, а её содержательное вычленение из изучаемого контента становится обязательным условием успешной подготовки обучающихся к итоговой аттестации.

Анализ содержания действующего Федерального компонента государственного стандарта общего образования (профильный уровень) позволяет выделить биологические теории изучаемых в рамках учебного предмета. Одни из них представлены в тексте документа в явном виде, другие «зашиты» в его содержание в виде близких по смыслу ключевых дефиниций.

По разделу «Общая биология» такими теориями являются: клеточная теория (Т. Шванна, М. Шлейдена, Р. Вирхова); теория гена (Г. Менделя, У. Бейтсона, Д. Уотсона, Ф. Крика); хромосомная теория наследственности (Т. Моргана); теория (гипотеза) возникновения жизни на Земле (А.И. Опарина, Дж. Холдейна, С. Фоке, С. Миллера); теория эволюции (Ч. Дарвина); теория естественного отбора (Ч. Дарвина); симиальная теория антропогенеза (Ч. Дарвина); трудовая теория происхождения человека (Ф. Энгельса); синтетическая теория эволюции (Э. Майера, Ф.Г. Добжанского, Дж. Хаксли, С.С. Четверикова). По разделу «Человек и его здоровье»: рефлексорная теория (Р. Декарта, И.М. Сеченова, И.П. Павлова), теория гомеостаза (К. Бернара, У. Кеннона, Л.С. Штерна), теория функциональных систем (П.К. Анохина, К.В. Судакова), теория иммунитета (И.И. Мечникова, П. Эрлиха).³

Большинство рекомендованных к использованию учебников по биологии имеет ссылки на вышеуказанные теории, однако многие понятия и законы, образующие их основу, только подразумеваются, не выделяются и ключевые дефиниции с утверждениями, служащими посылками для дальнейших умозаключений и научных выводов. Так, трудно порой найти в школьных учебниках развёрнутое изложение хромосомной теории. Современная эволюционная и рефлексорная теории часто

³ Справочник учителя биологии: законы, правила, принципы, биографии/авт.-сост. Н.А. Степанчук. — Волгоград: Учитель, 2009. — 167 с.

«размыты» по всему тексту главы или всего учебного раздела. Клеточная теория декларируется, однако не имеет внутреннего развития, не сформулированы концепции гомеостаза, происхождения жизни, антропогенеза, ноосферы.

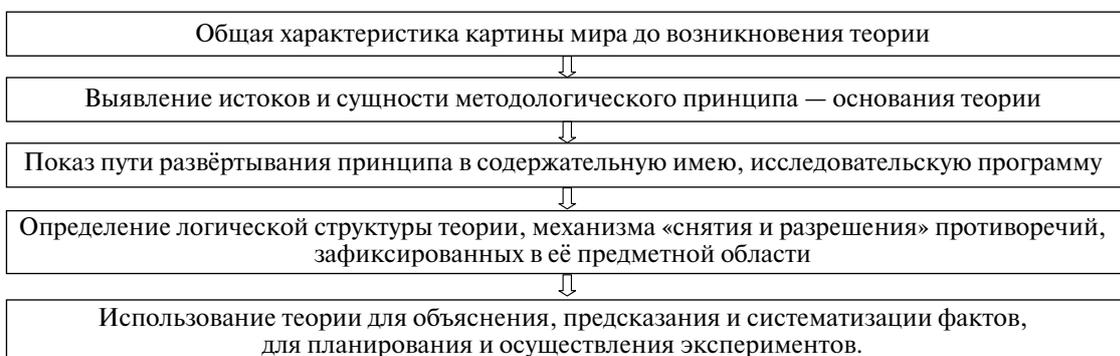
Для преодоления вышеупомянутых недостатков предлагаем предвосхищать изучение биологических теорий предметно-методологическим введением, в котором следует обрисовать контуры целостного содержания теории, выяснить, что именно подлежит изучению и в какой последовательности. Также следует вернуться к отработанным ещё в советской дидактике приёмам по формированию методологических понятий, раскрывающих структуру научной теории, её объект и предмет, основания, следствия, границы применимости. Несомненно, что реализация всех этих рекомендаций будет способствовать формированию системности и целостности знаний и умений у обучающихся старшей школы и в конечном счёте окажет позитивное влияние на выполнение участниками ЕГЭ выносимых на аттестацию заданий части 2.

Строго логическое изложение теории, вне её «биографии», делает её освоение скучным и малоинтересным, представляет теорию как готовое знание, отрывает от социокультурного контекста, оставляет «в тени» её происхождение. Если учитель в самом начале не показывает, какие именно образы и модели картины мира и культуры в ней отражены, то становится крайне сложным «вписать» такую готовую теорию в формирующуюся у обучающегося систему мировоззрения. В целях преодоления недостатков исключительно логического изложения теории необходимо рассмо-

треть историю её создания, тот путь научного познания, творческий поиск учёных, который привёл к её появлению в науке. При этом следует не скрупулёзно воспроизводить все этапы развития теории, рассматривать все без исключения повороты и перипетии научного поиска (хотя в этом порой бывает смысл, так как позволяет обучающимся грамотнее формулировать развёрнутые ответы), а ограничиться наиболее важными, решающими поворотами научной мысли. Естественно, что логический и исторический пути изложения теории не исключают, а дополняют друг друга. После того как станут ясными истоки теории, будет раскрыта деятельность по её созданию, ничто не мешает представить научную теорию в очерченной и ясной логической форме, выделить основания, вывести следствия, соотнести их с имеющимися эмпирическими данными. Такой подход в изучении проясняет и перспективы развития теории, и возможности её применения на практике, что очень важно для создания естественнонаучной картины мира и мировоззрения, а в случае с итоговой аттестацией — с качеством выполнения упомянутых выше заданий. А построение учителем в такой парадигме изучения материала — от общего (теоретического знания) к частному (фактическому), — сформирует целостную картину мира с его внутренними связями и противоречиями.

В качестве образца для планирования учебного процесса может быть использована модель разворачивания биологической теории (концепций) в социокультурном контексте, предложенная Б.Д. Комиссаровым.

Она включает следующие этапы.



⁴ Комиссаров Б.Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. — М.: Просвещение, 1991. — 160 с.

По ходу изучения теории в предлагаемой последовательности учителю следует раскрывать необходимые методологические знания, формировать абстрактные объекты и образы картины мира, т.е. моделировать те виды деятельности, которые вписывают научное знание в систему культуры.

Раскрытие теории должно включать в себя:

1) выявление вклада теории в научную картину мира, влияние теории на развитие мировоззрения;

2) показ причин и последствий смены теорий или ограничения её предметной области;

3) показа процесса трансформации фундаментальной теории в прикладную.

Такой, казалось бы, отвлеченный от практических задач ЕГЭ подход к обучению на самом деле имеет важный дидактический смысл. Он позволяет посмотреть на каждое из разбираемых заданий с более широких содержательных позиций, найти при ответе дополнительные элементы, подобрать более точные термины и понятия. В результате ответ участника становится содержательнее, глубже и аргументированнее.

Приведём примеры некоторых заданий, предлагаемых на ЕГЭ в 2020 г.

Большое место среди заданий части 2 КИМ занимают вопросы, связанные с теориями эволюции и видообразованием (линия 26). Их разработка обязательно выстраивается на теоретической основе эволюционного учения Ч. Дарвина и синтетической теории эволюции. «Держать» в памяти все возможные эволюционные примеры не предоставляется возможным. Поэтому наиболее методически оправданным является путь, когда учитель старается отработать теоретические основы синтетической теории эволюции, объяснить каждый фактор эволюции, его значение в формировании приспособленности организмов и образовании новых видов. Не стоит забывать и о социокультурном контексте, который способствовал становлению сначала эволюционных идей Ч. Дарвина, а потом и появлению синтетической теории эволюции.

Пример 1 задания линии 26.

Объясните, как переселение человеком собак в Австралию привело к образованию нового вида (Дикая собака динго). Для объяснения используйте знания о факторах эволюции.

Элементы ответа:

1) популяция собак, переселённых в Австралию, оказалась пространственно изолированной от популяций собак (волков) других континентов;

2) в изолированной популяции собак появились новые мутации (признаки, аллели), которые оказались полезными в новых условиях жизни;

3) длительный естественный отбор сохранил полезные признаки (мутации) и привёл к изменению генофонда;

4) репродуктивная изоляция привела к формированию нового вида.

Хотя в элементах ответа конкретного задания эти социокультурные аспекты отсутствуют, однако неизвестно, не появятся ли они в других, подобных заданиях по этой или другой тематике (см. перечень биологических теорий). Также, вполне вероятно, что их наличие в ответе экзаменуемого может повлиять на окончательное выставление баллов экспертами.

Пример 2 задания линии 26.

Человек (Homo) — единственный род животных, в процессе эволюции освоивший получение и использование огня. Какова роль огня в становлении человека разумного как биологического вида? Как огонь способствовал биологическому прогрессу рода Homo? Приведите не менее четырёх обоснований.

Элементы ответа:

1) термически обработанная пища легче усваивалась, что увеличило поступление в организм незаменимых аминокислот, способствовало развитию головного мозга;

2) термическая обработка пищи сокращала численность паразитов (и болезнетворных микроорганизмов) в ней, увеличивая выживаемость популяции;

3) огонь — источник света, позволяющий отпугивать хищников (защита от хищников);

4) огонь — источник тепла, позволивший заселять более холодные регионы (расширить ареал):

5) огонь способствовал развитию коммуникации между членами группы.

Спрогнозировать подобный вопрос и ответ на него при подготовке к ЕГЭ практически невозможно. Да это и не нужно. Достаточно в содержании темы «Происхождение человека» вычленить ключевые научные теории, на базе которых строится объяснительная база становление человека как биосоциального существа, в частности трудовая теория происхождения человека и симиальная теория антропогенеза. Зная их основные положения, можно выстроить логику ответа, достаточно близкую к приведённой в критериях.

Использование в ответе основных положений научных теорий возможно и в линиях заданий 25.

Пример задания линии 25.

Как в организме инфузории-туфельки поддерживается водно-солевой гомеостаз в пресных водоёмах? Как называется реакция инфузории-туфельки, выражающаяся в её движении от кристалла соли? Ответ поясните.

Элементы ответа:

1) поддержание водно-солевого гомеостаза обеспечивается сократительными вакуолями (которые избавляют организм от излишков воды, поступающих из окружающей среды);

2) концентрация солей в пресном водоёме меньше, чем в теле инфузории-туфельки;

3) благодаря осмосу в клетку инфузории-туфельки постоянно поступает вода;

4) сначала вода из цитоплазмы собирается в сократительные вакуоли, а потом при сокращении вакуолей удаляется из клетки;

5) хемотаксис.

В ответе на такие и подобные вопросы можно использовать основные положения теории гомеостаза, описывающей устой-

чивость живых систем в постоянно изменяющихся внешних условиях среды⁵.

Следует сформировать у обучающихся понимание следующих свойств гомеостатических систем: нестабильность, стремление к равновесию и непредсказуемость.

Формирование свойств биологических систем следует через введение в лексикон обучающихся следующих понятий: «отрицательная обратная связь», «положительная обратная связь». Это позволит применить эти знания при ответе не только на вопросы по саморегуляции на уровне организма, но и на вопросы из области цитологии (жизнедеятельность клетки), популяционной экологии (жизнедеятельность популяций) и биогеоценологии (существование экосистемы леса, луга и т.д.).

Знания биологических теорий проверяются и при выполнении заданий из части 1 КИМ.

Пример задания.

Все приведённые ниже утверждения, кроме двух, относят к положениям хромосомной теории наследственности. Определите два положения, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются сцепленно.
- 2) Сцепление генов нарушается при кроссинговере.
- 3) Гены расположены в хромосоме линейно.
- 4) В гетерозиготе проявляется доминантный ген.
- 5) Гены представляют собой последовательность нуклеотидов.

Опосредовано эти знания проверяются в заданиях линии 2.

Пример задания.

Рассмотрите таблицу «Методы биологических исследований». Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный в таблице вопросительным знаком.

Метод	Применение метода
Генеалогический	Изучение наследования аномальных признаков в поколениях человека
?	Целенаправленное длительное изучение объекта или явления без вмешательства извне

⁵ *Рохлов В.С, Трофимов СБ.* История развития учения о гомеостазе URL: <https://bio.1sept.ru/article.php?ID=200502201> (дата обращения: 08.10.2020).

Всё изложенное выше позволяет сделать ряд выводов.

1. Подготовка обучающихся через «натаскивание» на конкретные сюжеты отдельных заданий, особенно в части 2, абсолютно неэффективна и не позволит будущему участнику ЕГЭ претендовать на высокие баллы (особенно при выполнении заданий линий 22, 23, 25, 26). Дело порой не в сложности заданий, а в отсутствии у участников ЕГЭ навыков по работе с ситуационными, контекстными, эвристическими вопросами в них.

2. При планировании изучения нового материала и повторении пройденного сле-

дует обратить внимание на активное включение в учебный процесс ведущих биологических теорий, обеспечив не только их воспроизведение, но и сформированность умения по их активному использованию при ответах на поставленные в КИМ ЕГЭ вопросы.

В контрольных измерительных материалах ЕГЭ по биологии 2021 г. изменений не планируется. Однако ввиду отмеченного экспертами увеличения объёма развёрнутых ответов, детализации элементов ответа было принято решение увеличить продолжительность процедуры экзамена на 25 минут (до 235 минут).