

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

4 / 2021

Педагогические измерения

4 2021



Главный редактор

Решетникова Оксана Александровна, канд. пед. наук, директор ФГБНУ «ФИПИ»

Редакционная коллегия:

Болотов Виктор Александрович – академик РАО, д-р пед. наук, научный руководитель Центра мониторинга качества образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Безбородов Александр Борисович – д-р ист. наук, ректор ФГБОУ ВПО «Российский государственный гуманитарный университет», руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по истории ФГБНУ «ФИПИ»

Вербицкая Мария Валерьевна – д-р филол. наук, руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по иностранным языкам ФГБНУ «ФИПИ»

Демидова Марина Юрьевна – д-р пед. наук, руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике ФГБНУ «ФИПИ»

Зинин Сергей Александрович – д-р пед. наук, профессор кафедры методики преподавания литературы ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по литературе ФГБНУ «ФИПИ»

Ефремова Надежда Фёдоровна – д-р пед. наук, заведующий кафедрой педагогических измерений Донского государственного технического университета

Иванова Светлана Вениаминовна – чл.-корр. РАО, д-р филос. наук, научный руководитель Института стратегии развития образования Российской академии образования

Карданова Елена Юрьевна – канд. физ.-мат. наук, директор Центра мониторинга качества образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Лобжанидзе Александр Александрович – д-р пед. наук, заведующий кафедрой экономической и социальной географии имени академика РАО В.П. Максакковского ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии ФГБНУ «ФИПИ»

Лазебникова Анна Юрьевна – чл.-корр. РАО, д-р пед. наук, руководитель Центра социально-гуманитарного образования Института стратегии развития образования Российской академии образования

Семченко Евгений Евгеньевич – канд. экон. наук, заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки

Татур Александр Олегович – канд. физ.-мат. наук, главный научный консультант ФГБНУ «ФИПИ»

Редакция:

ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

Адрес: 123557, г. Москва, ул. Пресненский Вал, дом 19, строение 1

Заместитель главного редактора: Шишмакова Елена Владимировна, кандидат педагогических наук

Ответственный секретарь: Степанова Марина Владимировна, кандидат педагогических наук

Вёрстка: Буланов Максим

Технолог: Цыганков Артём

Тел: (495) 345-52-00, 345-59-00, 972-59-62

E-mail: narob@yandex.ru, www.narodnoe.org

Адрес: 109341, Москва, ул. Люблинская, 157, корп. 2

© Коллектив авторов, 2021



Содержание номера

АНАЛИТИКА

Яценко И.В., Высоцкий И.Р., Семенов А.В.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по математике..... 3

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по математике базового и профильного уровней в 2021 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы профильного уровня; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки; приведены комментарии по результатам выполнения отдельных заданий и рекомендации по коррекции типичных ошибок; описаны изменения КИМ ЕГЭ-2022 по математике.

Крылов С.С.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по информатике и ИКТ..... 29

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по информатике в 2021 г., представлены основные результаты экзамена; приведён анализ выполнения заданий по основным блокам содержания школьного курса информатики; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по информатике; рассмотрены типичные ошибки при выполнении различных заданий; описаны изменения в КИМ ЕГЭ-2022 по информатике.

Лобжанидзе А.А., Амбарцумова Э.М., Барабанов В.В., Дюкова С.Е.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по географии 46

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по географии в 2021 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы; дан анализ выполнения линий заданий по видам деятельности и основным блокам содержания школьного курса географии; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по географии; приведены рекомендации по совершенствованию преподавания географии в школе.

Рохлов В.С., Петросова Р.А., Мазяркина Т.В.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по биологии..... 70

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по биологии в 2021 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы, дан анализ выполнения линий заданий по блокам содержания; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по биологии; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания биологии, описаны изменения КИМ ЕГЭ-2022 по биологии.

Добротин Д.Ю., Снастина М.Г.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по химии..... 98

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по химии в 2021 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы, дан анализ выполнения линий заданий по блокам содержания; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по химии; приведены рекомендации по совершенствованию методики преподавания химии; описаны изменения КИМ ЕГЭ по химии в 2022 г.

Демидова М.Ю., Грибов В.А.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по физике..... 132

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по физике в 2021 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы, приведён анализ выполнения групп заданий по видам деятельности: применение законов и формул в стандартных учебных ситуациях, анализ и объяснение явлений и процессов, определение направления векторных величин, методологические умения, решение задач; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки по физике; описаны изменения КИМ ЕГЭ-2022 по физике.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по математике

**Яценко
Иван Валериевич,**

кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель комиссии по разработке
КИМ для ГИА по математике

**Высоцкий
Иван Ростиславович,**

ФГБНУ «ФИПИ», член комиссии по разработке
КИМ для ГИА по математике,
fipi@fipi.ru

**Семенов
Андрей Викторович,**

кандидат педагогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
член комиссии по разработке
КИМ для ГИА по математике

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по математике, основные результаты ЕГЭ по математике в 2021 г., анализ результатов по группам с различным уровнем учебной подготовки, рекомендации по коррекции типичных ошибок, изменения КИМ ЕГЭ-2022.

Единый государственный экзамен (ЕГЭ) по математике представляет собой форму государственной итоговой аттестации, проводимой в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ среднего общего образования по математике требованиям федерального государственного образовательного стандарта. ЕГЭ проводится в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования, утверждённым приказом Минпросвещения России и Рособрназора от 07.11.2018 № 190/1512.

Контрольно-измерительные материалы (КИМ) единого государственного экзамена по математике представляют собой комплекты заданий стандартизированной формы, соответствующие спецификации и демонстрационному варианту. Содержание КИМ определяется на основе федерального компонента государственного стандарта основного общего и среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

С 2015 года ЕГЭ по математике проводится на двух уровнях: базовом и профильном. ЕГЭ базового уровня предназначен для проверки достижения участниками экзамена основных предметных результатов, в частности способности производить бытовые расчёты и использовать математические знания для решения задач, возникающих в повседневной жизни. ЕГЭ профильного уровня предназначен для проверки освоения более широкого круга математических понятий и методов, необходимых для продолжения математического образования. В связи с эпидемиологической ситуацией в России ЕГЭ базового уровня по математике в 2021 г., как и в 2020 г., не проводился.

Варианты КИМ составлены на основе спецификации и кодификаторов проверяемых элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных организаций.

Контрольно-измерительные материалы ЕГЭ 2021 г. по математике профильного уровня сохранили преемственность с экзаменационной моделью прошлого года в тематике, примерном содержании и уровнях сложности заданий. Каждый вариант содержал 12 заданий с кратким ответом и семь заданий с развёрнутым ответом. Задания относились к основным разделам курса математики: числа и вычисления, алгебра и начала математического анализа, геометрия, вероятность и статистика. Проверка логических навыков включена в большинство заданий и особенно проявлялась в требованиях к решению заданий с развёрнутым ответом.

Вариант экзаменационных материалов по математике профильного уровня состоит из 19 заданий, сгруппированных в две части. Часть 1 содержит восемь заданий базового уровня, часть 2 содержит 11 заданий повышенного и высокого уровней сложности. При этом задания 1–12 подразумевают краткий числовой ответ и оцениваются 0 или 1 баллом. Задания 13–19 политомические с развёрнутым ответом. В большинстве политомических заданий требования на промежуточные баллы определяются критериями однозначно за счёт разбиения задания на законченные по смыслу пункты.

Современная модель ЕГЭ по математике профильного уровня способна выявить по результатам экзамена несколько групп участников в соответствии с их уровнем предметной подготовки (табл. 1).

Анализ выполнения заданий участниками по группам будет дан ниже. Традиционно важно выделение группы наиболее подготовленных участников, намеренных продолжать образование по техническим

и математическим специальностям. В то же время экзамен содержит достаточный материал для диагностики общих математических умений, применяемых при изучении иных предметов, в быту и массовых профессиях. В большинстве своём эти задания сгруппированы в части 1 КИМ экзамена и охватывают широкий круг математических объектов, методов и практических сюжетов: оптимальный выбор, финансовая грамотность, бытовые расчёты, оперирование процентами, прикладная геометрия, оценка вероятностей событий и т.п.

Задания части 2, как дихотомические, так и политомические, предназначены для проверки математических знаний на уровне, необходимом для абитуриентов технических и математических специальностей. Традиционно в их число входит исследование функций, задачи по стереометрии, планиметрии, решение уравнений и неравенств, текстовая задача.

Действующая в последние годы модель ЕГЭ по математике обладает достаточным диагностическим потенциалом и послужила основой для разработки перспективной модели профильного и базового ЕГЭ и материалов для проведения ЕГЭ 2022 г.

Изменений в структуре и содержании КИМ ЕГЭ по математике профильного уровня в 2021 г. по сравнению с 2020 г. не было.

Результаты участников профильного экзамена 2021 г. близки к результатам 2019 г. и несколько выше результатов 2020 г., что может быть связано с совершенствованием дистанционной формы обучения во многих регионах, где в 2020 г. могли наблюдаться значительные трудности с обеспечением доступа обучающихся и учителей к дистанционным учебным платформам.

Как важный результат ЕГЭ 2021 г., следует отметить некоторое улучшение результатов участников в части заданий

Таблица 1

Группы по уровню подготовки (профильный уровень)

Группа	1 (мин.)	2 (базовый)	3 (базовый)	4 (повыш.)	5 (высокий)
Границы первичных баллов	0–6	7–10	11–13	14–22	23–32
Границы тестовых баллов	0–27	33–50	56–68	70–86	88–100

базового уровня сложности в сравнении с прошлым годом. Процент выполнения заданий первых пяти задач части 1 в 2021 г. вернулся к показателям 2019 г.: все задания выполнены на 92% или выше. Значительно выросла доля участников экзамена, выполнивших геометрические задания 6 и 8. Незначительно снизился результат выполнения задания 7, требующего соотнесения графика и свойств функции и её производной.

В среднем уровень выполнения заданий 9–12 (задания части 2 с кратким ответом повышенного уровня) практически не изменился по сравнению с предыдущими годами. Наиболее трудным остаётся задание 12 по математическому анализу.

В результатах выполнения заданий части 2 существенные изменения по сравнению с прошлыми двумя годами также отсутствуют.

Продолжается тенденция предыдущих лет, связанная со снижением доли участников, получивших неполный балл в ряде заданий с развёрнутым ответом. Крайне малая доля участников получает неполный балл за задания 13 (уравнение с отбором корней на промежутке), 16 (алгебраическое неравенство), 17 (составление и исследование математической модели по тексту задачи). Таким образом, проявляется устойчивость роста качества обучения в образовательных организациях.

Следует понимать, что прямое сравнение результатов ЕГЭ по математике 2021 г. с результатами предыдущих годов является некорректным, поскольку в регламент государственной итоговой аттестации два года подряд вводились временные изменения. В 2021 г. постановлением Правительства Российской Федерации¹ установлено, что выпускники, не планирующие поступать в вуз, могли не сдавать ЕГЭ по математике.

При этом заметен определённый рост результатов, в том числе на уровне высоких баллов, во всё большем количестве регионов, что показывает рост доступности качественного образования как за счёт совершенствования дистанционных техно-

логий, так и за счёт создания и расширения деятельности в регионах центров развития талантов школьников.

По результатам детального анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет и методических рекомендаций ФИПИ создано много печатных и электронных учебных материалов, разъясняющих вопросы выполнения заданий части 2 КИМ; в большинстве регионов приняты и реализуются региональные программы развития математического образования; проект «Я сдам ЕГЭ», предоставление открытого доступа в регионах к проекту Центра педагогического мастерства Москвы привёл к заметному росту результатов участников, так как построены не на бесконечном решении вариантов прошлых лет, а на системном изменении преподавания с учётом индивидуальных траекторий развития каждого школьника.

Рост общественного запроса на качественное математическое образование, повышение роли математической грамотности как общественно значимого фактора проявились в увеличении востребованности ресурсов для самостоятельного дополнительного математического образования. В популярных учебно-диагностических системах зарегистрировались и выполняли тренировочные работы более 80% участников ЕГЭ 2020 г., в 2021 г. их число ещё выросло. В результате массового использования этих систем доля технических ошибок при заполнении бланков ответов существенно снизилась за последние два года, снизилось также количество вычислительных ошибок, поскольку учителя стали уделять больше внимания вычислительной культуре обучающихся в связи с запретом использования калькуляторов на экзамене.

Нужно отметить позитивное влияние актуальной экзаменационной модели ОГЭ на результаты ЕГЭ: включение несколько лет назад в КИМ ОГЭ практико-ориентированных заданий позволило выстроить единую систему требований в оценке качества математического образования. Включение в ОГЭ блока заданий по геометрии, обязательного для преодоления аттестационного порога, существенно сказалось на росте геометрической подготовки выпускников, важной для продолжения образования в технических вузах, и

¹ Постановление Правительства РФ от 26.02. 2021 № 256 «Об особенностях проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего общего образования в 2021 году».

на уровне выполнения заданий по геометрии в ЕГЭ.

Рассмотрим типичные примеры заданий и прокомментируем результаты их выполнения. Для анализа выполнения заданий КИМ ЕГЭ использованы иллюстрации с заданиями из вариантов 2021 г., выполнявшихся наибольшим числом участников. Каждое задание выполняли не менее 8000 участников экзамена из разных регионов. Выборку можно считать репрезентативной.

Алгебра и начала математического анализа, базовый уровень

Задания 1, 2, 4, 5 относятся к заданиям базового уровня и выполняются большинством участников экзамена.

Задание 1. Проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. Для выполнения этого задания выпускник должен уметь выполнять арифметические действия с целыми числами. Проблемы у участников возникают на стадии интерпретации полученных результатов.

Пример 1.

1 В магазине вся мебель продаётся в разобранном виде. Покупатель может заказать сборку мебели на дому, стоимость которой составляет 20% от стоимости купленной мебели. Шкаф стоит 3300 рублей. Во сколько рублей обойдётся покупка этого шкафа вместе со сборкой?

Комментарий.

Типичная ошибка — в ответе указана не общая стоимость, а только стоимость сборки.

По всей совокупности участников экзамена задание 1 выполняется на уровне 75,8/99,5%².

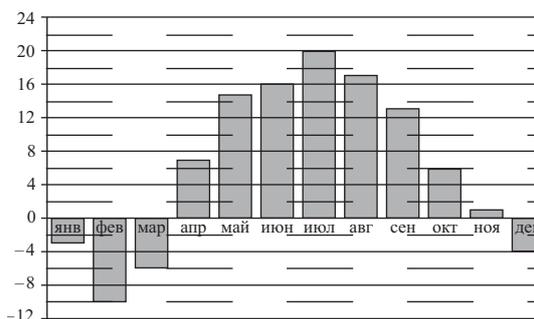
Задание 2. Задание проверяет сформированность умения анализировать информацию, представленную на диаграмме, графике. Для выполнения этого задания выпускник должен находить наибольшее значение функции на заданном интервале.

² Здесь и далее первое число — процент выполнения участниками со слабой подготовкой, второе число — процент выполнения участниками с высоким уровнем подготовки.

Ошибки, как правило, возникают из-за невнимательности при чтении условия.

Пример 2.

2 На диаграмме показана среднемесячная температура воздуха в Москве на каждый месяц 2005 года. По горизонтали указываются месяцы; по вертикали — температура в градусах Цельсия. Определите по приведённой диаграмме, сколько месяцев среднемесячная температура была меньше -8 градусов Цельсия.



Комментарий.

Типичная ошибка в выполнении задания — неверно прочитанное условие: наиболее массовый неверный ответ 11 получается, если прочитать слово «меньше» как «больше». Задание выполняется на уровне 86,1/99,3%.

Задание 4. Задание проверяет сформированность понятия «вероятность случайного события» и умения находить вероятность в простейших практических ситуациях. Проблемы у участников экзамена возникают из-за вычислительных ошибок, а у слабо подготовленных участников и из-за отсутствия сформированного понятия «вероятность».

Пример 3.

4 В сборнике билетов по химии 60 билетов, в трёх из которых встречается вопрос по теме «Белки». Найдите вероятность того, что в случайно выбранном на экзамене билете школьнику достанется вопрос по теме «Белки».

Комментарий.

Наиболее распространённая ошибка (1,1%) вычислительная: при делении 3 на 60 неверно поставлена запятая. Незначительная часть участников экзамена в ответе

записала вероятность противоположного события. Это говорит о несформированности понятия «вероятность» при наличии механического навыка выполнения действий: участник экзамена помнит, что нужно делить 3 на 60 или 57 на 60, но что именно нужно делить угадывает.

Задание выполняется на уровне 52,8/99,6%. Этот показатель существенно вырос по сравнению с 2014 г., когда задание на расчёт вероятности впервые было включено в ЕГЭ.

Задание 5. Решение уравнения.

Пример 4.

1 Найдите корень уравнения $3^{x+2} = 81$.

Комментарий.

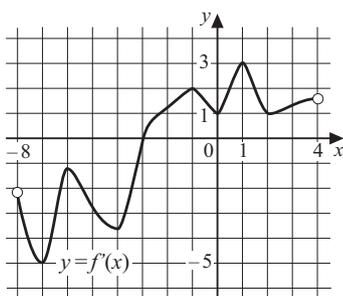
Задание выполняется на уровне 61,2/99,7%. Большинство ошибок вычислительные. Наиболее распространённый неверный ответ, скорее всего, получился у тех участников, кто посчитал, что $81 = 3^3$.

Задание 7 базового уровня сложности традиционно вызывает затруднения у участников экзамена.

Задание 7. Задание проверяет знание связи между характером монотонности функции и знаком её производной, умение по графику производной функции охарактеризовать свойства самой функции. Проблемы у участников возникают из-за невнимательного чтения условия задачи и непонимания связи свойств функции с её производной.

Пример 5.

7 На рисунке изображён график $y = f'(x)$ — производная функции $f(x)$, определённой на интервале $(-8; 4)$. В какой точке отрезка $[-7; -4]$ функция $f(x)$ принимает наименьшее значение?



Комментарий.

Задание выполняется на уровне 13,8/93,2%. Типичным неверным ответом является -7 (35%) — левый конец указанного отрезка. Получение неверного ответа связано с тем, что участники ЕГЭ путали функцию с её производной. Эта ошибка типична на протяжении всех лет начиная с 2010 г., когда в ЕГЭ впервые была предложена задача на наглядное исследование функции по графику или по графику её производной.

Алгебра и начала математического анализа, повышенный уровень

Задания 9–12, 13, 15, 17 относятся к заданиям повышенного уровня сложности.

Задание 9. Задание проверяет сформированность умения по заданному значению одной тригонометрической функции от некоторого аргумента находить значение другой от того же аргумента. Задание проверяет знание основного тригонометрического тождества. Проблемы у участников возникают на стадии выполнения арифметических действий и определения знака тригонометрической функции.

Пример 6.

9 Найдите значение выражения

$$\frac{8 \sin 94^\circ}{\sin 47^\circ \cdot \sin 43^\circ}$$

Комментарий.

Массовый неверный ответ 8 получается, если забыть множитель 2 в формуле синуса удвоенного аргумента. Таких ответов 18%.

Задание выполняется на уровне 11,9/98,7%.

Задание 10. Задание проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. Для выполнения этого задания нужно уметь выразить одну из величин через другие, когда все величины связаны известной формулой, т.е. требуется решить простейшее уравнение. Проблемы у участников возникают на стадии чтения условия задачи или при подстановке данных в формулу.

Пример 7.

- 10** В розетку электросети подключена электрическая духовка, сопротивление которой составляет $R_1 = 54$ Ом. Параллельно с ней в розетку предполагается подключить электрообогреватель, сопротивление которого R_2 (в Ом). При параллельном соединении двух электроприборов с сопротивлениями R_1 и R_2 их общее сопротивление R вычисляется по формуле $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Для нормального функционирования электросети общее сопротивление в ней должно быть не меньше 36 Ом. Определите наименьшее возможное сопротивление электрообогревателя. Ответ дайте в омах.

Комментарий.

Типичный неверный ответ 18 связан с вычислительной ошибкой.

Задание выполняется на уровне 10,4/98,6%.

Задание 11. Задание проверяет сформированность умения использовать математические знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. Для выполнения нужно уметь составить уравнение по условию задачи и верно интерпретировать результаты его решения.

Пример 8.

- 11** На изготовление 384 деталей первый рабочий тратит на 8 часов меньше, чем второй рабочий на изготовление 480 таких же деталей. Известно, что первый рабочий за час делает на 4 детали больше, чем второй. Сколько деталей за час делает первый рабочий?

Комментарий.

Типичный неверный ответ в таких задачах обычно является посторонним корнем полученного квадратного уравнения либо ответом на другой вопрос. В данном случае массовый неверный ответ 16 (производительность труда второго рабочего) дало около 8% участников.

Задание выполняется на уровне 4,7/94,0%.

Задание 12. Задание проверяет сформированность умения пользоваться математическим анализом и свойствами производной для исследования функции.

Пример 9.

- 12** Найдите точку максимума функции $y = 7 \cdot \ln(x - 9) - 7x + 2$.

Комментарий.

5% дали ответ 9, который говорит о непонимании природы логарифма и/или о попытках угадывания ответа.

Задание выполняется на уровне 4,0/94,2%.

Задание 13. Задание проверяет сформированность умения решать уравнение и отбирать корни, принадлежащие числовому отрезку. Это задание решают преимущественно участники ЕГЭ с высоким и средним уровнями подготовки, а слабо подготовленные экзаменуемые к этому заданию приступают редко.

Пример 10.

- 13** а) Решите уравнение

$$4 \sin^3 x + \sqrt{3} \cos^2 x + 3 \sin x = 4\sqrt{3}.$$

б) Укажите корни этого уравнения,

принадлежащее отрезку $\left[\pi; \frac{5\pi}{2} \right]$.

Комментарий.

Успешно решают это задание от 0,01% участников из слабой группы до 93,2% участников из сильной группы.

За последние годы результаты решения тригонометрических уравнений в ЕГЭ значительно выросли. В 2012–2014 гг. процент участников, полностью решавших тригонометрическое уравнение и отобравших корни, не превышал 10%. Отметим также важные изменения, происшедшие в подходах к решению этой задачи. Ещё несколько лет назад типичное решение уравнения содержало «формулу из учебника», которая за счёт множителя переменного знака описывает сразу обе серии решения простейшего тригонометрического уравнения. В последние годы всё чаще участники экзамена находят серии

решения тригонометрического уравнения по отдельности, пользуясь тригонометрическим кругом для графической интерпретации. Это привело к общему росту понимания устройства тригонометрических функций, важного для продолжения образования в вузах.

Задание 15. Задание проверяет сформированность умения решать неравенства.

Пример 11.

15 а) Решите неравенство

$$16^{\frac{1}{x}-1} - 4^{\frac{1}{x}-1} - 2 \geq 0.$$

Комментарий.

Задание 15 верно решают от 0% (слабая группа) до 94,1% (сильная группа) участников.

Неравенства решают преимущественно экзаменуемые с высоким и средним уровнями подготовки, а слабо подготовленные участники к этому заданию не приступают. Ошибки в выполнении задания 15 свидетельствуют о существующей проблеме в подготовке заметной доли выпускников — несформированности умения решать не только логарифмические неравенства, но и неравенства вообще. Основанием для этого вывода стали выявленные ошибки: неумение решать квадратные, дробно-рациональные неравенства; неумение находить и записывать решение системы неравенств; непонимание сути метода интервалов; выполнение неравносильных преобразований.

В последние годы, особенно в связи с задачами ЕГЭ, всё большую популярность приобретает так называемый обобщённый метод интервалов. Название метода стихийно возникло в учительской среде и не является общеупотребительным термином. Суть сводится к решению уравнения и определению знаков функции произвольного вида (не обязательно рациональной) на интервалах знакопостоянства. К сожалению, школьники, даже понимая суть метода, часто не могут грамотно описать последовательность своих действий и теряют логику рассуждений, пытаясь повторить решение по памяти

или по аналогии с похожими примерами, которые они решали раньше, и, как следствие, допускают грубые ошибки.

Задание 17. Задание проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. Для выполнения этого задания нужно уметь решать текстовую задачу с экономическим содержанием.

Пример 12.

17 В июле 2025 года планируется взять кредит в банке на сумму 300 тыс. рублей на 6 лет. Условия его возврата таковы:

- в январе 2026, 2027 и 2028 годов долг возрастает на 20% по сравнению с концом предыдущего года;
- в январе 2029, 2030 и 2031 годов долг возрастает на $r\%$ по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить часть долга;
- в июле каждого года долг должен быть на одну и ту же величину меньше долга на июль предыдущего года;
- к июлю 2031 года кредит должен быть полностью погашен.

Известно, что общая сумма выплат после полного погашения кредита составит 498 тысяч рублей. Найдите r .

Комментарий.

Выполнение: от 0% (слабая группа) до 88% (сильная группа) участников. Участники экзамена, которые не смогли выполнить данное задание, делятся на две группы: те, кто не смог составить математическую модель решения (или составил её неверно), и те, кто допустил ошибки (как правило, вычислительные) при решении полученного уравнения. Следует отметить резкое снижение за последние годы доли участников экзамена, которые допустили ошибки при составлении математической модели. Это является следствием в том числе резкого усиления внимания к практико-ориентированным заданиям в школьном курсе. При этом рост сформированности культуры решения уравнений, безошибочного выполнения математических действий, несколько отстаёт, так как основы этого

закладываются в 1–6-х классах. Соответственно, заметное число участников ЕГЭ, которые, приступив к выполнению задания, не смогли решить его, верно составило уравнение, но из-за вычислительных ошибок не смогло получить правильный ответ.

Алгебра и начала математического анализа, высокий уровень

Задания 18 и 19 относятся к заданиям высокого уровня сложности.

Задание 18. Задание проверяет сформированность умения применять математические знания, исследовать уравнения и функции, их графики и взаимное расположение алгебраически заданных кривых.

Пример 13.

- 18** Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение

$$|x^2 - a^2| = |x + a| \cdot \sqrt{x + a^2 - 2a}$$

имеет ровно два различных корня.

Комментарий.

Задача даёт возможность участнику экзамена, претендующему на поступление в вуз с высокими требованиями к уровню математической подготовки, показать умение верно проводить рассуждения, проверки, преобразования. Поэтому за задачу берутся в основном выпускники с высоким уровнем подготовки. Выполнение задания является одним из характерных признаков наиболее сильной группы участников. Хотя и в этой группе успеха в решении достигает лишь 11% при общем выполнении около 1%. Навыки, необходимые для верного выполнения данного задания, формируются на протяжении многих лет обучения математике.

Задание 19. Задание проверяет способность находить пути решения, комбинируя известные методы и алгоритмы. Особенность состоит в том, что практически все задания этой линии апеллируют к целочисленной арифметике, причём к фактам, известным из курса 5–7-х классов.

Пример 14.

- 19** Отношение трёхзначного натурального числа к сумме его цифр — целое число.
- Может ли это отношение быть равным 34?
 - Может ли это отношение быть равным 84?
 - Какое наименьшее значение может принимать это отношение, если первая цифра трёхзначного числа равна 4?

Комментарий.

Задача имеет исследовательский характер, требуя подчас проверки подтверждения или опровержения гипотез. Верное выполнение всего задания даёт возможность продемонстрировать готовность к продолжению образования в ведущих вузах. При этом первый пункт задачи имеет конструктивный характер и доступен многим участникам экзамена, поэтому последние годы задача стала приобретать популярность не только у наиболее сильной группы, но и у выпускников с недостаточной общей алгебраической подготовкой, но развитым логическим мышлением. Здесь важно, чтобы учитель верно сориентировал, показал на примерах, что первый пункт не требует специальных знаний — достаточно сообразительности и минимального терпения, чтобы обнаружить нужную математическую конструкцию.

Этим обстоятельством объясняются и результаты. На ненулевой балл решают задачу от 2,8% (слабая группа) до 47,1% (сильная группа) участников, а на полный балл — всего 3,2% участников из сильной группы. Следует отдельно отметить, что данное задание демонстрирует наименьший среди всех заданий с развёрнутым ответом разброс процентов выполнения между регионами.

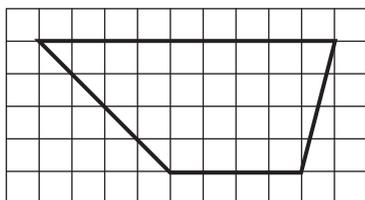
Геометрия, базовый уровень

Задания 3, 6, 8 относятся к заданиям базового уровня и выполняются заметно хуже алгебраических заданий этого уровня.

Задание 3. Задание проверяет умение применять знания из курса геометрии, сформированность наглядных представлений о геометрических фигурах, длине и площади фигуры.

Пример 15.

- 3 На клетчатой бумаге с размером клетки 1×1 изображена трапеция. Найдите её площадь.



Комментарий.

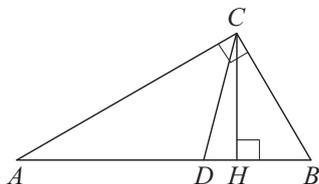
Распространённые ошибки связаны с подсчётом длин отрезков или решением другой задачи.

Задание выполняется на уровне 48,0/99,6%. Наихудший результат возникает, когда срабатывает инертность мышления, и экзаменуемый, привыкший к подготовке на вариантах прошлых лет, вместо условия данной задачи воспринимает рисунок как иллюстрацию другой задачи (найдите среднюю линию трапеции, высоту и т.п.). Задания по геометрии «на клеточках» появились в ЕГЭ в 2010 г. и послужили значительному укреплению позиции геометрии в школе.

Задание 6. Задание проверяет сформированность умений выполнять действия с геометрическими фигурами, применять изученные геометрические факты.

Пример 16.

- 6 Острый угол B прямоугольного треугольника ABC равен 75° . Найдите угол между высотой CH и биссектрисой CD , проведёнными из вершины прямого угла C . Ответ дайте в градусах.



Комментарий.

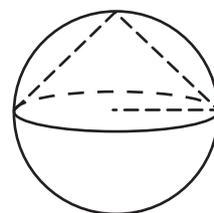
Задание выполняется на уровне 14,1/96,8%. Распространённый неверный ответ 15° (4,3%) дали участники, которые вписали в поле ответа промежуточный результат или по какой-то причине решили, что искомый угол равен углу .

Задания на свойства отрезков, соединяющих вершину треугольника с точкой противоположной стороны, относятся к самым распространённым в курсе геометрии 7-х и 8-х классов. Они ежегодно входят в КИМ ЕГЭ: вопрос может стоять об углах между высотой, медианой и биссектрисой в разных комбинациях. Результаты выполнения этих заданий за несколько лет существенно выросли. Тем не менее учителям следует обратить внимание на похожие задачи при работе с обучающимися из слабой и средней групп по подготовке. Эти задачи наглядны, и, один раз разобравшись в конструкции прямоугольного треугольника, обучающиеся, как правило, решают задачи этого типа уверенно.

Задание 8. Задание проверяет сформированность наглядных стереометрических представлений и соотношений между объёмами изученных пространственных фигур.

Пример 17.

- 8 Конус вписан в шар. Радиус основания конуса равен радиусу шара. Объём конуса равен 24. Найдите объём шара.



Комментарий.

Задание выполняется на уровне 11,4/96,5%. Распространённый неверный ответ 72 дали 11% участников экзамена. Это скорее всего связано с попыткой использовать множитель $1/3$ из формулы объёма конуса без вникания в стереометрическую конфигурацию.

Задача о вписанном в шар, полушаре или цилиндр конусе хорошо известна, приводится во всех учебниках геометрии. К сожалению, очень немногие школьники знают эту задачу как знаменитую задачу Архимеда. Если учитель вместо формул (или наряду с ними) показывает наглядное соотношение объёмов цилиндра и вписанных в него полушара и конуса, то обучающиеся

не делают ошибок в сравнении объёмов этих тел, поскольку опираются не на механические вычисления, а на сложившийся образ.

Геометрия, повышенный уровень

Задания 14 и 16 относятся к заданиям повышенного уровня сложности. Эти задания с развёрнутым ответом решают в основном те, кто претендует на высокий балл.

Задание 14. Задание проверяет сформированность наглядных представлений об изученных стереометрических фигурах, а также умения строить сечения, проводить доказательства, пользуясь изученными фактами о взаимном расположении прямых и плоскостей, находить геометрические величины, пользуясь теоремами об объёмах и площадях поверхности геометрических тел.

Пример 18.

- 14** В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ сторона основания AD равна 14, высота SH равна 24. Точка K — середина бокового ребра SD , а точка N — середина ребра SD . Плоскость AKB пересекает боковое ребро SC в точке P .
- Докажите, что прямая KP пересекает отрезок SN в его середине.
 - Найдите расстояние от точки P до плоскости SAB .

Комментарий.

Задание разбито на два пункта. Первый пункт считается выполненным, если проведено верное доказательство. Задачи на доказательство сейчас широко представлены в КИМ ЕГЭ, хотя первое время шли споры о допустимости заданий на доказательство в аттестационных задачах. Появление заданий на доказательство в ЕГЭ привело к возвращению этого традиционного и очень важного математического умения в школьный курс. Учителя всё больше внимания уделяют правильному применению фактов и теорем курса, развитию у обучающихся умения совершать логические переходы. Наиболее трудными, как правило, являются логические построения, связанные с доказательством от противного.

Процент выполнения задания 14 составляет 0/21,7%.

Задание 16. Задача планиметрическая. Проверяет умение пользоваться изученными геометрическими фактами и теоремами, исследовать геометрические конфигурации на плоскости.

Пример 19.

- 16** Трапеция $ABCD$ с большим основанием AD и высотой BH вписана в окружность. Прямая BH вторично пересекает эту окружность в точке K .
- Докажите, что прямые AC и AK перпендикулярны.
 - Прямые CK и AD пересекаются в точке N . Найдите AD , если радиус окружности равен 12, $\angle BAC = 30^\circ$ а площадь четырёхугольника $BCNH$ в 8 раз больше площади треугольника KNH .

Комментарий.

Планиметрические задачи традиционно входили в состав вступительных испытаний технических и математических специальностей вузов. Выполнение задания 16 в ЕГЭ 2021 г. находится на уровне 14,2% на полный балл в наиболее сильной группе. Участники из слабой группы за задание 16, как правило, не берутся.

Растущий, но всё ещё относительно низкий процент выполнения геометрических заданий повышенного и высокого уровней сложности свидетельствует о сохраняющихся проблемах в преподавании геометрии. Одна из причин — рассмотрение тех типов задач, которые встречались на экзамене в предыдущие годы, а не обучение полноценной геометрии. Эта практика распространена повсеместно и касается, конечно, не только геометрии, но именно в геометрии ярче проявляются пагубные результаты, поскольку однотипные геометрические конфигурации различаются между собой гораздо больше, чем однотипные уравнения или неравенства.

Рассмотрим выполнение экзаменационной работы ЕГЭ 2021 г. участниками с различным уровнем математической подготовки. Традиционно по результатам ЕГЭ по математике участников можно условно разбить на пять групп:

с минимальной подготовкой, две подгруппы с базовой подготовкой, с повышенным уровнем и высоким уровнем подготовки. Границы групп определяются исходя из экспертной оценки соответствия выполнения экзаменационной работы требованиям вузов. В табл. 2 показаны условные границы групп.

Численность группы 1, и абсолютная, и процентная, снизилась по сравнению с прошлым годом, но всё ещё высока, несмотря на возможность получения в 2021 г. аттестата о среднем образовании без ЕГЭ по математике. Участие в профильном ЕГЭ значительного числа выпускников, не готовых преодолеть минимальный порог, по-прежнему остаётся проблемой, связанной и с их недостаточной информированностью, и с особенностями приёма в некоторые гуманитарные вузы, по-прежнему предъявляющие к абитуриентам требование о сдаче экзамена по математике профильного уровня.

Участники из **группы 1**, как правило, ограничиваются решением 10–12 заданий с кратким ответом и не приступают к задачам, требующим развёрнутых ответов. Задачи по геометрии и на понимание объектов и методов математического анализа выполняются участниками из этой группы крайне плохо. В большинстве своём это обучающиеся, слабо мотивированные к изучению математики. Их участие в профильном экзамене часто нецелесообразно.

Численность **группы 2** практически не изменилась по сравнению с прошлым годом. Эту группу можно охарактеризовать как освоившую базовый курс, но не при-

обретшую устойчивых навыков. Это не позволяет им продолжать образование по технической специальности. Многочисленность группы 2 на профильном ЕГЭ по математике также часто объясняется противоречивыми требованиями ряда вузов к абитуриентам: обязательный профильный экзамен, при этом относительно невысокие требования к математической подготовке.

В отличие от группы 1, участники из группы 2 часто принимаются за решение заданий части 2, о чём свидетельствуют, например, результаты решения тригонометрического уравнения (около 9,3% выполнили задание 13 хотя бы на 1 балл). Наличие вычислительных навыков позволяет им относительно успешно справиться с частью 1 экзамена, но, начиная с задания 14, их результаты мало отличаются от результатов группы 1, то есть близки к нулевым значениям.

Группы 3–5 несколько увеличились и в абсолютной численности, и в процентном отношении.

Группа 3 характеризуется как группа участников экзамена, успешно освоивших базовый курс математики и способных обучаться на технических специальностях большинства вузов, не предъявляющих высоких требований к математическим знаниям абитуриентов. Эта группа участников выполняет задания 1–13 и 15, как правило, с небольшим количеством вычислительных ошибок.

Группа 4 — выпускники, имеющие уровень математической подготовки, достаточный для продолжения образования по большинству специальностей,

Таблица 2

Группы по уровню подготовки (профильный уровень)

Группа	1 (мин.)	2 (базовый)	3 (базовый)	4 (повыш.)	5 (высокий)
Границы первичных баллов	0–6	7–10	11–13	14–22	23–32
Границы тестовых баллов	0–27	33–50	56–68	70–86	88–100
Численность групп (по данным на 16.06.2021) (тыс. человек) / %	46,7 (12,8%)	122,0 (33,4%)	79,8 (21,8%)	108,4 (29,6%)	8,8 (2,4%)
Численность групп в 2020 г. (тыс. человек) / %	53,5 (14,7%)	120,6 (33,1%)	78,4 (21,5%)	103,6 (28,4%)	8,2 (2,25%)

требующих повышенной и высокой математической компетентности. Эта группа, в последние годы значительно укрепившая свои позиции в генеральной совокупности участников экзамена, составляет основу абитуриентов и успешных студентов технических вузов. При дальнейшем совершенствовании модели ЕГЭ следует ориентироваться на участников из этой группы как на основную целевую когорту.

Группа 5 по сравнению с 2020 г. также несколько выросла. Это выпускники, которые могут продолжать обучение при самых высоких требованиях к математической подготовке на технических и фундаментальных естественнонаучных и математических специальностях вузов. Но даже в этой, наиболее подготовленной группе по-прежнему требуется внимание повышению качества геометрической подготовки.

Рассматривая особенности выполнения заданий участниками экзамена из различных групп, отметим следующее.

Задание 19 на 1 балл выполняют намного больше участников из группы со слабой подготовкой, чем решают тригонометрическое уравнение (позиция 13). Это говорит о том, что в этих группах есть участники, обладающие математической культурой, достаточной для того, чтобы разобраться в тексте абстрактной математической задачи, экспериментировать с натуральными числами или целыми последовательностями и найти пример, удовлетворяющий условию задачи. При этом эти участники не выполняют, казалось бы, простейших алгоритмов решения тригонометрических уравнений. Таким образом, проявляется существование заметной доли выпускников школ, которые не осваивают основную программу по математике, несмотря на то что обладают более чем достаточными для этого математическими способностями.

Участниками группы с высоким уровнем подготовки по-прежнему задания по алгебре и началам анализа выполняются значительно лучше, чем геометрические задания. При этом достаточно ограничиться заданиями 13–19, поскольку задания 1–12 участники из этой группы выполняют практически полностью.

Конечно, задача 16 объективно сложная и требует немало времени на выполнение и анализ чертежа, поиск ключевых элементов конфигурации, решения множества вспомогательных подзадач.

Однако даже стандартная стереометрическая задача 14 у хорошо подготовленного и мотивированного участника экзамена занимает больше времени, чем, скажем, задача 17, которая требует объективно намного большего объема обработки информации, иногда составления таблицы, применения нескольких алгоритмов и арифметических вычислений с многозначными числами. Следует предположить, что участник экзамена, выполняющий задание 17 и пропускающий задание 14 или выполняющий его с ошибкой, не видит стандартных алгоритмов, которые он мог освоить на уроках, поскольку при должной подготовке решение задачи 14 занимает в 1,5–2 раза меньше времени, чем задача 17 и не больше, чем задача 15.

Таким образом, наиболее подготовленные участники, которые заранее планируют время и выстраивают тактику решения задач на экзамене, относят решение стереометрической задачи на оставшееся время. Отработка стандартных алгоритмов построения сечения, нахождения элементов призмы, пирамиды ещё один серьёзный ресурс повышения уровня математической подготовки выпускников.

Обращает на себя внимание «граница успешности» в самой многочисленной группе 2. Граница совпадает с границей между заданиями с кратким и развёрнутым ответами. Здесь возникает гипотеза о том, что значительное большинство участников из этой группы не обучено математической речи в той степени, которая необходима для ясного изложения мыслей при выполнении заданий с развёрнутым ответом. При этом уровень математического мышления, техника математических преобразований и вычислений у них могут быть достаточно развиты. Можно предположить также, что проблема кроется в злоупотреблении, причём начиная с основной школы, тестами, краткими ответами; при этом школьники имеют мало практики в записи развёрнутого решения, устных ответах. Такой школьник может решить несложное уравнение или

неравенство, часто понимает математический смысл задачи, но в силу отсутствия практики не может ясно и последовательно записать решение, что приводит к невозможности решить более сложную комбинированную задачу.

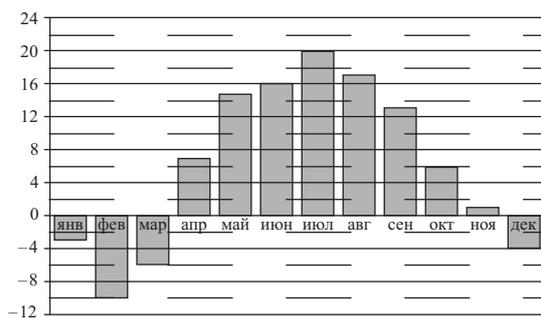
Для анализа и выработки рекомендаций отобраны задания, которые выполнены значимо хуже, чем аналогичные задания, бывшие в составе других вариантов, и задания, где наблюдались типичные, статистически заметные ошибки.

В анализ были включены также задания, при выполнении которых наблюдалось статистически заметное отсутствие ответа, а также задания, где проявившаяся ошибка участников ЕГЭ 2021 г. была не очень массовой, но свидетельствовала о вероятных серьёзных упущениях в методике преподавания математики.

Аналоги некоторых заданий описаны выше. Помимо разбора возможных ошибок мы предложим некоторые общие методы решения.

Пример 20.

- 2 На диаграмме показана среднемесячная температура воздуха в Москве за каждый месяц 2005 года. По горизонтали указываются месяцы, по вертикали — температура в градусах Цельсия. Определите по приведённой диаграмме, сколько месяцев среднемесячная температура была меньше -8 градусов Цельсия.



Комментарий.

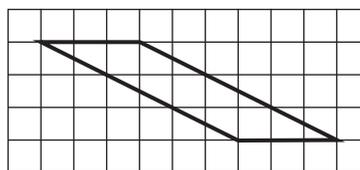
Эта задача уже обсуждалась выше. Больше 9% ошибочных ответов к этой задаче может быть связано только со смешиванием точного и бытового значений слова «меньше». Работе с графиками и диаграммами уделяется много

внимания начиная с 4-го класса. Такие задания сейчас можно встретить в проверочных работах для младшеклассников. Как не допустить неверной трактовки слов «меньше» и «больше». Мороз сильнее, чем -8°C , означает, что на улице температура меньше, чем -8°C , например, -15°C . Но ведь 15°C мороза это больше, чем мороза, если не обратить внимание на слово «мороз», что означает меньше нуля.

Чтобы избежать путаницы, предлагаем наряду со словами «меньше» и «больше» использовать слова «ниже» и «выше» как синонимы, подобно тому, как при обучении пользованию числовой прямой методика советует создать ассоциацию «левее — меньше», «правее — больше». Ассоциация «ниже — меньше», «выше — больше», как показывает практика, позволяет резко снизить вероятность неверной интерпретации условия.

Пример 21.

- 3 На клетчатой бумаге с размером клетки 1×1 изображён параллелограмм. Найдите его площадь.



Комментарий.

Определённая сложность данного задания для слабо подготовленных участников заключалась в том, что «основание» параллелограмма более короткое, а «боковая сторона» длиннее. Абсолютное большинство чертежей в учебниках и в учебной практике изображают горизонтальную сторону параллелограмма более длинной или хотя бы такой, что высота, проведённая из вершины тупого угла, попадает внутрь стороны. Часть участников экзамена попыталась провести высоту «наискосок». Необходимо при изучении курса геометрии избегать наличия лишь «стандартных», «канонических» расположений фигур на чертежах, иметь в учебных материалах больше возможных форм и расположений фигур.

Пример 22.

- 4 В среднем из 140 садовых насосов, поступивших в продажу, 14 подтекают. Найдите вероятность того, что один случайно выбранный для контроля насос **не подтекает**.

Комментарий.

Эта задача на исчисление шансов традиционно вызывает трудности, связанные с формулировкой. Проблема здесь обычно не в математике, а в смысловом чтении. Как понять фразу «в среднем из N предметов n обладают определённым признаком»?оборот «в среднем» значит, что в одной партии из 140 насосов течь могут 12, или 17, или даже все 140, а в другой будет другое количество, но если взять все возможные партии по 140 насосов (x таких партий, где x — чрезвычайно большое число), то во всех них вместе окажется $14x$ текущих насосов, а потому вероятность того, что случайно выбранный

насос подтекает, равна $\frac{14x}{140x} = \frac{14}{140} = 0,1$.

Таким образом, фраза «в среднем из N предметов n обладают определённым признаком» означает, что вероятность этого признака равна $\frac{n}{N}$.

Встречаются задачи, где фраза звучит иначе. Например, «на 140 качественных насосов приходится в среднем 14 некачественных». Смысл тот же, но общее количество насосов в партии здесь не 140, а $140 + 14 = 154$.

При подготовке к ЕГЭ и решению простейших задач по вероятности следует обращать внимание школьников на корректную интерпретацию условия, чёткого нахождения общего объёма совокупности, учить верно интерпретировать слова «в среднем» как указание на то, что речь идёт о средней доле, т.е. о вероятности некоторого признака в данной совокупности.

Пример 23.

- 4 В чемпионате по гимнастике участвуют 50 спортсменок: 22 из Японии, 13 из Китая, остальные из Кореи. Порядок, в котором выступают гимнастки, определяется жребием. Найдите вероятность того, что спортсменка, выступающая первой, окажется из Кореи.

Комментарий.

Здесь типичная ситуация, когда случайный эксперимент описан: случайный выбор спортсменки, которая будет выступать первой. Элементарные исходы этого опыта — спортсменки, а всего их $N = 50$. Событию A «Первая гимнастка из Кореи» благоприятствуют $N(A) = 50 - 22 - 13 = 15$ элементарных исходов, то есть 15 гимнасток из Кореи.

Вероятно, при подготовке к ЕГЭ не следует спешить и, разбирая такие задачи, несколько раз нужно проговорить полную последовательность рассуждений, отвечая на вопросы.

1. В чём здесь заключается случайный опыт?
2. Что является элементарным событием (исходом) в этом случайном опыте?
3. В чём состоит событие, вероятность которого следует найти?
4. Какие элементарные события благоприятствуют событию A ? Как найти их количество?

После ответов на все эти вопросы применяется формула

$$P(A) = \frac{N(A)}{N} = \frac{15}{50} = 0,3$$

Пример 24.

- 5 Найдите корень уравнения $(x - 1)^3 = 216$.

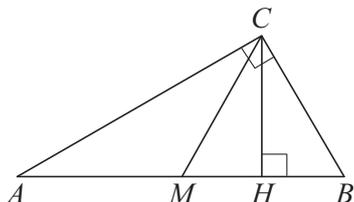
Комментарий.

Распространённые неверные ответы 5 (1,5%) и 6 (1%). Ответ 73, который получается при делении числа 216 на число 3 вместо извлечения корня лишь на четвёртом месте по популярности: 0,6%.

Таким образом, основным источником ошибки является уравнение $x - 1 = 6$, которое, скорее всего, было бы решено абсолютно верно, если бы предлагалось само по себе. Ошибки возникают при попытке выполнить оба действия в уме: и извлечь корень, и «высвободить» x из полученного простейшего уравнения. Здесь работа учителя состоит в том, чтобы «поймать» такую ситуацию при подготовке и мягко и настоятельно посоветовать обучающимся не полагаться на простоту и лёгкость выполнения в уме. На экзамене лучше следовать простому правилу: всё проверяется дважды, и в каждый момент нужно выполнять только одно действие.

Пример 25.

- 6 Острый угол B прямоугольного треугольника ABC равен 59° . Найдите угол между высотой CH и медианой CM , проведёнными из вершины прямого угла C . Ответ дайте в градусах.

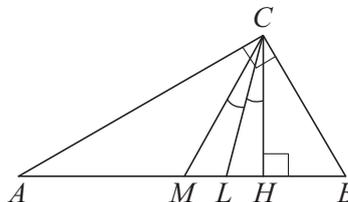


Комментарий.

Похожая или такая же задача уже комментировалась выше. Ряд участников экзамена считает, что $\angle MCH = \angle BCH$.

Обычный путь решения такой задачи состоит в последовательном поиске углов: $\angle BCH = \angle ACH = \angle A = 31^\circ$, тогда $\angle MCH = 90^\circ - 2 \cdot 31^\circ = 28^\circ$. При решении исполь-

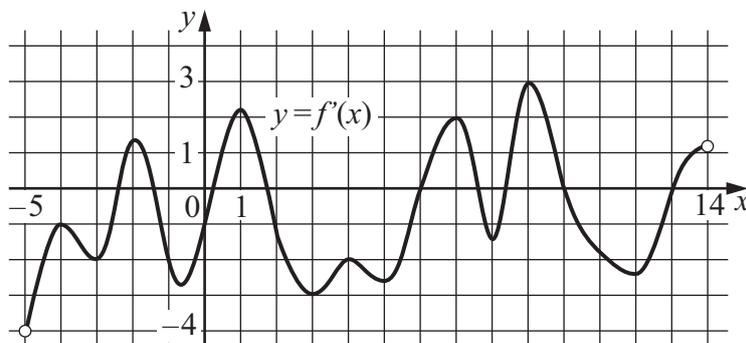
зуется, что треугольник AMC равнобедренный или, что то же самое, медиана MC равна половине гипотенузы.



Здесь можно предложить обучающимся дополнительно факт, который многие легко запоминают: биссектриса делит пополам угол не только между катетами, но и между высотой и медианой. Само это утверждение можно использовать в качестве задачи для домашней работы. Оно встречается как задача во многих учебниках геометрии. С использованием этого факта решение становится чуть короче: $\angle LCH = 45^\circ - \angle HCB = 45^\circ - 31^\circ = 14^\circ$, $\angle MCH = 2 \cdot 14^\circ = 28^\circ$.

Пример 26.

- 7 На рисунке изображён график $y = f'(x)$ производной функции $f(x)$, определённой на интервале $(-5; 14)$. Найдите количество точек минимума функции $f(x)$, принадлежащих отрезку $[-4; 9]$.



Комментарий.

В данной задаче проверяется знание того, какая точка является точкой минимума, — та, где производная меняет знак с «минуса» на «плюс» или наоборот. Для гарантированно верного решения этого вопроса обучающийся должен вспомнить о том, как именно знак производной определяет поведение функции и как именно устроена точка минимума.

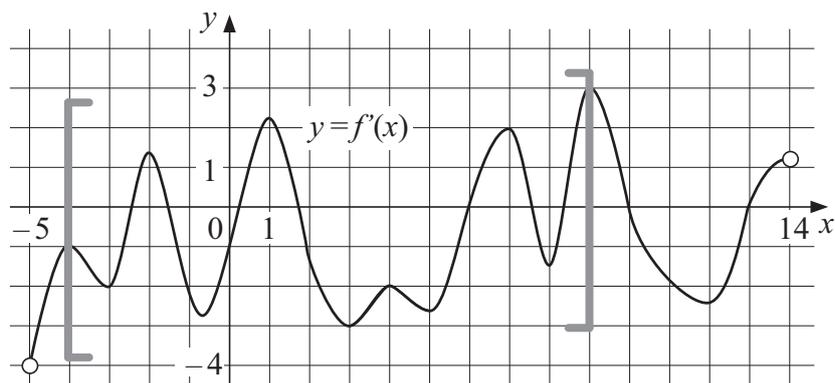
В этом нет ничего сложного, но большинство обучающихся по привычке вместо попыток представить себе поведение функции начинают вспоминать формулировку признака.

Опытные учителя для выработки умения предлагают два пути. Первый основан на понимании смысла, а второй — на опорном конспекте, где изображены парабола $y = x^2$ и её производная $y = 2x$.

Ещё один элемент — выделение нужного отрезка. Многие участники экзамена забывают про это и решают задачу на всей области определения. Отсюда типичная ошибка. Решая эту задачу, ответ 5 дали около 31% экзаменуемых, а верный ответ — лишь 43%. Иными словами, точки минимума нашли примерно 74% выпол-

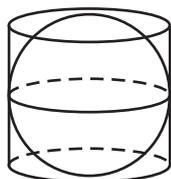
нявших задание, но почти половина их них не учла ограничение.

Для подобных ситуаций существует известный методический приём: если есть возможность забыть что-то важное, начни с него. Ошибку по невнимательности не допустит тот, кто в самом начале прямо на данном чертеже выделит нужный отрезок.



Пример 27.

- 8 Цилиндр, объём которого равен 30, описан около шара. Найдите объём шара.



Комментарий.

Похожую задачу мы обсуждали выше. Здесь также подзадача знаменитой задачи Архимеда. Объёмы цилиндра, вписанного в него шара и конуса относятся как 3:2:1.

Значит, объём шара: $\frac{2}{3} \cdot 30 = 20$.

К сожалению, большинство выпускников решает эту задачу, используя заученные формулы объёма шара и объёма цилиндра. Для этой цели нужно учесть, что высота цилиндра вдвое больше радиуса шара: $h = 2R$, а также верно составить выражения, не ошибившись в формулах, найти отношение объёмов без ошибки в вычислениях. Столь длительный и многоэтапный процесс порождает множество ошибок. В результате ошибок, допущенных на разных этапах, неверный ответ дали около 45% выполнявших эту задачу.

Мы рекомендуем учителям знакомить обучающихся с красивым и простым фак-

том, ставшим классикой стереометрии. Известнейшая задача Архимеда: «объём вписанного в цилиндр конуса втрое, а шара — в полтора раза меньше объёма самого цилиндра». Доказательство этого факта, кроме стандартной алгебраической проверки, можно наглядно провести с помощью пространственного принципа Кавальери и получить из объёма цилиндра формулы объёма конуса и шара гораздо более простым способом, чем приведённым в учебнике.

Пример 28.

- 9 Найдите значение выражения

$$\frac{7 \sin 154^\circ}{\cos 77^\circ \cdot \cos 13^\circ}$$

Комментарий.

Массовая ошибка здесь может быть только в подстановке $\sin 77^\circ \cdot \cos 77^\circ$ вместо $\sin 154^\circ$. Формальная тригонометрия — один из наименее наглядных разделов школьной математики. По этой причине варианты КИМ снабжены коротким справочником в начале, где приведены формулы тригонометрических преобразований, в частности формулы функций удвоенного аргумента. Зная об этом, многие участники экзамена не обращают

внимания на тригонометрические формулы, не пытаются понять их устройство и логику, полагаясь на то, что на экзамене будет справочный материал. В результате — массовые ошибки. Справочник может лишь помочь избежать случайной ошибки тому, кто в процессе учёбы освоил и отработал формулы.

Пример 29.

- 10** Локатор батискафа, равномерно погружающегося вертикально вниз, испускает ультразвуковые импульсы частотой 494 МГц. Скорость погружения батискафа v (в м/с) вычисляется по формуле

$$v = c \cdot \frac{f - f_0}{f + f_0}$$

где $c = 1500$ м/с — скорость звука в воде, f_0 — частота испускаемых импульсов (в МГц), f — частота отражённого от дна сигнала (в МГц), регистрируемая приёмником. Определите частоту отражённого сигнала, если скорость погружения батискафа равна 18 м/с. Ответ дайте в МГц.

Комментарий.

Задача на анализ условия, подстановку данных и расчёт по формуле является одной из первых практико-ориентированных задач, вошедших в ЕГЭ. Основная проблема, связанная с этим заданием, — необходимость прочесть целый абзац текста из семи строк и, мало того, ещё и разобраться в назначении каждой величины и её месте в формуле. Затем нужно выразить неизвестную величину через известные. Именно в этой задаче трудность состоит в том, что неизвестная величина f входит в равенство дважды:

$$18 = 1500 \cdot \frac{f - 494}{f + 494}$$

Иными словами, от участника экзамена требуется умение решить простейшее рациональное уравнение с неизвестной и в числителе, и в знаменателе дроби. Видимо, необходимость в дополнительном действии — умножении обеих частей уравнения на знаменатель — и приводит к затруднениям части участников: около

30%, решавших задачу, не дали никакого ответа. Массовая ошибка связана с отсутствием вычислительного навыка. Ответ 56 вместо 506 дали почти 12% экзаменуемых. Есть ещё, правда немного, ответы 5,6, 0,012.

Интересно, что если выпускников, давших такие ответы, спросили бы, сильно ли может измениться частота отражённого сигнала, то большинство сказало бы, что нет, ведь скорость батискафа намного меньше скорости звука. Значит, ответ 56 показался бы им неправдоподобным. Они ждали бы число, не очень далекое от 494, если бы ничего не вычисляли. Однако они дали именно этот ответ после вычислений. Так проявляется отсутствие функциональной математической грамотности и навыков осмысления всей ситуации и соотнесения результата с ожиданием. Если бы учитель при разборе таких задач выстроил бы правильную последовательность вопросов, то таких ошибок было бы намного меньше.

1. Почему меняется частота? (Батискаф движется вниз, навстречу отражённому звуку.)
2. Быстро ли движется батискаф? (18 м/с, то есть немногим быстрее 60 км/ч.)
3. Какова скорость звука? (1500 м/с, то есть 5400 км/ч.)
4. Велика ли скорость батискафа по сравнению со скоростью звука? (Мала.)
5. Намного ли будет отличаться скорость отражённого сигнала от скорости испускаемого сигнала с точки зрения того, кто сидит в батискафе? (Нет.)
6. Сильно ли может измениться частота? (Нет.)
7. Она будет больше или меньше, чем была? (Батискаф идёт навстречу отражённой звуковой волне, поэтому частота вырастет.)
8. Какие из значений 10, 494, 420, 1000, 560, 56, 0,12? (Из этих только 560.)

Аналогичный приём можно и нужно использовать при решении большинства практико-ориентированных задач, где возможна разумная прикидка результатов. Легко прикинуть возможную стоимость после уценки или наценки, зарплату после вычета налогов, высоту лестницы, стоящей у окна второго этажа, и т.п.

Пример 30.

- 11** Из пункта А в пункт В одновременно выехали два автомобиля. Первый проехал с постоянной скоростью весь путь. Второй проехал первую половину пути со скоростью, меньшей скорости первого на 7 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 72 км/ч, в результате чего прибыл в пункт В одновременно с первым автомобилем. Найдите скорость первого автомобиля, если известно, что она больше 30 км/ч. Ответ дайте в км/ч.

Комментарий.

Как известно, текстовые задачи на совместное движение или работу относятся к «сердцевинам» школьной математики. Здесь обучающийся должен продемонстрировать множество умений: построить модель в виде уравнения, системы уравнений или последовательности вычислений; исследовать эту модель (решить уравнение) и интерпретировать результат (понять, что получилось и что писать в ответ).

Традиционно в ЕГЭ эта задача входит в набор задач с кратким ответом. Сделано это специально, чтобы при проверке у экспертов не возникали разногласия на тему обоснованности решения. В самом деле, взгляды в задачу и оценим такое решение.

«Ясно, что скорость первого автомобиля не очень сильно меньше, чем 72 км/ч. Предположим, что она равна 63 км/ч. Тогда первый автомобиль прошёл весь путь протяжённостью $2S$ за $\frac{S}{56} + \frac{S}{72} = \frac{2S}{63}$ ч, что в точности

равно времени, затраченному вторым автомобилем. Значит, скорость второго автомобиля действительно равна 63 км/ч, и других вариантов быть не может в силу монотонности функции $f = \frac{2}{x} - \frac{1}{x-7}$ при $x > 30$ ».

Даже это логически безукоризненное решение, скорее всего, вызвало бы бурю протестов и было бы сочтено необоснованным. Что уж говорить про решение, не содержащее доказательства единственности значения 63, найденного подбором? А ведь наиболее подготовленные участники экзамена решают задачу именно так, поскольку

они экономят свой главный ресурс экзамена — время.

Составление уравнения для решения этой задачи с помощью таблицы или схемы — рутинная операция, которую успешно осваивают 30–50% обучающихся при довольно значительных и длительных усилиях учителя.

Покажем приём, который успешно работает именно в этом случае. Известно, что средняя скорость равна среднему гармоническому скоростей на равных частях пути. Тогда, приняв неизвестную скорость за x , сразу получаем уравнение

$$\frac{2}{\frac{1}{x-7} + \frac{1}{72}} = x.$$

Заметим, что приём работает, только если участки пути равны (полпути и полпути, как в этой задаче, например).

Пример 31.

- 12** Найдите точку минимума функции

$$y = 5x - 5 \cdot \ln(x - 2) + 7.$$

Комментарий.

Задача требует владения понятием «производная». Важно учитывать, что избавление от константы и деление на константу не влияют на характер поведения функции: возрастание остаётся возрастанием, убывание — убыванием. Поэтому можно исследовать чуть более простую функцию: $y = x - \ln(x - 2)$, производная которой:

$$y' = 1 - \frac{1}{x-2} \text{ при } x > 2 \text{ и обращается в нуль}$$

в единственной точке $x = 3$. Остаётся на всякий случай проверить, что эта точка и есть точка минимума, а именно в ней производная меняет знак с «минуса» на «плюс». Это можно сделать без подсчётов, вообразив

$$\text{себе схему графика функции } y = -\frac{1}{x-2}.$$

Эта функция возрастает, а потому пересекает прямую $y = 1$ как раз «снизу вверх».

Важно как можно чаще привлекать наглядность, геометрические образы и естественные соображения для решения, казалось бы, совершенно абстрактных задач.

Пример 32.

13 а) Решите уравнение

$$4 \sin x \cos^2 x - 2\sqrt{3} \sin 2x + 3 \sin x = 0$$

б) Укажите корни этого уравнения,

принадлежащие отрезку $\left[-\frac{7\pi}{2}; -2\pi\right]$.

Комментарий.

Абсолютное большинство школьников, приступающих к решению этой задачи, совершенно верно выполняет преобразование с использованием функций удвоенного аргумента, формул приведения, реже — формул суммы или разности тригонометрических функций, без которых, кстати, всегда можно обойтись. В результате всех преобразований уравнение приводится к совокупности простейших тригонометрических уравнений.

В данном случае получается совокупность уравнений

$$\sin x = 0 \text{ и } \cos x = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Решая их по отдельности, находим:

$$x = \pi k, \quad x = \frac{\pi}{6} + 2\pi k \text{ или } x = -\frac{\pi}{6} + 2\pi k,$$

где k — произвольное целое число. Можно использовать одну и ту же букву для целого параметра или в каждой серии должна быть своя буква? Ответ прост: можно использовать одну букву, поскольку x может быть из одной серии, может быть из другой, но не обязана принадлежать двум или трём сериям сразу, как было бы, если бы мы решали систему тригонометрических уравнений.

Отбор корней с помощью числовой окружности также не представляет трудностей, если участник понимает, где на окружности находятся найденные им серии решений и отрезок (дуга), на котором лежат корни. При отборе корней с помощью тригонометрической окружности на ней должны быть: начало и конец дуги (отмечены и подписаны на окружности), выделение (любым способом) рассматриваемой дуги, корни (отмечены и подписаны на окружности), принадлежащих этой дуге, при этом на дуге могут быть отмечены дополнительные точки, принад-

лежащие данной дуге. Вероятно, именно в пункте б) и содержалась основная трудность этой задачи. 14% всех участников, решавших эту задачу, решили уравнение, но меньше половины из них справились с отбором корней.

Метод отбора корней с помощью числовой окружности нагляден и требует минимум вычислений. Однако, когда отрезок расположен довольно далеко от нуля, вычисления точек окружности становятся для многих обучающихся непреодолимым препятствием. Вероятно, есть смысл в отборе корней с помощью неравенств в тех случаях, когда это неудобно делать на окружности.

Трудно предложить альтернативное, более простое решение именно этого или подобного этому тригонометрического уравнения, однако встречаются тригонометрические уравнения, которые легко приводятся к уравнениям вида $\cos f = \cos g$ или подобным уравнениям с синусом или тангенсом. Пример: нужно решить

$$\text{уравнение } 2 \cos^2 x - \sin\left(\frac{2\pi}{3} - x\right) = 1.$$

После преобразований получаем:

$$\cos 2x = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{3} + x\right), \text{ то есть}$$

$$\cos 2x = \cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right).$$

Вместо применения формулы разности косинусов можно сразу написать, что аргументы либо равны, либо отличаются знаком с точностью до периода:

$$2x = x - \frac{\pi}{6} + 2\pi k \text{ или } 2x = -x + \frac{\pi}{6} + 2\pi k,$$

где k — произвольное целое число, поскольку числа $2x$ и $x - \frac{\pi}{6}$ изображаются на единичной окружности либо одной и той же точкой, либо двумя точками, симметричными друг другу относительно оси абсцисс.

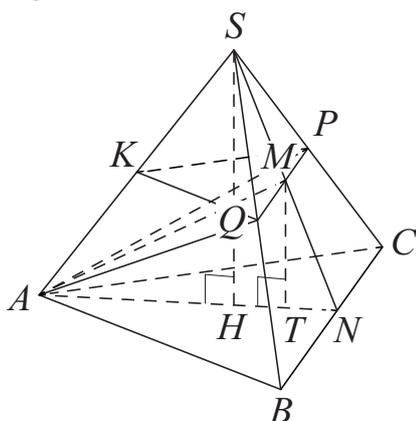
Не составит труда обосновать и написать похожий способ решения уравнений, приводящихся к равенству синусов или тангенсов.

Пример 33.

14 В правильной треугольной пирамиде $SABC$ сторона основания AB равна 12, высота SH равна 21. Точка K — середина бокового ребра а точка N — середина ребра ABC . Плоскость, параллельная плоскости ABC , проходит через точку K и пересекает рёбра SB и SC в точках Q и P соответственно.

а) Докажите, что прямая QP пересекает отрезок SN в его середине.

б) Найдите угол между плоскостями ABC и AQP .

**Комментарий.**

Доказательство утверждения пункта а сводится к применению теоремы о средней линии треугольника и обратной к ней вначале к треугольникам SAB и SBC , а затем к треугольнику SBN . Это стандартный элемент решения задач, связанных с пирамидой, которому обучающийся должен быть научен. Теорема о средней линии является одним из универсальных и наиболее наглядных фактов. Тем обиднее, что доказательство успешно провели лишь 8% участников, решавших соответствующий вариант, особенно учитывая, что 25% этих участников получили 1 балл за задание 19, иными словами, обладали вполне достаточной математической подготовкой, чтобы изобразить пирамиду и увидеть на ней срединное сечение, создающее три средние линии трёх боковых граней. Это иллюстрация «перекоса» в подготовке к экзамену, когда учителя откладывают геометрию на последний момент, создавая у обучающихся дополнительные трудности.

Пункт б в этой задаче сводится к поиску угла MAN и доказательству того, что этот плоский угол искомый. Однако мно-

гие учителя показывают обучающимся довольно эффективный приём, связывающий угол между плоскостями и площадью фигур в этих плоскостях: если в одной плоскости лежит фигура, а в другой — прямая проекция этой фигуры, то отношение площади проекции к площади самой фигуры равно косинусу угла между плоскостями. Это полный аналог такого же свойства отрезков на плоскости.

$$\text{В данном случае } \cos \alpha = \frac{S_{\text{проект. } AQP}}{S_{AQP}},$$

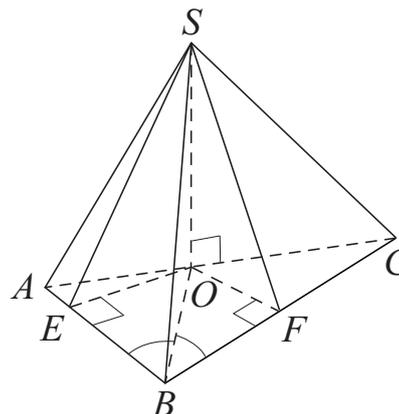
где α — угол между плоскостями. Это соотношение позволяет быстро получить результат. Методический опыт показывает, что обобщение свойства прямоугольного треугольника на пространственный случай усваивается значительной частью обучающихся без труда и служит хорошим примером аналогий, на которых строится как первичное обучение, так и закрепление ранее изученного.

Пример 34.

14 Отрезок SO — высота треугольной пирамиды $SABC$, причём точка O лежит на ребре AC . Луч BO — биссектриса угла ABC .

а) Докажите, что расстояния от точки S до прямых AB и BC равны.

б) Найдите объём пирамиды $SABC$, если $AB = 10$, $BC = 20$, $AC = 18$, $SA = 6\sqrt{5}$.

**Комментарий.**

Это пример ещё одной задачи на 14 позиции, вызвавшей затруднения в большей степени, чем другие или аналогичные задачи. Вероятно, затруднения вызвала интерпретация фразы «точка O лежит на ребре AC ». Привыкнув к правильным пирамидам, школьнику бывает трудно вообразить,

что высота пирамиды может оказаться одновременно высотой боковой грани. При обучении нужно разнообразить геометрические конфигурации, давая одну и ту же или близкие задачи на геометрически разных конфигурациях.

В последние десятилетия из школьной практики ушли задачи по геометрии, где величины давались не числовые, а в общем виде. Например, в данной задаче можно было бы полагать, что $AB = a$, $BC = b$ и т.д. Мало того, что числовые данные не способствуют безошибочному счёту, они ещё и не позволяют учащемуся обнаружить ошибку. Действительно, в выражении для

объёма $\frac{a^2 h \sqrt{b^2 - c^2}}{2}$ сразу видно ошибку — не совпадает размерность. Опыт показывает, что, научившись раз проводить вычисления в общем виде, многие обучающиеся начинают предпочитать именно такой способ решения задач по геометрии.

Опыт показывает, что, научившись раз проводить вычисления в общем виде, многие обучающиеся начинают предпочитать именно такой способ решения задач по геометрии.

Пример 35.

15 Решите неравенство

$$(25^x - 4 \cdot 5^x)^2 + 8 \cdot 5^x < 2 \cdot 25^x + 15$$

Комментарий.

Трудности при решении этой задачи возникали у тех, кто не увидел подходящую замену переменных для разложения на множители.

Можно сделать замену $5^x = y$. Это стандартная замена, которую сразу видят почти все. Важно не торопиться раскрывать скобки: $(y^2 - 4y)^2 - 2(y^2 - 4y) - 15 < 0$; возможно, для разложения на множители потребуется ещё одна замена: $y^2 - 4y = t$. Большинство решавших это задание, получив квадратное неравенство $(t - 5)(t + 3) < 0$, сразу же переходило к системе квадратных неравенств: $y^2 - 4y > -3$ и $y^2 - 4y < 5$ — и только потом перешло к простейшим показательным неравенствам.

Если же сделать замену $y = 25^x - 4 \cdot 5^x$, решение становится короче: $y^2 - 2y - 15 < 0$, но дальше в основном делаются те же шаги: решается система квадратных неравенств, и осуществляется переход к простейшим показательным неравенствам.

Очень редко встречались решения, когда с использованием той или иной

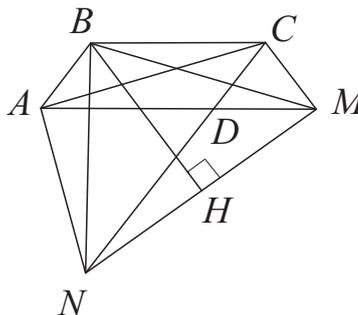
замены (чаще обеих) левая часть неравенства раскладывалась на множители: $(t + 1)(t - 5)(t - 1)(t - 3) < 0$, где $t = 5^x$, а далее решалось неравенство с использованием метода интервалов, и полученные неравенства сводились к простейшим показательным неравенствам.

При решении такого типа неравенств у выпускников возникли трудности не с решением показательных неравенств, а с решением алгебраического неравенства и с выполнением алгоритма метода интервалов.

Пример 36.

16 В параллелограмме $ABCD$ угол A острый. На продолжениях сторон AD и CD за точку D выбраны точки M и N соответственно, причём $AN = AD$ и $CM = CD$.

- а) Докажите, что $BN = BM$.
- б) Найдите MN , если $AC = 5$, $\sin \angle BAD = \frac{5}{13}$.



Комментарий.

Задание 16 объективно более сложное, чем задание 14, поскольку использует намного более изощрённую, хотя и планиметрическую, конфигурацию. Именно эта задача могла вызвать трудности кажущейся лёгкостью постановки вопроса. Требуется доказать равенство отрезков BN и BM . Эти отрезки имеют общий конец, поэтому очень многие участники экзамена из тех, кто взялся за эту задачу, стали искать способ показать равенство углов BNM и BMN . Несложно было доказать, что трапеции $ABCM$ и $ABCN$ равнобедренные, а потому их диагонали равны. Но этот способ доказательства равенства отрезков трудно отнести к таким типичным методам, как, скажем, применение свойств равнобедренного треугольника или средней линии.

Геометрии научить гораздо сложнее, чем комбинированию алгебраических алгоритмов. Тем важнее тщательно выстраивать систему уроков по геометрии в основной школе и находить возможность «вплетать» исследование планиметрических конфигураций в систему итогового повторения и обобщения материала в выпускных классах.

Пример 37.

- 17** 15 января 2025 года планируется взять кредит в банке на сумму 1200 тысяч рублей на 11 месяцев. Условия его возврата таковы:
- 1-го числа каждого месяца долг возрастает на 1% по сравнению с концом предыдущего месяца;
 - со 2-го по 14-е число каждого месяца необходимо выплатить часть долга;
 - 15-го числа каждого месяца с 1-го по 10-й (с февраля по ноябрь 2025 года включительно) долг должен быть на одну и ту же величину меньше долга на 15-е число предыдущего месяца;
 - 15 ноября 2025 года долг составит 400 тысяч рублей;
 - 15 декабря 2025 года кредит должен быть полностью погашен. Найдите общую сумму выплат после полного погашения кредита.

Комментарий.

Задание 17, некоторое время назад считавшееся сложным, уже показывает высокий уровень выполнения. Большинство из тех, кто брался за задачу, верно составляли арифметическую модель последовательности платежей и выясняли, что она является арифметической прогрессией. Основной проблемой в решении таких задач стали вычислительные ошибки, причём ошибки на порядок или два. Обращаем внимание на прикладной характер задачи. При подготовке опять годится метод внимательного рассмотрения ситуации. В долг клиент берёт в банке 1 млн 200 тыс. рублей. Может ли сумма, которую он возвращает в банк, быть меньше или превосходить взятую сумму на порядок? Очевидно, нет. Задав себе эти вопросы, участник экзамена может допустить ошибку в счёте, но вероятность вовремя её обнаружить многократно возрастает, так как он не оставит без анали-

за собственные результаты: 15 млн рублей или 7 тыс. рублей, либо им подобные. Обращаем внимание на то, что в задачах, имеющих прикладной или практический характер, очень часто можно выстроить систему подготовки на наводящих вопросах — ответах, заставляющих обучающегося волевым произволом производить прикидку результата задолго до проведения вычислений.

Пример 38.

- 18** Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение

$$|x^2 - a^2| + 14 = 2|x - a| + 7|x + a|$$

имеет ровно два различных положительных корня.

Комментарий.

Замена переменных $y = |x - a|$, $z = |x + a|$ немедленно приводит к уравнению

$$yz + 14 = 2y + 7z,$$

откуда $(y - 7)(z - 7) = 0$. Дальнейшее исследование не представляет труда для подготовленного учащегося. Однако опыт показывает, что даже те выпускники, которые успешно и плодотворно выполняют замену переменных при решении тригонометрических уравнений или показательных неравенств, не видят возможности замены в подобных задачах. На уроках математики нужно обращать внимание на то, что та или иная задача решается тем или иным методом и существуют разные способы, методы, приёмы, которые можно комбинировать, чтобы пытаться решить разные задачи. Не задача — под метод, а, напротив, методы — для задач, желательно мотивированных и естественных. К сожалению, в большинстве учебников и учебных пособий сначала предлагается теорема или факт, а затем — задачи, которые можно решить с помощью этой теоремы.

Пример 39.

- 19** На доске написаны три различных натуральных числа. Второе число равно сумме цифр первого, а третье равно сумме цифр второго.
- а) Может ли сумма этих чисел быть равна 2022?
 - б) Может ли сумма этих чисел быть равна 2021?
 - в) В тройке чисел первое число трёхзначное, а третье равно 2. Сколько существует таких троек?

Комментарий.

Последняя задача КИМ ЕГЭ доступна всем выпускникам, поскольку даже слабый участник экзамена, имея достаточно времени, но не имея возможности и способностей к решению большинства задач части 2, успешно находит пример к одному из пунктов этого задания. В данном случае, начав с экспериментов с произвольными числами, мы довольно быстро обнаруживаем закономерность и очевидные ограничения. Первое число четырёхзначное. Потому что если в нём меньше четырёх цифр, то второе число не больше 29, причём оно довольно близко к 2000. А если попробовать с конца? Если третье число равно 2, то второе будет 11, а первое: $2022 - 2 - 11 = 2009$. Пункт *a* задачи 19 решён.

Более «продвинутый» путь состоит в том, что участник экзамена знает или замечает, что само число и его сумма цифр всегда дают один и тот же остаток от деления на 9. Поскольку сумма трёх чисел даёт остаток 6, каждое число по отдельности должно давать остаток 2.

Это же соображение даёт ключ к решению пункта *b*. Сумма остатков от деления на 9 трёх чисел, написанных на доске, должна делиться на 3 и одновременно иметь тот же остаток от деления на 9, что и число 2021, то есть 5. Эти два условия несовместны, противоречие.

Теперь уже ясно, что решение пункта *b* сводится к поиску второго числа. Этим числом может оказаться 11 или 20. Остаётся перебрать трёхзначные числа с суммой цифр 11 или 20. Их не так много, а их перечисление сводится к суммированию арифметической прогрессии.

Пример 40.

19 Отношение трёхзначного натурального числа к сумме его цифр — целое число.

- а) Может ли это отношение быть равным 11?
- б) Может ли это отношение быть равным 5?
- в) Какое наибольшее значение может принимать это отношение, если число не делится на 100 и его первая цифра равна 7?

Комментарий.

Покажем только, как подобрать решение к пункту *a*. Пусть первая цифра равна 1. Тогда трёхзначное число равно $100 + 10b + c$, а сумма цифр равна $1 + b + c$. Отношение будет равно 11, если

$$100 + 10b + c = 11 + 11b + 11c,$$

откуда $89 + b + 10c = 0$. Тогда $10c + b = 89$, $c = 8$ и $b = 9$. Число 198 имеет сумму цифр 18, и $198 = 11 \cdot 18$.

Уникальная открытость и прозрачность ЕГЭ в России, в частности наличие открытых банков заданий, позволили активно внедрить онлайн-тренажёры, которые резко повысили эффективность итогового повторения и подготовки к экзамену с учётом индивидуальных образовательных траекторий каждого участника экзамена. Это обуславливает снижение количества допущенных участниками ЕГЭ вычислительных и технических ошибок при выполнении заданий с кратким ответом и заполнением бланков.

Вместе с тем следует отметить, что изучение математики в старшей школе должно строиться не только на выполнении заданий из открытого банка ЕГЭ. Для успешного решения заданий с развёрнутым ответом необходимы не только хорошая математическая база, но и умения проводить логические рассуждения, чётко и грамотно излагать свои мысли. Для формирования этих умений необходимо участие квалифицированного учителя, такую подготовку невозможно осуществлять в режиме тренажёра. Хорошо заметны успехи выпускников образовательных организаций из регионов, где уделяется большое внимание реализации программ углублённого изучения математики, сопровождению процесса обучения адресным повышением квалификации и методической поддержкой учителя.

Повышение успешности решения типовых геометрических задач возможно при включении в процесс обучения решения задач, требующих «видения геометрических фигур», развития геометрической интуиции, что требует перенести акцент в преподавании геометрии в основной и старшей школе с заучивания определений и решения большого количества технических вычислительных

задач на решение содержательных геометрических задач, развивающих видение геометрических конструкций.

По-прежнему существенным резервом остаётся неумение ряда выпускников использовать математические знания и математический аппарат при решении практических задач.

Модель профильного ЕГЭ по математике не менялась несколько лет. В 2015 г. произошло разделение общего ЕГЭ на экзамены базового и профильного уровней. При этом профильный экзамен унаследовал практически все задачи и черты предшествующего ему общего экзамена. К тому же были заложены важные практико-ориентированные акценты, соответствующие ФГОС.

Переход на проведение государственной итоговой аттестации в соответствии с требованиями ФГОС, изменение качественного состава участников ЕГЭ базового и профильного уровней, смещение акцентов в требованиях вузов к математической подготовке абитуриентов диктуют необходимость совершенствования экзаменационной модели ЕГЭ по математике и перехода на обновлённую модель в 2022 г. В 2020/21 учебном году перспективная модель профильного экзамена, содержащая задания по комплексной арифметике и усиленную вероятностную линию, прошла общественное обсуждение. Разработка модели профильного и базового ЕГЭ 2022 г. происходила с учётом результатов апробации, замечаний, полученных от региональных органов управления образованием, методических служб и региональных общественных учительских организаций.

Модель 2022 г. экзамена является естественным развитием прежней.

Важно отметить, что из экзамена профильного уровня исключены наиболее простые задания, которые решали практически все участники, показывающие неплохие результаты на экзамене. Это позволит участнику лучше показать свой уровень подготовки, необходимый для продолжения образования в вузе, избегая случайных ошибок в простых задачах.

В 2022 году экзаменационная модель **ЕГЭ по математике профильного уровня**

претерпит следующие изменения, прошедшие апробацию и общественное обсуждение.

Внесены изменения в структуру КИМ:

1) часть 1 содержит 11 заданий с кратким ответом: содержит шесть заданий базового уровня (задания 1–6) — уменьшен вес заданий базового уровня сложности — и пять заданий повышенного уровня (задания 7–11);

2) часть 2 содержит семь заданий с развёрнутым ответом;

3) количество заданий уменьшено на одно и стало равным 18;

4) изменены порядковые номера заданий обеих частей.

Внесены изменения в содержание КИМ:

Удалены:

1) задания 1 и 2, проверяющие умения использовать приобретённые знания и умения в практической и повседневной жизни;

2) задание 3, проверяющее умение выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами.

Добавлено:

1) задание 9, проверяющее умения выполнять действия с функциями;

2) задание 10, проверяющее умение моделировать реальные ситуации на языке теории вероятностей и статистики, вычислять в простейших случаях вероятности событий.

Внесены изменения в систему оценивания:

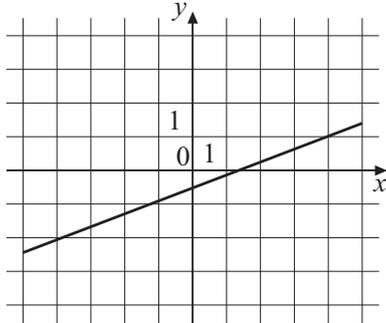
1) максимальный балл за выполнение задания 13, проверяющего умение выполнять действия с геометрическими фигурами, координатами и векторами, повышенного уровня, — 3 балла;

2) максимальный балл за выполнение задания 15, проверяющего умение использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни, повышенного уровня, — 2 балла.

В контрольно-измерительные материалы добавлено задание, проверяющее умение выполнять действия с линейными, квадратичными, дробно-рациональными, иррациональными, логарифмическими, показательными функциями. Приведём примеры таких заданий.

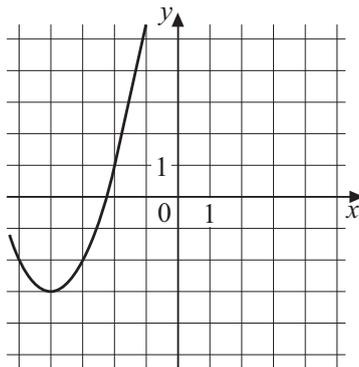
Пример 41.

На рисунке изображён график функции $f(x) = kx + b$. Найдите $f(12)$.



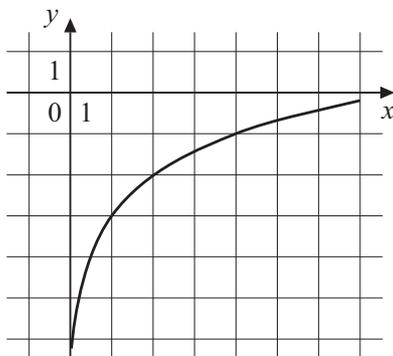
Пример 42.

На рисунке изображён график функции вида $f(x) = ax^2 + bx + c$, где числа a , b и c целые. Найдите $f(-12)$.



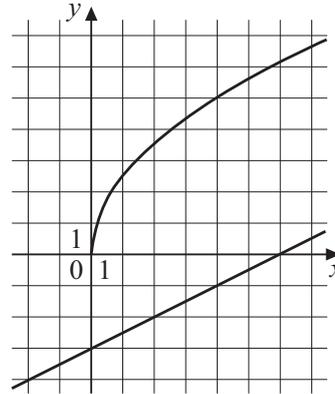
Пример 43.

На рисунке изображён график функции $f(x) = b + \log_a x$, где числа a , b и c целые. Найдите $f(32)$.



Пример 44.

На рисунке изображены графики функций $f(x) = a\sqrt{x}$ и $g(x) = kx + b$, которые пересекаются в точке A . Найдите ординату точки A .



Для выполнения этих заданий нужно найти на рисунке точки с двумя целочисленными координатами, принадлежащие графику, составить систему уравнений для нахождения коэффициентов и ответить на поставленный вопрос.

В контрольно-измерительные материалы добавлено задание, проверяющее умения моделировать реальные ситуации на языке теории вероятностей и статистики, вычислять в простейших случаях вероятности событий. Приведём примеры таких заданий.

Пример 45.

Стрелок стреляет по пяти одинаковым мишеням. На каждую мишень даётся не более двух выстрелов, и известно, что вероятность поразить мишень каждым отдельным выстрелом равна 0,5. Во сколько раз вероятность события «стрелок поразит ровно три мишени» больше вероятности события «стрелок поразит ровно две мишени»?

Пример 46.

Стрелок в тире стреляет по мишени. Известно, что он попадает в цель с вероятностью 0,3 при каждом отдельном выстреле. Какое наименьшее количество патронов нужно дать этому стрелку, чтобы вероятность поражения цели была не менее 0,6?

Пример 47.

Игральную кость бросают до тех пор, пока сумма всех выпавших очков не превысит число 3. Какова вероятность того, что для этого потребуется ровно три броска? Ответ округлите до сотых.

Пример 48.

Симметричную игральную кость бросили 3 раза. Известно, что в сумме выпало 6 очков. Какова вероятность события «хотя бы раз выпало три очка»?

Пример 49.

В городе 48% взрослого населения мужчины. Пенсионеры составляют 12,6% взрослого населения, причем доля пенсионеров среди женщин равна 15%. Для социологического опроса выбран случайным образом мужчина, проживающий в этом городе. Найдите вероятность события «выбранный мужчина является пенсионером».

Для успешного выполнения этих заданий нужно больше уделить внимания качественному обучению теории вероятностей и статистики.

Указанные изменения в ЕГЭ по математике профильного уровня позволят участникам экзамена лучше продемонстрировать свою готовность к продолжению образования в вузах с различным уровнем требований к математической подготовке абитуриентов; таким образом, усиление внимания при итоговом повторении на работу с функциями и их графиками, пониманию основ вероятности

и статистики позволит выпускникам школы не только показать хороший результат на ЕГЭ, но и более успешно учиться в выбранном вузе.

Экзамен базового уровня в 2021 г. не проводился. В 2022 г. экзаменационная модель **ЕГЭ по математике базового уровня** претерпит следующие изменения, прошедшие апробацию и общественное обсуждение.

Внесены изменения в структуру КИМ:

1) количество заданий увеличено на одно и стало равным 21;

2) изменены порядковые номера заданий.

Внесены изменения в содержание КИМ:

удалено задание 2, проверяющее умение выполнять вычисления и преобразования (данное требование внесено в позицию задачи 7 в новой нумерации).

Добавлено:

1) задание 5, проверяющее умения выполнять действия с геометрическими фигурами;

2) задание 20, проверяющее умения строить и исследовать простейшие математические модели.

Внесено изменение в систему оценивания: максимальный балл за выполнение всей работы стал равным 21.

Указанные изменения в ЕГЭ по математике базового уровня усиливают акцент на практическое применение математических знаний при изучении школьного курса математики, в повседневной жизни в цифровом мире, для продолжения образования и работе в массовых профессиях.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по информатике и ИКТ

**Крылов
Сергей Сергеевич**

кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ», руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по информатике, krylov@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ, основные результаты ЕГЭ по информатике и ИКТ в 2021 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, изменения КИМ ЕГЭ-2022 по информатике.

Контрольными измерительными материалами ЕГЭ охватываются основное содержание курса информатики, важнейшие его темы, наиболее значимый в них материал, однозначно трактуемый в большинстве преподаваемых в школе вариантов курса информатики. Работа содержит как задания базового уровня сложности, проверяющие знания и умения, соответствующие базовому уровню подготовки по предмету, так и задания повышенного и высокого уровней, проверяющие знания и умения, владение которыми основано на углублённом изучении предмета.

Единый государственный экзамен по информатике в 2021 г. впервые проводился в компьютерном формате. При этом сохранена преемственность с ЕГЭ прошлых лет: 18 из 27 линий заданий соответствовали по тематике и сложности ЕГЭ 2020 г. с адаптацией при необходимости к компьютерному формату. Для выполнения остальных девяти заданий на практическое программирование, работу с электронными таблицами и информационный поиск средствами тестового редактора необходимо было использовать компьютер.

Таким образом, всего в работу входило 27 заданий, которыми охватывались следующие содержательные разделы курса информатики:

- информация и её кодирование;
- моделирование и компьютерный эксперимент;
- системы счисления;
- логика и алгоритмы;
- элементы теории алгоритмов;
- программирование;
- обработка числовой информации;
- технологии поиска и хранения информации.

Диагностические возможности данной экзаменационной модели позволяют проверять соответствие уровня подготовки участников экзамена требованиям к предметным результатам, отражающим в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования следующее.

Для базового уровня изучения информатики и ИКТ:

- владение навыками алгоритмического мышления и понимание необходимости формального описания алгоритмов;

- владение умением понимать программы, написанные на выбранном для изучения универсальном алгоритмическом языке высокого уровня, умением анализировать алгоритмы с использованием таблиц, знание основных конструкций программирования;

- владение стандартными приёмами написания на алгоритмическом языке программы для решения стандартной задачи с использованием основных конструкций программирования и отладки таких программ;

- сформированность представлений о компьютерно-математических моделях и необходимости анализа соответствия модели и моделируемого объекта (процесса), о способах хранения и простейшей обработке данных, знание понятия баз данных и средствах доступа к ним, владение умением работать с ними.

Для углублённого уровня изучения информатики и ИКТ:

- овладение понятием сложности алгоритма, знание основных алгоритмов обработки числовой и текстовой информации, алгоритмов поиска и сортировки;

- владение универсальным языком программирования высокого уровня (по выбору), представлениями о базовых типах данных и структурах данных, умением использовать основные управляющие конструкции;

- владение навыками и опытом разработки программ в выбранной среде программирования, включая тестирование и отладку программ; владение элементарными навыками формализации прикладной задачи и документирования программ;

- сформированность представлений о важнейших видах дискретных объектов и об их простейших свойствах, алгоритмах анализа этих объектов, о кодировании и декодировании данных и причинах искажения данных при передаче; систематизация знаний, относящихся к математическим объектам информатики; умение строить математические объекты информатики, в том числе логические формулы;

- владение основными сведениями о базах данных, об их структуре.

До использования на ЕГЭ 2021 г. модель К-ЕГЭ успешно прошла широкое общественно-профессиональное обсуждение и неоднократные апробации.

Проведение экзамена в компьютерной форме позволило проверить сформированность умений практической работы с компьютером (программирование, обработка информации в электронных таблицах, информационный поиск), способность выполнять обоснованный выбор программного обеспечения для решения задачи.

Все задания экзаменационной работы относятся к типу с кратким ответом. Правильное выполнение каждого из заданий 1–24 оценивается в 1 первичный балл, заданий 25–27 — в 2 первичных балла.

Максимальное число первичных баллов, которое можно получить за выполнение всех заданий экзаменационной работы, — 30, из них количество баллов, которые можно максимально набрать за задания, для выполнения которых требуется компьютер, составляет 13.

Общее количество участников экзамена в 2021 г. — 94 962 человека; продолжается тенденция ежегодного роста числа сдающих ЕГЭ по информатике. В 2020 г. экзамен сдавали 84 531 человек, в 2019 г. — 80 058 человек, что соответствует тренду на развитие цифрового сектора экономики в стране.

На рисунке 1 приведён график распределения первичных баллов в 2021 г. в сравнении с 2019 г. Следует отметить, что график 2021 г. показывает распределение баллов, более соответствующее Гауссову (нормальному) распределению с максимумом частоты медианных первичных баллов.

В таблице 1 приведено распределение тестовых баллов в 2019–2021 гг.

Минимальное количество баллов ЕГЭ по информатике и ИКТ, подтверждающее освоение выпускником основных общеобразовательных программ среднего общего образования в соответствии с требованиями федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, как и в 2020 г., в 2021 г. составляло 40 тестовых баллов (соответствуют 6 первичным баллам).

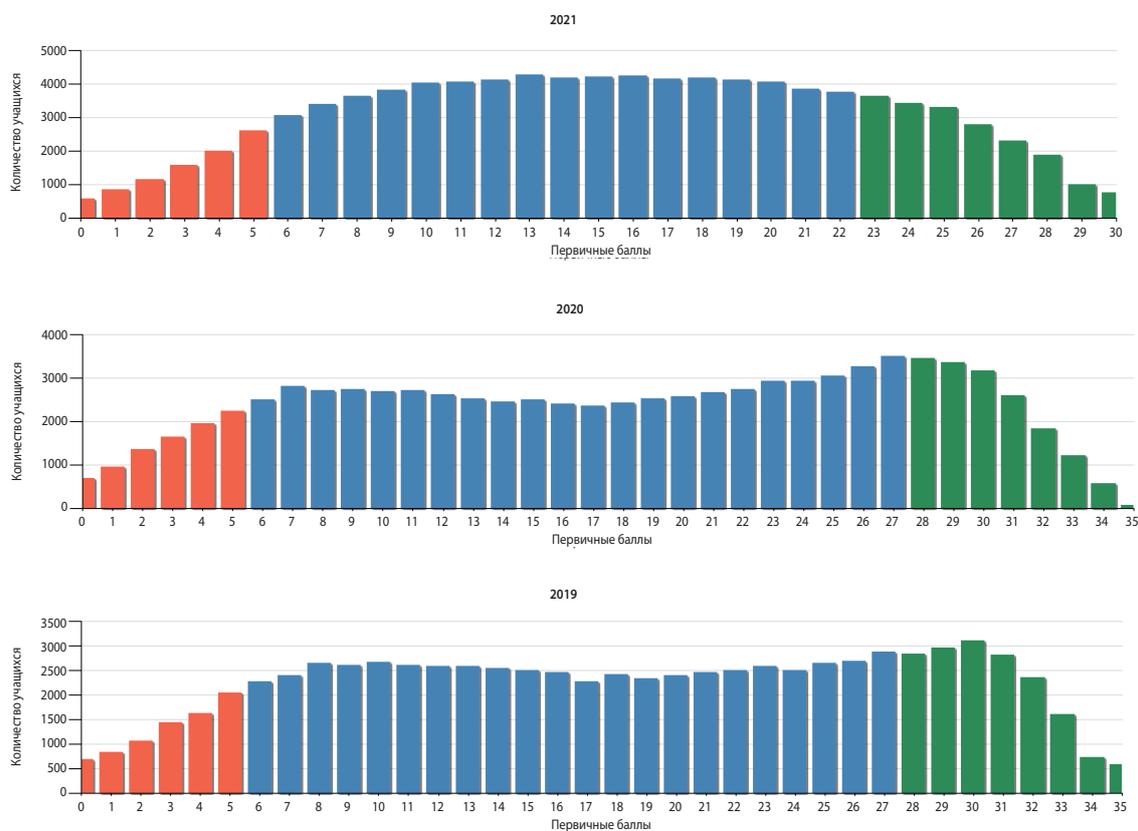


Рис. 1. График распределения первичных баллов

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2021	62,92	4,35%	8,05%	33,17%	34,37%	20,05%
2020	61,18	5,47%	7,92%	30,95%	36,61%	19,19%
2019	61,87	4,99%	7,42%	31,98%	34,52%	21,21%

Доля участников ЕГЭ, не набравших минимального количества баллов в 2021 г., составила 9,20%, в то время как в 2020 г. она составляла 10,41%, а в 2019 г. — 9,55%. Таким образом, доля выпускников, не набравших минимального балла, изменилась незначительно.

Доля высокобалльников в 2021 г. составила 20,05% и сопоставима с предыдущими годами.

Средний тестовый балл вырос несущественно по сравнению с 2020 и 2019 гг., что, по-видимому, объясняется стабильностью качества подготовки участников экзамена.

Можно констатировать стабильность статистики результатов участников ЕГЭ

по сравнению с предыдущими годами, несмотря на существенное изменение формы экзамена в 2021 г., что объясняется преемственностью моделей КИМ бланкового экзамена и К-ЕГЭ.

Число и доля стобалльников ЕГЭ приведены в табл. 2.

В 2021 году доля 100-балльников изменилась незначительно в сравнении с 2020 и 2019 гг.

В приложении приведены результаты (средний процент выполнения) экзаменационной работы для каждой линии заданий. Средние проценты выполнения заданий представлены на диаграмме (рис. 2).



Рис. 2. Средние проценты выполнения заданий

Таблица 2

Год	Число 100-балльников	% 100-балльников
2021	740	0,78
2020	622	0,74
2019	575	0,72

Исходя из значений нижних границ процентов выполнения заданий различных уровней сложности (60% для базового, 40% для повышенного и 20% для высокого), можно говорить о сформированности у участников экзамена проверяемых на экзамене знаний и умений.

Участниками экзамена при выполнении заданий базового и повышенного уровней сложности был продемонстрирован наиболее высокий уровень сформированности следующих знаний и умений:

- умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы);
- умение строить таблицы истинности и логические схемы;
- умение кодировать и декодировать информацию;
- знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания, знание о пози-

ционных системах счисления и двоичном представлении информации в памяти компьютера;

- умение обрабатывать числовую информацию в электронных таблицах;
- умение осуществлять информационный поиск средствами операционной системы или текстового процессора;
- умение исполнить алгоритм для конкретного исполнителя с фиксированным набором команд;
- знание позиционных систем счисления;
- вычисление рекуррентных выражений;
- умения составить алгоритм обработки числовой последовательности и записать его в виде простой программы (10–15 строк) на языке программирования;
- умение анализировать алгоритм логической игры;
- умение найти выигрышную стратегию игры;
- умение анализировать алгоритм, содержащий ветвление и цикл.

У участников ЕГЭ 2021 г. возникли затруднения при выполнении заданий повышенного и высокого уровней сложности, контролирующих следующие знания и умения:

- знание основных понятий и законов математической логики;

- умение обрабатывать целочисленную информацию с использованием сортировки;

- умение создавать собственные программы (20–40 строк) для анализа числовых последовательностей.

Самые высокие результаты экзаменуемые показывают при выполнении заданий базового уровня на применение известных алгоритмов в стандартных ситуациях.

В то же время при выполнении ряда заданий базового уровня сложности у участ-

ников возникают проблемы. Приведём примеры таких заданий.

Компьютерный формат проведения ЕГЭ открывает возможность приблизить условия заданий такого рода к жизненным реалиям и сформулировать его так, чтобы оно выполнялось на компьютере с использованием редактора электронных таблиц. Такая замена задания позволила расширить спектр заданий, направленных на проверку сформированности цифровых компетенций выпускников.

Пример 1.

Задание, проверяющее знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных. Средний процент выполнения задания — 58.

3 Ниже представлены два фрагмента таблиц из базы данных о жителях микрорайона. Каждая строка таблицы 2 содержит информацию о ребёнке и об одном из его родителей. Информация представлена значением поля ID в соответствующей строке таблицы 1.

Определите на основании приведённых данных, у скольких жителей есть хотя бы один внук или одна внучка, родившийся (родившаяся) в одном городе с ними. При вычислении ответа учитывайте только информацию из приведённых фрагментов таблиц.

Таблица 1

ID	Фамилия_И.О.	Пол	Место_рождения
39	Аверченко А.Т.	М	Иваново
40	Аверченко В.Т.	Ж	Иваново
42	Аверченко Н.Н.	Ж	Ярославль
44	Аверченко О.Т.	Ж	Ярославль
45	Бальмонт А.Т.	М	Мурманск
48	Бальмонт Т.А.	Ж	Мурманск
50	Бальмонт Т.С.	М	Мурманск
51	Гиппиус М.В.	Ж	Ярославль
54	Гиппиус Н.Т.	М	Иваново
55	Кассиль А.Н.	Ж	Ярославль
58	Кассиль К.К.	Ж	Иваново
59	Кассиль К.Т.	М	Иваново
60	Кассиль О.В.	Ж	Мурманск
61	Кассиль Т.Е.	М	Иваново
...

Таблица 2

ID_Родителя	ID_Ребёнка
42	39
42	40
51	42
54	42
42	44
50	45
48	50
51	55
54	55
55	58
59	58
60	59
61	59
...	...

Ответ: 4.

Как и в прошлом году, у ряда участников экзамена вызвало затруднения задание базового уровня сложности, проверяющее умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации.

Пример 2.

Средний процент выполнения — 56.

- 7 Для хранения растрового изображения размером 357×512 пикселей отведено не более 119 Кбайт памяти без учёта размера заголовка файла. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Какое максимальное количество цветов можно использовать в палитре изображения?

Ответ: 32.

При выполнении такого рода заданий экзаменуемые, как правило, легко справляются с первым подготовительным шагом — определением максимального количества двоичных разрядов, которое можно отвести для кодирования одного пикселя, хотя иногда допускают элементарные арифметические ошибки при умножении/делении чисел, являющихся степенями двойки, оценивании значения простой дроби, определении количества битов в Кбайт-е (Мбайт-е).

Типичная содержательная ошибка испытуемых — подмена количества двоичных разрядов (битов), минимально необходимого для хранения целочисленных значений из заданного диапазона (палитры), количеством этих значений.

Причина неверного выполнения такого рода заданий — пробелы в знаниях об алфавитном подходе к измерению количества информации и кодировании сообщений словами фиксированной длины над заданным алфавитом (как двоичным, так и другой мощности).

При переходе на модель К-ЕГЭ была проведена замена «бланкового» задания повышенного уровня сложности, проверяющего умение исполнить рекурсивный алгоритм, на задание, проверяющее умение выполнить вычислить значение по заданным рекуррентным соотношениям. При этом средний процент выполнения заданий этой линии вырос с 51 до 59.

Приведём примеры обоих заданий (примеры 3 и 4).

Можно предположить, что при выполнении заданий такого рода на компьютере сократилась вероятность арифметической вычислительной ошибки и это позволило участникам экзамена сосредоточиться на содержательной части задания.

Таким образом, типичными недостатками в образовательной подготовке участников ЕГЭ по информатике в 2021 г., как и в прошлые годы, влекущими низкий средний процент выполнения отдельных заданий базового и повышенного уровней сложности, являются пробелы в базовых знаниях курса информатики, таких как алфавитный подход к измерению информации, кодирование информации словами фиксированной длины над некоторым алфавитом, знание основных понятий и законов математической логики.

Типичные недостатки в образовательной подготовке, проявляющиеся в затруднениях при выполнении заданий повышенного и высокого уровней сложности, целесообразно рассматривать отдельно для групп участников экзамена с различным уровнем подготовки, поскольку эти недостатки, как правило, специфичны для каждой такой группы.

Для характеристики результатов выполнения работы группами экзаменуемых с разными уровнями подготовки выделяется четыре группы. В качестве границы между группой 1 и группой 2 выбирается минимальный первичный балл (6 первичных баллов, что соответствует 43 тестовым баллам), получение которого свидетельствует об усвоении участником экзамена основных понятий и способов деятельности на минимально возможном уровне. Все тестируемые, не достигшие данного первичного балла, выделяются в группу с самым низким уровнем подготовки.

Группу 2 составляют участники ЕГЭ, набравшие 6–14 первичных баллов, что соответствует диапазону 43–62 тестовых баллов, и продемонстрировавшие базовый уровень подготовки. Для этой группы типично выполнение большей части заданий базового уровня и меньшей части заданий повышенного уровня сложности, что позволяет сделать вывод о систематическом освоении курса информатики,

Пример 3 (ЕГЭ 2020 г.).

Задание, проверяющее умение исполнить рекурсивный алгоритм.
Средний процент выполнения — 51.

11 Ниже на пяти языках программирования записан рекурсивный алгоритм F.

Бейсик	Python
<pre>SUB F(n) IF n > 0 THEN F(n - 3) F(n \ 2) PRINT n, END IF END SUB</pre>	<pre>def F(n): if n > 0: F(n - 3) F(n // 2) print(n)</pre>
Алгоритмический язык	Паскаль
<pre>алг F(цел n) нач если n > 0 то F(n - 3) F(div(n, 2)) вывод n все кон</pre>	<pre>procedure F(n: integer); begin if n > 0 then begin F(n - 3); F(n div 2); end write(n) end; end;</pre>
C++	
<pre>void F(int n){ if (n > 0){ F(n - 3); F(n / 2); std::cout << n; } }</pre>	

Запишите подряд без пробелов и разделителей все числа, которые будут выведены на экран при выполнении вызова F(7). Числа должны быть записаны в том же порядке, в котором они выводятся на экран.

Ответ: 1124137.

Пример 4 (ЕГЭ 2021 г.).

Задание, проверяющее умение вычислить значение рекуррентного выражения.
Средний процент выполнения — 59.

16 Алгоритм вычисления значения функции $F(n)$, где n — целое неотрицательное число, задан следующими соотношениями:

$F(n) = 0$ при $n \leq 1$;

$F(n) = (n + 1) / 2 + F(n - 1)$, если $n > 1$ и при этом n нечётно;

$F(n) = 2 \times F(n - 1) + 1$, если $n > 1$ и при этом n чётно.

Чему равно значение функции $F(33)$?

Примечание. При вычислении значения $F(n)$ используется операция целочисленного деления.

Ответ: 262124.

ЕГЭ 2020-2021

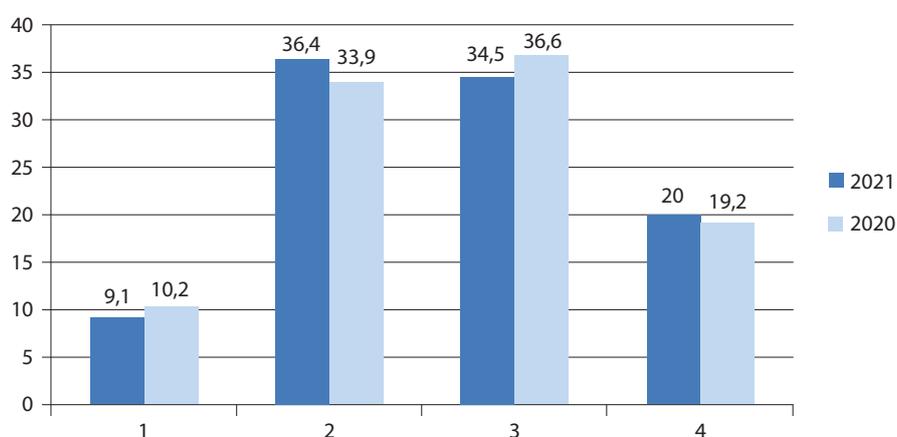


Рисунок 3. Доли групп участников ЕГЭ с различным уровнем подготовки

в котором тем не менее есть существенные пробелы.

К группе 3 относятся участники, набравшие 15–22 первичных балла (63–81 тестовый балл). Эта группа успешно справляется с заданиями базового уровня, большей частью заданий повышенного уровня сложности и отдельными заданиями высокого уровня сложности. У экзаменуемых из этой группы сформирована полноценная система знаний, умений и навыков в области информатики, но отдельные темы усвоены ими недостаточно глубоко.

Группа 4 (23–30 первичных баллов, 82–100 тестовых) демонстрирует высокий уровень подготовки. Это наиболее под-

готовленная группа участников ЕГЭ, системно и глубоко освоивших содержание курса информатики. Эта группа экзаменуемых уверенно справляется с заданиями базового и повышенного уровней сложности и большей частью заданий высокого уровня сложности, демонстрирует аналитические навыки в выполнении заданий, в которых от участника экзамена требуется действовать в новых для него ситуациях.

На рисунке 3 представлена диаграмма, демонстрирующая процентное распределение участников по группам подготовки в 2021 г. в сравнении с 2020 г.

На рисунке 4 показаны результаты выполнения заданий участниками экзамена с различным уровнем подготовки.

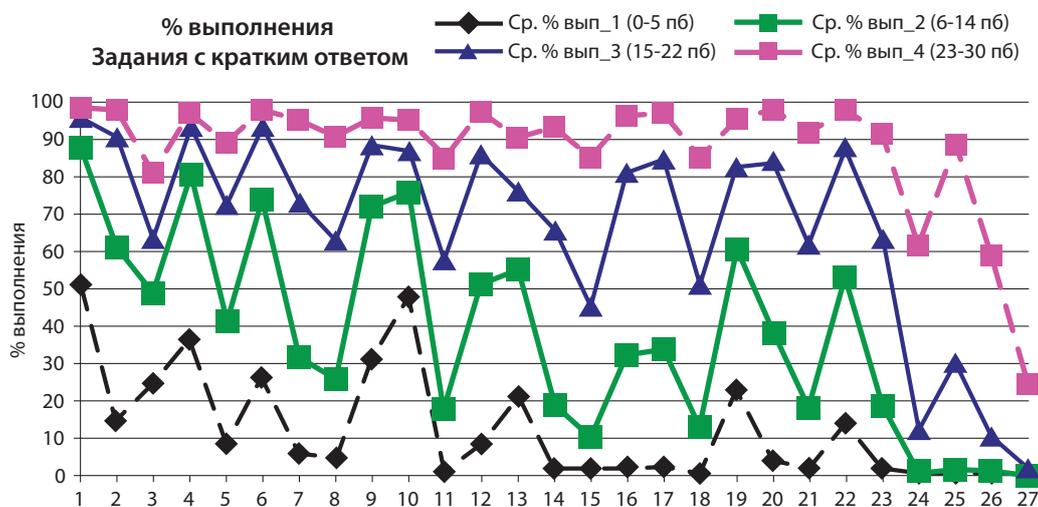
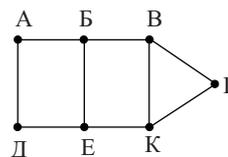


Рисунок 4. Выполнение заданий участниками ЕГЭ 2021 г. с разными уровнями подготовки

Пример 5. Задание, проверяющее умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы). Средний процент выполнения — 51 (в группе 4 — 98).

- 1 На рисунке схема дорог N-ского района изображена в виде графа, в таблице содержатся сведения о протяжённости каждой из этих дорог (в километрах).
Так как таблицу и схему рисовали независимо друг от друга, то нумерация населённых пунктов

		Номер пункта						
		1	2	3	4	5	6	7
Номер пункта	1		5				6	
	2	5		11	12			
	3		11			13		9
	4		12				10	8
	5			13				7
	6	6			10			
	7			9	8	7		



ктов в таблице никак не связана с буквенными обозначениями на графе. Определите, какова сумма протяжённости дорог из пункта А в пункт Б и из пункта Д в пункт Е. В ответе запишите целое число.

Ответ: 15.

Пример 6. Задание, проверяющее знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных. Средний процент выполнения — 25 (в группе 4 — 81).

- 3 Ниже представлены два фрагмента таблиц из базы данных о жителях микрорайона. Каждая строка таблицы 2 содержит информацию о ребёнке и об одном из его родителей. Информация представлена значением поля ID в соответствующей строке таблицы 1. Определите на основании приведённых данных, у скольких жителей есть хотя бы один родной брат, отличающийся по возрасту не более чем на четыре года. При вычислении ответа учитывайте только информацию из приведённых фрагментов таблиц.

Примечание. Братьев и сестёр считать родными, если у них есть хотя бы один общий родитель.

Таблица 1

ID	Фамилия_И.О.	Пол	Год_рождения
37	Макаренко С.Д.	М	2000
38	Макаренко О.Д.	Ж	2005
41	Макаренко О.И.	Ж	1970
42	Макаренко Д.С.	М	1969
44	Келдыш А.Д.	Ж	1993
48	Мазинг А.Е.	Ж	1982
50	Шварц А.И.	М	1999
55	Шварц И.И.	М	1973
56	Шварц В.И.	М	2006
58	Шварц З.М.	Ж	1949
59	Хитрово Ф.Е.	М	1979
62	Хитрово Е.Ф.	М	1956
68	Хитрово С.Е.	Ж	1985
...

Таблица 2

ID_Родителя	ID_Ребёнка
41	37
42	37
41	38
42	38
58	41
41	44
42	44
62	48
55	50
58	55
55	56
62	59
62	68
...	...

Ответ: 2.

Пример 7. Задание, проверяющее умения кодировать и декодировать сообщения.
Средний процент выполнения — 36 (в группе 4 — 97).

4 Для кодирования некоторой последовательности, состоящей из букв А, Б, В, Г, Д, Е, решили использовать неравномерный двоичный код, удовлетворяющий условию Фано. Для букв А, Б, В, Г использовали кодовые слова 000, 001, 10, 11 соответственно. Для двух оставшихся букв Д и Е — кодовые слова неизвестны.

Укажите кратчайшее возможное кодовое слово для буквы Д, при котором код будет допускать однозначное декодирование. Если таких кодов несколько, укажите код с наибольшим числовым значением.

Примечание. Условие Фано означает, что никакое кодовое слово не является началом другого кодового слова. Это обеспечивает возможность однозначной расшифровки закодированных сообщений.

Ответ: 011.

Участники экзамена, не преодолевшие минимального балла ЕГЭ (**группа 1**), справляются лишь с отдельными простыми заданиями базового уровня, проверяющими материал, изучаемый как в основной, так и в старшей школе. Так, они демонстрируют умения: устанавливать соответствие между информацией, представленной в виде таблицы и графа (задание 1 КИМ, средний процент выполнения — 51); извлекать информацию из простой двухтабличной реляционной базы данных (задание 3, средний процент выполнения — 25); кодировать и декодировать сообщения (задание 4, средний процент выполнения — 36). Приведём примеры заданий одного из открытых вариантов 2021 г., относительно успешно выполняемых этой группой выпускников.

Можно сделать вывод о том, что умения кодировать и декодировать сообщения являются существенным дифференцирующим фактором по отношению к группам с низким и высоким уровнями подготовки.

Группа 2 экзаменуемых освоила содержание школьного курса информатики на базовом уровне. Для этой группы можно говорить об успешном освоении следующих знаний и умений:

- умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы);
- умение строить таблицы истинности и логические схемы;
- умение кодировать и декодировать информацию;
- знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания;

- умение осуществлять информационный поиск средствами операционной системы или текстового процессора;

- умение анализировать алгоритм логической игры;

- умение анализировать алгоритм, содержащий ветвление и цикл.

У группы 2 экзаменуемых вызывают трудности задания главным образом повышенного и высокого уровней сложности, контролирующие освоение следующих знаний и умений:

- умение подсчитывать информационный объём сообщения;

- умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации;

- знание позиционных систем счисления;

- умение анализировать алгоритмы и программы;

- знание основных понятий и законов математической логики.

В отличие от группы 2, **группа 3** экзаменуемых успешно справилась с заданиями, контролирующими освоение следующих знаний и умений:

- умение поиска информации в реляционных базах данных;

- знание о методах измерения количества информации;

- умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации;

- умение использовать электронные таблицы для обработки целочисленных данных;

- умение исполнить рекурсивный алгоритм;

- умение вычислить рекуррентные выражения;
- умения составить алгоритм обработки числовой последовательности и записать его в виде простой программы (10–15 строк) на языке программирования;
- умения построить дерево игры по заданному алгоритму и найти выигрышную стратегию;
- знание основных понятий и законов математической логики.

Затруднения у группы 3 участников вызвали задания высокого уровня сложности на написание программ для решения задач средней сложности. С этими

заданиями успешно справилась **группа 4**, которую составили наиболее подготовленные экзаменуемые.

На рисунках 5–7 приведены диаграммы выполнения заданий 25–27 высокого уровня сложности, связанных с программированием, группами 2, 3 и 4.

Можно сделать вывод о том, что один из существенных резервов повышения результатов участников, относящихся к группе 2, заключается в углублённом изучении алгоритмики, поскольку необходимые навыки программирования они уверенно продемонстрировали при выполнении, например, задания 17, немного уступая группе 4.

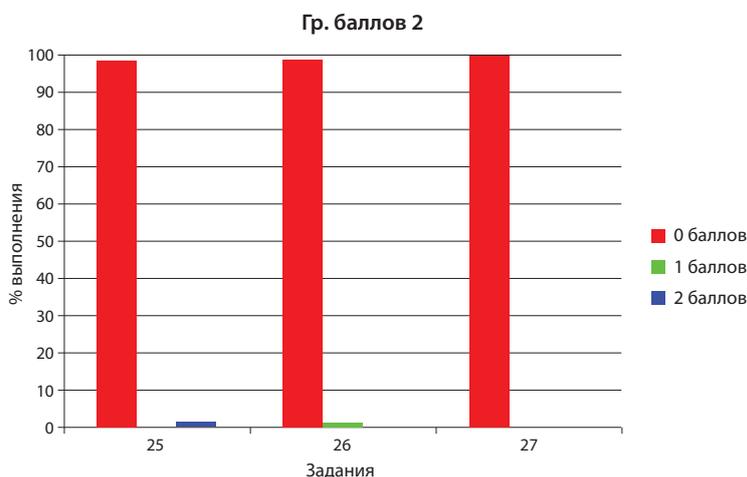


Рис. 5. Выполнение заданий 25–27 участниками ЕГЭ 2021 г. с результатами в диапазоне 6–14 п.б. (43–62 т.б.)

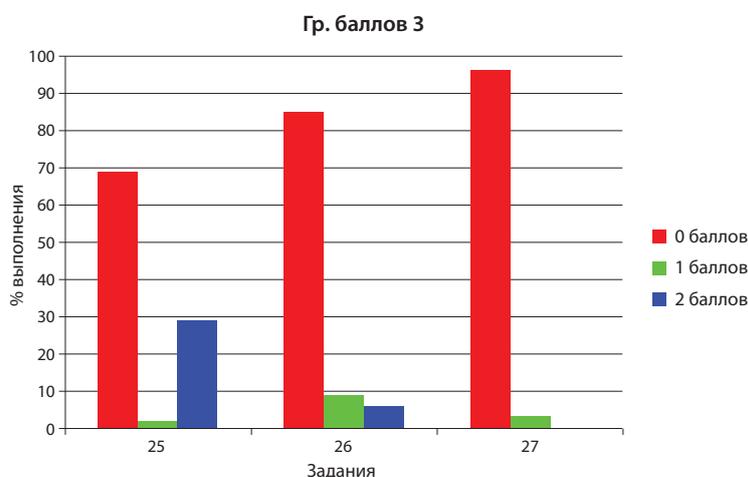


Рис. 6. Выполнение заданий 25–27 участниками ЕГЭ 2021 г. с результатами в диапазоне 15–22 п.б. (63–81 т.б.)

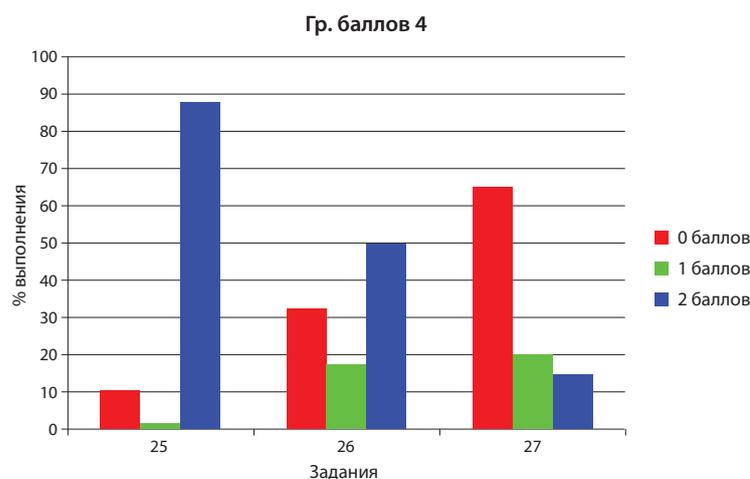


Рис. 7. Выполнение заданий 25–27 участниками ЕГЭ 2021 г. с результатами в диапазоне 23–30 п.б. (82–100 т.б.)

Пример 8. Задание проверяет умения составить алгоритм обработки числовой последовательности и записать его в виде простой программы (10–15 строк) на языке программирования. Статистика выполнения: (группа 3 — 83%; группа 4 — 97%).

- 17 Рассматривается множество целых чисел, принадлежащих числовому отрезку [12 014; 49 635], остаток от деления которых на 13 равен 7, и при этом они не делятся ни на 5, ни на 12. Найдите количество таких чисел и минимальное из них.
- В ответе запишите два целых числа: сначала количество, затем минимальное число.
- Для выполнения этого задания можно написать программу или воспользоваться редактором электронных таблиц.

Ответ [2122; 12019].

Приведём примеры заданий высокого уровня сложности, связанных с программированием.

Пример 9. Задание проверяет умение создавать собственные программы (10–20 строк) для обработки целочисленной информации. Статистика выполнения: группа 3 — 1 балл — 2%, 2 балла — 29%; группа 4 — 1 балл — 2%, 2 балла — 88%).

Напишите программу, которая перебирает целые числа, большие 700 000, в порядке возрастания и ищет среди них такие, у которых есть натуральный делитель, оканчивающийся на цифру 9 и не равный ни самому числу, ни числу 9. Вывести первые пять найденных чисел и для каждого минимальный делитель, оканчивающийся на цифру 9, не равный ни самому числу, ни числу 9.

Формат вывода: для каждого из пяти таких найденных чисел в отдельной строке сначала выводится само число, затем — значение наименьшего делителя, оканчивающегося на цифру 9, не равного ни самому числу, ни числу 9.

Строки выводятся в порядке возрастания найденных чисел.

Количество строк в таблице для ответа избыточно.

Ответ [700002; 29] [700003; 18919] [700004; 139] [700005; 69] [700011; 39].

В 2022 году задания линии 25 планируется оценивать исходя из максимального балла, равного 1.

Пример 10. Задание проверяет умение обрабатывать целочисленную информацию с использованием сортировки. Статистика выполнения: группа 3 — 1 балл — 9%, 2 балла — 6%; группа 4 — 1 балл — 18%, 2 балла — 50%.



Задание выполняется с использованием прилагаемых к заданию файлов.

26 Организация купила для своих сотрудников все места в нескольких подряд идущих рядах на концертной площадке. Известно, какие места уже распределены между сотрудниками. Найдите ряд с наибольшим номером, в котором есть два соседних места, таких что слева и справа от них в том же ряду места уже распределены (заняты). Гарантируется, что есть хотя бы один ряд, удовлетворяющий этому условию. В ответе запишите два целых числа: номер ряда и наименьший номер места из найденных в этом ряду подходящих пар свободных мест.

Входные данные

В первой строке входного файла находится число N — количество занятых мест (натуральное число, не превышающее 10 000). Каждая из следующих N строк содержит два натуральных числа, не превышающих 100 000: номер ряда и номер занятого места.

Выходные данные

Два целых неотрицательных числа: номер ряда и наименьший номер места в выбранной паре.

Пример входного файла:

```
7
40 3
40 6
60 33
50 125
50 128
50 64
50 67
```

Условию задачи удовлетворяют три пары чисел: 40 и 4, 50 и 126, 50 и 65.

Ответ для приведённого примера:

```
50
65
```

Ответ: [59929; 68514].

Подводя итоги ЕГЭ 2021 г. по информатике, следует констатировать, что такая фундаментальная тема курса информатики, как «Алфавитный подход к измерению количества информации», по-видимому, изучается недостаточно глубоко в значительном количестве образовательных организаций. Об этом свидетельствует невысокий средний процент выполнения заданий по этой теме, особенно среди самой многочисленной группы 2 экзаменуемых (40–60 тестовых баллов). Рекомендуется максимально математически строгое (насколько это возможно в пределах школьного курса) изложение этой темы с обязательной чёткой формулировкой определений, доказательством формул и фактов, применяемых в решении задач, в сочетании с иллюстрированием теоретического материала примерами. При рассмотрении двоичного алфавита необходимо демон-

стрировать обучающимся глубокую связь темы «Алфавитный подход к измерению количества информации» с темой «Двоичная система счисления», чтобы последняя не воспринималась учащимися как имеющая отношение лишь к особенностям реализации компьютерных логических схем.

Также необходимо подробно рассмотреть важную с точки зрения измерения количества информации тему кодирования информации сообщениями фиксированной длины над заданным алфавитом. При этом следует добиться полного понимания обучающимися комбинаторной формулы, выражающей зависимость количества возможных кодовых слов от мощности алфавита и длины слова, а не её механического заучивания, которое может оказаться бесполезным при изменении постановки задачи. Также необходимо обращать внимание обучающихся на связь этой темы

Пример 11. Задание проверяет умение создавать собственные программы (20–40 строк) для анализа числовых последовательностей. Статистика выполнения: группа 3 — 1 балл 3 — 4%, 2 балла — 0,36%; группа 4 — 1 балл — 20,2%, 2 балла — 14,7%.



Задание выполняется с использованием прилагаемых к заданию файлов¹.

- 27 Дана последовательность из N натуральных чисел. Рассматриваются все её непрерывные подпоследовательности, такие, что сумма элементов каждой из них кратна $k = 43$. Найдите среди них подпоследовательность с максимальной суммой, определите её длину. Если таких подпоследовательностей найдено несколько, в ответе укажите количество элементов самой короткой из них.

Входные данные

Даны два входных файла (файл A и файл B), каждый из которых содержит в первой строке количество чисел N ($1 \leq N \leq 10\,000\,000$). Каждая из следующих N строк содержит одно натуральное число, не превышающее 10 000.

Пример организации исходных данных во входном файле:

```
7
1
3
4
93
8
5
95
```

Для указанных входных данных при $k = 50$ искомая длина последовательности равна 2.

В ответе укажите два числа: значение длины искомой подпоследовательности сначала для файла A , затем для файла B .

Предупреждение: для обработки файла B **не следует** использовать переборный алгоритм для всех возможных вариантов, поскольку написанная по такому алгоритму программа будет выполняться слишком долго.

Ответ: [185; 329329].

¹ В примере используются файлы к заданию 27 из комплекта демонстрационного варианта КИМ ЕГЭ 2022 г. <https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/151883967-5>.

с использованием позиционных систем счисления с основанием, равным мощности алфавита.

Исходя из результатов 2021 г., необходимо уделить особое внимание:

- практическому программированию, включая работу с файлами при вводе-выводе данных, работу с массивами, сортировку, обработку числовой и символьной информации;
- организации вычислений в электронных таблицах.

При подготовке обучающихся к ЕГЭ 2022 г., так же как и в прошлые годы, следует обратить особое внимание на усвоение теоретических основ информатики, в том числе раздела «Основы логики», с учётом тесных межпредметных связей информатики с математикой, а также на развитие

метапредметной способности к логическому мышлению.

При выполнении заданий с развёрнутым ответом значительная часть ошибок экзаменуемых обусловлена недостаточным развитием у них таких метапредметных навыков, как анализ условия задания, способность к самопроверке. Очевидно, что улучшение таких навыков будет способствовать существенно более высоким результатам ЕГЭ, в том числе и по информатике.

Модель КИМ ЕГЭ по информатике 2022 г. сохраняет преемственность по отношению к модели 2021 г., экзамен также будет проводиться в компьютерной форме.

Рассмотрим планируемые изменения, все они отражены в проекте модели ЕГЭ 2022 г., опубликованном на официальном сайте ФИПИ www.fipi.ru.

Пример 12. Задание, проверяющее умение поиска информации в реляционных базах данных



Задание выполняется с использованием прилагаемых к заданию файлов².

3 В файле приведён фрагмент базы данных «Продукты» о поставках товаров в магазины районов города. База данных состоит из трёх таблиц.

Таблица «Движение товаров» содержит записи о поставках товаров в магазины в течение первой декады июня 2021 г., а также информацию о проданных товарах. Поле Тип операции содержит значение Поступление или Продажа, а в соответствующее поле Количество упаковок, шт. занесена информация о том, сколько упаковок товара поступило в магазин или было продано в течение дня. Заголовок таблицы имеет следующий вид.

ID операции	Дата	ID магазина	Артикул	Тип операции	Количество упаковок, шт.	Цена, руб./шт.
-------------	------	-------------	---------	--------------	--------------------------	----------------

Таблица «Товар» содержит информацию об основных характеристиках каждого товара. Заголовок таблицы имеет следующий вид.

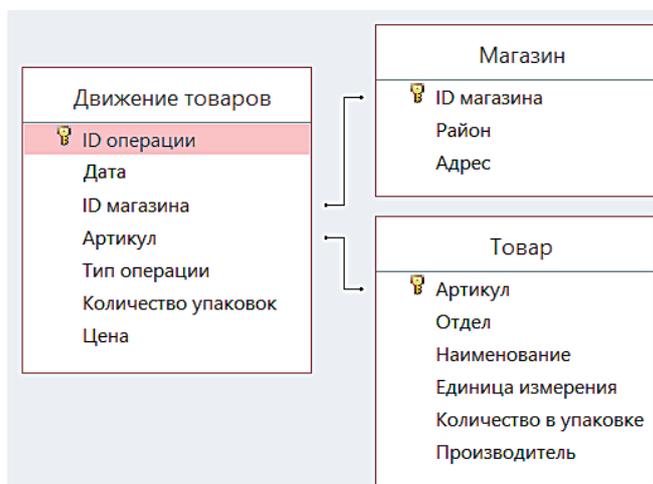
Артикул	Отдел	Наименование	Ед. изм.	Количество в упаковке	Поставщик
---------	-------	--------------	----------	-----------------------	-----------

Таблица «Магазин» содержит информацию о местонахождении магазинов. Заголовок таблицы имеет следующий вид.

ID магазина	Район	Адрес
-------------	-------	-------

На рисунке приведена схема указанной базы данных.

Используя информацию из приведённой базы данных, определите, на сколько увеличилось



количество упаковок диетических яиц, имеющихся в наличии в магазинах Заречного района, за период с 1 по 10 июня включительно.

В ответе запишите только число.

Ответ: 966.

² В примере используется файл к заданию 3 из комплекта демонстрационного варианта КИМ ЕГЭ 2022 г. <https://fipi.ru/egge/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/151883967-5>.

Как было отмечено выше, в 2022 г. планируется замена «традиционной» формы заданий 3, проверяющих умение поиска информации в реляционных базах данных, на компьютерную.

Приведём пример компьютерного варианта этого задания из проекта демонстрационного варианта ЕГЭ-2022.

Необходимые для выполнения этого задания данные содержатся в соответствующем

ющих трёх листах электронной таблицы, поэтому нет необходимости использовать систему управления базами данных, достаточно редактора электронных таблиц.

Приведём примеры фрагментов таблиц, используемых для выполнения задания.

Таблица «Движение товаров»

	A	B	C	D	E	F	G
1	ID операции	Дата	ID магазина	Артикул	Количество упаковок, шт.	Тип операции	Цена руб./шт.
2	1	01.06.2021	M1	4	180	Поступление	75
3	2	01.06.2021	M1	4	180	Продажа	75
4	3	01.06.2021	M1	5	180	Поступление	70
5	4	01.06.2021	M1	5	170	Продажа	70
6	5	01.06.2021	M1	6	180	Поступление	50
7	6	01.06.2021	M1	6	180	Продажа	50
8	7	01.06.2021	M1	9	180	Поступление	55
9	8	01.06.2021	M1	9	150	Продажа	55
10	9	01.06.2021	M1	10	180	Поступление	70
11	10	01.06.2021	M1	10	150	Продажа	70
12	11	01.06.2021	M1	13	170	Поступление	60
13	12	01.06.2021	M1	13	120	Продажа	60
14	13	01.06.2021	M1	18	180	Поступление	49
15	14	01.06.2021	M1	18	80	Продажа	49
16	15	01.06.2021	M1	24	180	Поступление	50
17	16	01.06.2021	M1	24	159	Продажа	50
18	17	01.06.2021	M1	25	170	Поступление	52
19	18	01.06.2021	M1	25	159	Продажа	52
20	19	01.06.2021	M1	25	180	Поступление	47

Таблица «Товар»

	A	B	C	D	E	F
1	Артикул	Отдел	Наименование товара	Ед. изм.	Количество в упаковке	Поставщик
2	1	Молоко	Молоко ультрапастеризованн	литр	1	Молокозавод №1
3	2	Молоко	Молоко безлактозное	литр	0,5	Экопродукты
4	3	Молоко	Молоко детское с 8 месяцев	литр	0,2	Молокозавод №1
5	4	Молоко	Кефир 3,2%	литр	1	Молокозавод №2
6	5	Молоко	Кефир обезжиренный	литр	1	Молокозавод №2
7	6	Молоко	Ряженка термостатная	литр	0,5	Молокозавод №2
8	7	Молоко	Сливки 10%	литр	0,2	Молокозавод №1
9	8	Молоко	Сливки 35% для взбивания	литр	0,5	Молокозавод №1
10	9	Молоко	Сметана 15%	литр	0,3	Молокозавод №2
11	10	Молоко	Сметана 25%	литр	0,3	Молокозавод №2
12	11	Молоко	Молоко конское	литр	0,5	Экопродукты
13	12	Молоко	Молоко овсяное	литр	0,5	Экопродукты
14	13	Молоко	Творог 9% жирности	кг	0,2	Молокозавод №2
15	14	Молоко	Творожок детский сладкий	кг	0,1	Молокозавод №1
16	15	Молоко	Яйцо диетическое	шт	10	Птицеферма

Таблица «Магазин»

	A	B	C
1	ID магазина	Район	Адрес
2	M1	Октябрьский	просп. Мира, 45
3	M2	Первомайский	ул. Metallургов, 12
4	M3	Заречный	Колхозная, 11
5	M4	Первомайский	Заводская, 22
6	M5	Октябрьский	ул. Гагарина, 17
7	M6	Октябрьский	просп. Мира, 10
8	M7	Первомайский	Заводская, 3
9	M8	Первомайский	ул. Сталеваров, 14
10	M9	Заречный	Прибрежная, 7
11	M10	Октябрьский	пл. Революции, 1
12	M11	Заречный	Луговая, 21
13	M12	Первомайский	Мартеновская, 2
14	M13	Первомайский	Мартеновская, 36
15	M14	Заречный	Элеваторная, 15
16	M15	Октябрьский	Пушкинская, 8
17	M16	Первомайский	ул. Metallургов, 29

Для выполнения этого задания следует последовательно отобразить в таблице «Движение товаров» (с помощью фильтров или логических функций) только те записи, у которых в поле «ID магазина» указаны идентификаторы магазинов указанного (Заречного) района,

	A	B	C
1	ID магазина	Район	Адрес
4	M3	Заречный	Колхозная, 11
10	M9	Заречный	Прибрежная, 7
12	M11	Заречный	Луговая, 21
15	M14	Заречный	Элеваторная, 15
18			
19			
20			

и одновременно в поле «Артикул» указан артикул искомого товара,

	A	B	C	D
16	15	Молоко	Яйцо диетическое	шт

в данном случае — 15.

Далее с учётом заданного диапазона дат и типа операции (продажа/поступление) нужно вычислить искомое значение остатков товара (суммировать количество упаковок, полагая значения проданных упаковок отрицательными). Возможны и другие способы верного выполнения этого задания.

Для успешного выполнения этого задания необходимо свободно владеть базовыми умениями работы с электронными таблицами: переключаться между листами; использовать сортировку и фильтр; составлять формулы, содержащие логические условия и арифметические операции; суммировать значения диапазона.

В качестве «подводящих упражнений», а также при повторении темы «Обработка информации в электронных таблицах» рекомендуется использовать задания ОГЭ по той же теме.

Во избежание дублирования задания 3 тематики задания 9, содержание задания 9 будет скорректировано. Приведём пример задания 9 из проекта демонстрационного варианта КИМ ЕГЭ 2022 г.

Пример

Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов³.

- 9 Откройте файл электронной таблицы, содержащей в каждой строке три натуральных числа. Выясните, какое количество троек чисел может являться сторонами треугольника, то есть удовлетворяет неравенству треугольника.

В ответе запишите только число.

Ответ: 61.

	A	B	C
1	73	43	11
2	43	93	36
3	33	87	31
4	16	89	42
5	31	48	64
6	51	13	70
7	74	81	76
8	71	37	12
9	12	51	57
10	23	97	72
11	12	13	16

В прилагаемом файле с электронной таблицей содержится 5000 троек натуральных чисел, сгенерированных случайным образом. Для решения задачи следует к каждой строке применить формулу, принимающую значение «истина» (логическая единица), если неравенство треугольника выполняется, и просуммировать количество истинных значений. Возможны и другие способы верного решения.

Напоминание. Три числа удовлетворяют неравенству треугольника, если любое из этих трёх чисел меньше суммы двух других.

Для успешного выполнения этого задания необходимо уметь формулировать сложные логические условия, содержащие логические операции «И» и «ИЛИ» одновременно, а также знать элементарные сведения из школьного курса математики.

В 2022 году также планируется модифицировать задание 17, ориентируя его на обработку целочисленных массивов, взяв за основу задания линии 25 бланкового экзамена прошлых лет.

³ В примере используется файл к заданию 9 из комплекта демонстрационного варианта КИМ ЕГЭ 2022 г. <https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#/?tab/151883967-5>.

Приведём пример задания 17 из проекта демонстрационного варианта ЕГЭ 2022 г.

Пример 13

Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов⁴.

- 17 В файле содержится последовательность целых чисел. Элементы последовательности могут принимать целые значения от $-10\,000$ до $10\,000$ включительно. Определите количество пар последовательности, в которых хотя бы одно число делится на 3, а сумма элементов пары не более максимального элемента последовательности кратного 3. В ответе запишите количество найденных пар, затем максимальную сумму элементов пары, удовлетворяющей условию задачи. В данной задаче под парой подразумеваются два идущих подряд элемента последовательности.

Ответ:

2439	998
------	-----

Для выполнения этого задания следует написать, например, такую программу (язык Python):

```
with open('17.txt') as f:
    A = list(map(int, f.readlines()))
    M = max([x for x in A if x % 3 == 0])
    answer = []
    for i in range(len(A) - 1):
        if (A[i] % 3 == 0 or A[i+1] % 3 == 0) \
            and A[i] + A[i+1] <= M:
            answer.append(A[i] + A[i+1])
    print(len(answer), max(answer))
```

Возможны и другие способы верного решения. Для успешного выполнения этого задания необходимо свободно владеть базовыми навыками программирования, в том числе чтением данных из файлов и обработкой массивов.

В заданиях ЕГЭ 2022 г. по сравнению с ЕГЭ 2021 г. и с демонстрационным вариантом 2022 г. возможны обновления сюжетов заданий без изменения уровня сложности, проверяемого элемента содержания и формы задания (компьютерная или нет).

⁴ В примере используется файл к заданию 17 из комплекта демонстрационного варианта КИМ ЕГЭ 2022 г. <https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#/?tab/151883967-5>.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по географии

Лобжанидзе Александр Александрович

доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ», руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии, lobganidze@fipi.ru

Амбарцумова Элеонора Мкртычевна

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник центра социально-гуманитарного образования ФГБНУ «ИСРО РАО», член комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии, elamb@mail.ru

Барабанов Вадим Владимирович

научный сотрудник центра социально-гуманитарного образования ФГБНУ «ИСРО РАО», заместитель руководителя комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии, baraban44@yandex.ru

Дюкова Светлана Евгеньевна

научный сотрудник центра социально-гуманитарного образования ФГБНУ «ИСРО РАО», член комиссии по разработке КИМ для ГИА по географии, s.dyukova@gmail.com

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по географии, основные результаты ЕГЭ по географии в 2021 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, совершенствование методики преподавания географии, изменения КИМ ЕГЭ-2022 по географии.

В 2021 году структура КИМ ЕГЭ по географии не претерпела существенных изменений по сравнению с КИМ 2020 г. Экзаменационная работа состояла из двух частей.

Часть 1 экзаменационной работы включала в себя 27 заданий (18 заданий базового уровня сложности, восемь заданий повышенного уровня сложности и одно задание высокого уровня сложности) следующих разновидностей: задания, требующие записать ответ в виде числа или слова; задания на установление соответствия географических объектов и их характеристик; задания, требующие вписать в текст на местах пропусков ответы из предложенного списка; задания на установление правильной последовательности элементов. Ответы на задания части 1 (число, последовательность цифр, слово или словосочетание) нужно было записать в отведённом месте в тексте работы, а затем обязательно перенести их в соответствующие поля бланка ответов № 1.

Часть 2 содержала семь заданий с развёрнутым ответом, в первом из которых ответом должен быть рисунок, а в остальных требовалось записать полный, обоснованный ответ на поставленный вопрос (два задания повышенного уровня сложности и пять заданий высокого уровня сложности).

Экзаменационная работа включала в себя задания разных уровней сложности в том числе: 18 — базового, 10 — повышенного и шесть заданий — высокого.

Общее количество заданий КИМ в 2021 г. не изменилось по сравнению с 2020 г. Максимальный первичный балл (47) не изменился. Сохранились структура и содержание КИМ.

Задания базового уровня проверяют овладение экзаменуемыми наиболее значимым содержанием в объёме и на уровне, обеспечивающих способность ориентироваться в потоке поступающей информации (знание основных фактов; понимание смысла основных категорий и понятий, причинно-следственных связей между географическими объектами и явлениями). Для выполнения заданий повышенного уровня требуется овладение содержанием, необходимым для обеспечения успешности дальнейшей профессионализации в области географии. Задания высокого уровня подразумевают овладение содержанием на уровне, обеспечивающем способность творческого применения знаний и умений. При их выполнении требуется продемонстрировать способность интегрировать знания из различных областей школьного курса географии для решения географических задач в новых для обучающихся ситуациях. На задания базового уровня приходилось 51% максимального первичного балла за выполнение всей работы, на задания повышенного и высокого уровней — 26 и 23% соответственно.

На выполнение экзаменационной работы отводилось 180 минут. Участники ЕГЭ могли пользоваться линейками, транспортирами и непрограммируемыми калькуляторами. При выполнении работы разрешалось пользоваться включёнными в каждый комплект КИМ справочными материалами — контурными картами (политической мира и федеративного устройства России) с показанными на них государствами и субъектами Российской Федерации.

В контрольно-измерительные материалы 2021 г. были включены задания, проверяющие содержание всех основных разделов курсов школьной географии («Источники географической информации», «Природа Земли и человек»,

«Население мира», «Мировое хозяйство», «Природопользование и геоэкология», «Страноведение», «География России»). Наибольшее количество заданий базировалось на содержании курса «География России».

Экзаменационная работа включала в себя только девять заданий, требующих простого воспроизведения изложенного в учебниках материала или нахождения на карте положения географических объектов. В остальных заданиях проверялись умение логически рассуждать, способность применить знания для сравнения и объяснения географических объектов и явлений. В 10-ти заданиях экзаменационной работы проверялись умения извлекать, анализировать и интерпретировать информацию, представленную в различных источниках: на картах и в статистических таблицах.

Достижение требований блока «Использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни» (способность читать географические карты, определять различия в зональном времени, объяснять разнообразные явления (текущие события и ситуации) окружающей среды) проверялось многими заданиями КИМ. Традиционно большое внимание было уделено проверке сформированности важнейших географических закономерностей. Достижение требований блока «Уметь» (сформированность общих интеллектуальных и предметных умений) проверялось, например, в задании 16.

Умение пользоваться справочными картами — политической мира и федеративного устройства России с показанными на них государствами и субъектами Российской Федерации, проверялось, в том числе, при выполнении заданий на определение страны (региона России) по краткому описанию (задания 24 и 25).

В материалах КИМ ЕГЭ по географии 2021 г. наметился переход к заданиям перспективной модели, при подготовке которой разработчики учитывали положения Концепции развития географического образования в Российской Федерации, где сказано, что «изучение географии в школе должно быть направлено на формирование яркой и образной географической

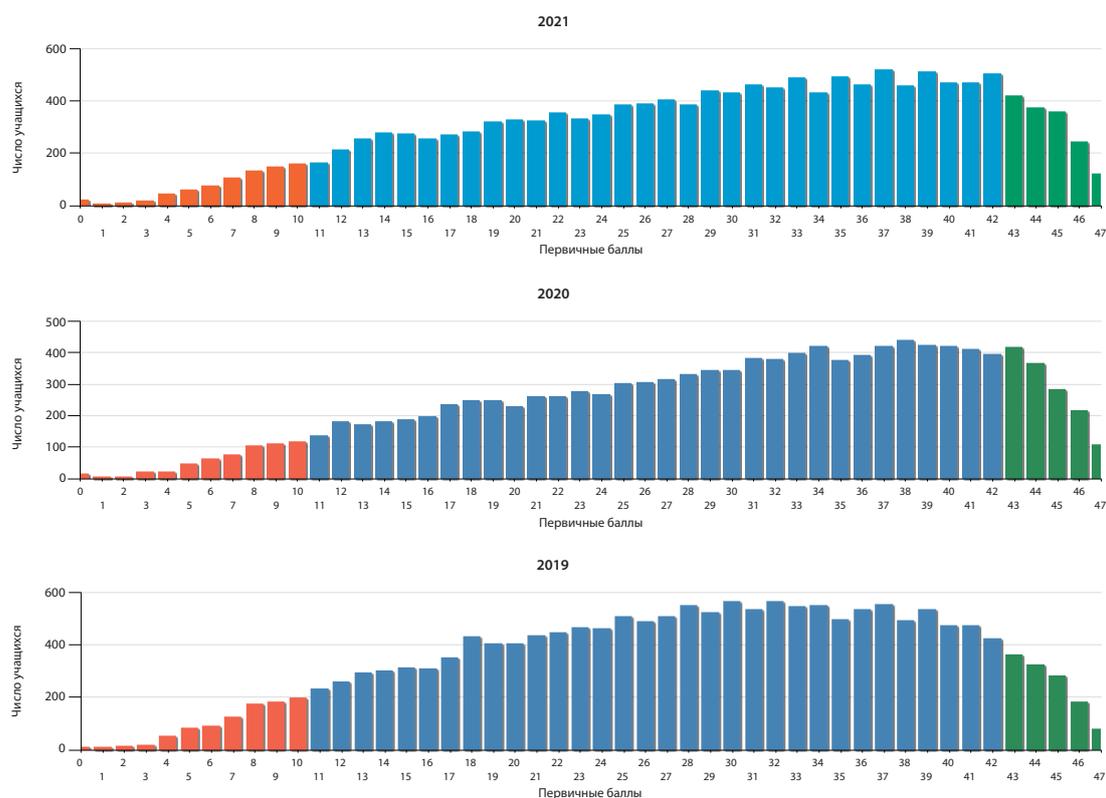


Рис. 1. Распределение первичных баллов ЕГЭ

картины мира, установление причинно-следственных связей между географическими явлениями и процессами, ведущим методическим принципом должно стать формирование практических навыков использования географической информации, реализуемое в логике деятельностного подхода». При разработке новых контекстных заданий для перспективной модели КИМ за основу было взято положение поручения Президента РФ по вопросам популяризации географии, согласно которому меры, направленные на повышение качества преподавания географии в общеобразовательных организациях, должны учитывать «приоритеты и задачи научно-технологического и пространственного развития Российской Федерации», сформулированные в Стратегии пространственного развития Российской Федерации.

Общее число участников ЕГЭ по географии в 2021 г. увеличилось относительно показателя 2020 г. и составило 14 960 человек, но не превысило допандемийный период (2020 г. — 12 468; 2019 г. — 17 794), что, вероятно, связано с текущей эпидемиоло-

гической ситуацией и возможностью сдачи ЕГЭ по географии после 10 класса.

При общем сохранении структуры и содержания КИМ были внесены незначительные изменения в критерии оценивания ряда заданий с развёрнутым ответом.

На рисунке 1 приведены кривые распределения первичных баллов основного периода ЕГЭ 2021–2019 гг.

Таким образом, результаты ЕГЭ 2021 г. по географии сопоставимы с результатами прошлых лет.

В таблице 1 приведено распределение тестовых баллов ЕГЭ по географии.

Средний тестовый балл в 2021 г. не изменился по сравнению с аналогичным показателем 2020 г. Также стабильны параметры распределения результатов участников ЕГЭ по диапазонам тестовых баллов.

Минимальный балл ЕГЭ 2021 г. в сравнении с минимальным баллом 2020 г. не изменился, при этом доля экзаменуемых, не набравших минимального количества баллов в 2021 г., возросла до 5,37% по сравнению с 4,87% в 2020 г.

Число и доля стобалльников ЕГЭ приведены в табл. 2.

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2021	59,02	1,02%	8,72%	43,53%	36,25%	10,48%
2020	59,79	0,98%	8,08%	41,76%	37,71%	11,49%
2019	56,99	1,17%	9,79%	47,90%	33,76%	7,40%

Перейдём к анализу результатов выполнения заданий по разным темам курса географии.

В разделе «Источники географической информации» проверяется умение работать с географическими картами и со статистическими материалами. От экзаменуемых требовалось определить географические координаты с помощью карт Приложения, а также расстояние на местности и азимут с помощью фрагмента топографической карты. Одно из заданий с открытым ответом традиционно проверяло умение строить профиль рельефа местности на указанном участке по фрагменту топографической карты. Также проверялось умение читать карту, на которой информация представлена с помощью изолиний, и использовать карту часовых зон для выполнения задачи, связанной с жизненной ситуацией. Практически все задания были с кратким ответом, исключение — задание, проверяющее умение строить профиль рельефа местности, которое имеет открытый ответ в виде рисунка, созданного экзаменуемым.

В теме «Географические модели. Географическая карта, план местности» экзаменуемые в 2021 г. показали результаты, которые можно считать удовлетворительными: умение использовать географические карты для определения географических координат продемонстрировали 85%

экзаменуемых, для определения расстояний на местности с помощью масштаба — 81%, для определения азимута направления — 65%, для построения профиля рельефа местности — 57% экзаменуемых. Умение определять географические координаты по картам Приложения показали 85% экзаменуемых, что позволяет считать это умение сформированным.

Проверка умения пользоваться картой, информация на которой представлена способом изолиний (*задание 17*), показала, что у экзаменуемых данное умение сформировано: справились 86% сдававших экзамен. Типичные ошибки связаны с тем, что экзаменуемые записывают ответ в последовательности, не соответствующей указанию в условии задания. Частично это может быть связано с недостаточной сформированностью умения выстраивать последовательности отрицательных чисел, как было и в предыдущие годы.

Небольшое число экзаменуемых по-прежнему «путают» северную и южную широты, западную и восточную долготу (около 2% экзаменуемых). Ошибка, связанная с несформированностью умения следовать инструкции при выполнении задания, также остаётся актуальной.

Умение определять расстояния по географической карте (*задание 26*) можно считать сформированным. Ошибки экзаменуемых наиболее часто связаны с тем,

Таблица 2

Год	Число 100-балльников	% 100-балльников от общего числа экзаменуемых
2021	126	0,84
2020	110	0,88
2019	89	0,5

что при выполнении задания они начинают не с определения масштаба карты: имея карту масштабом в 1 см 200 м, дают ответ, используя иной масштаб (в 1 см 100 м). Возможно, экзаменуемые готовились к экзамену с помощью карт одного масштаба и не обратили внимание на масштаб конкретной топографической карты КИМ. Эта ошибка свидетельствует о том, что, формально умея определять расстояния с помощью масштаба, участники ЕГЭ не могут применить это умение на практике.

Небольшое число экзаменуемых неверно указывает разряды чисел, показывающих расстояния. Возможно, такие ошибки связаны с недостаточно сформированным математическим умением переводить сантиметры в метры, хотя общее понимание, что расстояния на карте уменьшены пропорционально расстояниям на местности, у них имеется.

Определение азимута направления также можно рассматривать как умение, в целом сформированное у экзаменуемых (*задание 27*). Анализ ответов позволяет предположить, что у небольшой части экзаменуемых понятие «азимут направления» не сформировано: они определяют угол между направлением на север и направлением на объект против часовой стрелки. Наиболее сложным для определения оказывается азимут направления в диапазоне 180–360°. Часть экзаменуемых в этом году испытала затруднение при определении азимута направления менее 90°.

Умение изобразить профиль рельефа местности по топографической карте в предлагаемом масштабе, отличном от масштаба карты (*задание 28*), продемонстрировало около 57% экзаменуемых. Это задание проверяет одновременно умение пользоваться масштабом карты и умение определять особенности рельефа: участки со спуском или подъёмом, крутизну склонов, абсолютную высоту рельефа местности на определённом участке карты. В целом определить общий характер изменения рельефа для экзаменуемых и изобразить профиль рельефа местности в масштабе, отличающемся от масштаба карты, оказывается посильным. Типичные ошибки связаны с недостаточной

сформированностью умений определять границы абсолютных высот местности, по которой проходит профиль, а также устанавливать и передавать особенности крутизны склонов на разных участках на профиле. 21% экзаменуемых продемонстрировали частичное умение строить профиль рельефа местности, в большинстве за счёт умения использовать масштаб карты при его построении. Полностью верно построили профиль рельефа местности 46% экзаменуемых.

В контрольно-измерительных материалах ЕГЭ проверялось умение анализировать статистическую информацию, представленную в виде диаграммы или таблицы (*задание 21*). В целом успешно выполнили анализ статистических материалов 76% экзаменуемых. Они смогли правильно определить по диаграммам значение показателя миграционного прироста населения региона, используя информацию о числе прибывших и числе выбывших, а также о потоках миграции внутри региона, между регионами России и международных миграций. Сформированным также можно считать умение использовать статистические данные, представленные в форме таблицы, для определения особенностей географии внешней торговли регионов России, применяя понятия «экспорт» и «импорт». Типичные ошибки отчасти связаны с недостаточно сформированным умением проводить несложные операции с отрицательными числами (экзаменуемые «забывают» указывать знак «минус» в ответе) или записывать числа с разными разрядами.

Умение использовать карты часовых зон для определения разницы во времени и решения задач, связанных с жизнью (*задание 20*), можно считать сформированным: верно выполнили это задание 80% экзаменуемых. Несколько сложнее было экзаменуемым сравнивать время при движении из восточных регионов в западные.

Задания из раздела «Природа Земли и человек» проверяли знание и понимание основных географических процессов и явлений, происходящих в сферах географической оболочки. Большинство экзаменуемых (78%) продемонстрировало знание

и понимание закономерностей изменения температуры воздуха и атмосферного давления в зависимости от абсолютной высоты местности; между температурой воздуха, максимально возможным содержанием в нём водяного пара и относительной влажностью (*задание 2*). Анализ ответов экзаменуемых показывает, что сложность вызывает необходимость применения закономерности об изменении атмосферного давления в тропосфере с высотой при наличии информации об абсолютной высоте местности.

Знание и понимание процессов и явлений, происходящих в атмосфере и гидросфере, географической зональности, не достигнуто всей совокупностью экзаменуемых (*задание 4*). Средний результат выполнения — 53%. В целом результаты выполнения различаются (от 42 до 61%) в зависимости от конкретной темы: «Этапы геологической истории Земли» — 61%; «Географическая оболочка» — 59%; «Тектоника литосферных плит» — 51%; «Гидросфера» — 46%; «Атмосфера. Погода и климат» — 42%.

К типичным ошибками можно отнести: неумение применять понятия и термины — «циклон» и «антициклон», «верхнее течение реки» и «нижнее течение реки», «половодье», «межень», «платформа», «щит»; незнание закономерности понижения атмосферного давления с высотой; непонимание механизмов влияния различных факторов климатообразования на особенности климата территорий, особенно аazonальных. У части экзаменуемых ошибки связаны с недостаточной сформированностью умения объяснять (характеризовать) особенности природы конкретных территорий мира или России. Так, часть экзаменуемых затруднялась назвать происхождение озёрных котловин Карелии, объяснить небольшое количество атмосферных осадков на западных побережьях материков в тропических широтах.

Умение применять знания по теме «Земная кора и литосфера. Состав и строение. Рельеф земной поверхности. Тектоника литосферных плит» проверялось заданиями с открытым ответом (*задание 30*). В них на основе использования фрагмента топографической карты как источни-

ка информации требовалось определить участок, на котором наиболее благоприятны факторы для развития водной эрозии почвенного слоя. В среднем выделить наличие уклона местности и отсутствие растительности как факторов, благоприятствующих развитию водной эрозии, смогли 56% экзаменуемых.

Большинство участников экзамена (69%) смогло верно установить последовательность геологических периодов (*задание 23*), что свидетельствует о сформированности знаний геологической хронологии.

Закономерности распространения тепла и влаги на Земле, особенности климата материков и России, положение климатических поясов на Земле (*задание 5*) знают и умеют применить в среднем 62% экзаменуемых. Сложности возникали при сравнении количества атмосферных осадков в разных городах России. Причиной ошибок может быть как незнание пространственного распространения атмосферных осадков на территории страны, так и неверная запись ответа с указанием последовательности, противоположной требуемой.

Освоение темы «Атмосфера. Состав, строение, циркуляция. Распределение тепла и влаги на Земле. Погода и климат» проверялось также заданиями с открытым ответом (*задание 30*). Средний результат выполнения таких заданий — 32%. Сравнить климаты различных территорий и объяснять их особенности оказалось легче, если территории расположены в Северном, а не в Южном полушарии (различие результатов заданий одной модели с использованием сложного текста условия, содержащего рисунок, достаточно велики — 54 и 20% соответственно).

Использование знаний о гидросфере для объяснения существенных признаков географических объектов и явлений вызвало сложности у экзаменуемых (*задание 29*). Около 17% выполнявших задания с развёрнутым ответом смогли применить знания о типе питания и режиме реки для объяснения её особенностей.

Понимание географических следствий движений Земли на базовом уровне показали 68% сдававших экзамен (*задание 6*).

Экзаменуемые продемонстрировали понимание влияния географической широты и положения Земли относительно Солнца на орбите на изменение продолжительности светового дня и ночи. Наиболее сложным для экзаменуемых по-прежнему было сравнение продолжительности светового дня на параллелях, расположенных в разных полушариях, а также сравнение продолжительности светового дня в даты, близкие к дням равноденствия. Экзаменуемые более успешно выполнили задания, в которых требовалось сравнить продолжительность светового дня, дат, близких к дням зимнего или летнего солнцестояния.

Умение применять знания о суточном движении Земли и о часовых поясах для сравнения времени в них проверялось заданием высокого уровня сложности (задание 32). В среднем 37% экзаменуемых успешно выполнили это задание. Наибольшие затруднения участники ЕГЭ испытывают при необходимости сравнить время в точках, расположенных в разных полушариях — Восточном и Западном. Сравнение производилось легче, если одна из точек расположена на Гринвичском меридиане.

Умение объяснять существенные признаки природных географических объектов и явлений проверялось в экзаменационной работе заданием 29 высокого уровня сложности. Это умение для объяснения особенностей климата можно считать сформированным, так как в среднем около 49% экзаменуемых успешно справились с этим заданием. Умеют применить знания о зависимости количества атмосферных осадков от преобладающего направления ветров на определённой территории и от высоты места над уровнем Мирового океана могут: частично верно — примерно 46%, полностью — 21%. Определить тип климата по климатограмме оказывалось несколько сложнее, в среднем с заданием данного содержания справилось около 20%: частично верный ответ дают 19%, полностью верный — 11% экзаменуемых. Типичной ошибкой в данном типе заданий является отсутствие указаний на полушарие, в котором расположен климатический пояс.

Знание размещения природных объектов по территории России и мира показали в среднем 63% экзаменуемых (задание 7). Участники ЕГЭ испытывали некоторое затруднение при идентификации объектов, расположенных на одном материке. Одна из выявленных проблем — недостаточная сформированность пространственных представлений о географическом положении крупных рек России относительно друг друга. Так, 27% экзаменуемых считали, что река Лена расположена западнее Днепра, а 15% — что западнее Иртыша.

Достижение требований ФК ГОС по разделу «Природопользование и геоэкология» оценивалось в заданиях 3 (Охрана природы и рациональное природопользование) и 22 (Ресурсообеспеченность). Достижение требований ФК ГОС по данному разделу продемонстрировало большинство экзаменуемых. Указанные выше задания успешно выполнило более 65% выпускников.

Тем не менее уровень усвоения отдельных вопросов по разделу «Природопользование и геоэкология» существенно различается. Если определять и сравнивать ресурсообеспеченность стран различными видами природных ресурсов и правильно отнести тот или иной вид хозяйственной деятельности человека к рациональному или нерациональному природопользованию смогли около 78% экзаменуемых, то правильно ответить на вопросы об особенностях воздействия на окружающую среду различных сфер и отраслей хозяйства — всего около 60% участников экзамена.

Типичные ошибки связаны с непониманием взаимосвязей между компонентами природы и различными видами хозяйственной деятельности в конкретных географических условиях. Так, около 30% экзаменуемых не знают, что повышенное содержание в атмосфере углекислого газа является одним из основных факторов усиления парникового эффекта, а загрязнение атмосферы выбросами предприятий цветной металлургии является одной из причин образования кислотных дождей. Около 40% не понимают, что оттаивание многолетней мерзлоты в зоне тундры может приводить к повреждениям трубопроводов и другой инфраструктуры, и при этом считают, что расчистка русел

малых рек повышает, а не снижает риск возникновения паводков на них.

В 2021 году участники ЕГЭ продемонстрировали достижение практически всех требований ФК ГОС, относящихся к разделу «География России». К нему относятся больше всего заданий в структуре КИМ по географии — 11.

С заданием 9, проверяющим знание и понимание особенностей размещения населения нашей страны, и с заданием 12 (знание крупнейших городов России) справилось около 70% экзаменуемых; с заданием 18 (знание и понимание административно-территориального устройства) — около 65%; с заданием 20 (умение решать задачи на определение времени в различных часовых зонах России) — около 80%.

Умения рассчитывать и анализировать показатели, характеризующие естественное и миграционное движение населения отдельных регионов нашей страны (задания 33 и 34), продемонстрировало около 60% экзаменуемых, что соответствует показателю прошлого года.

Нельзя считать достигнутым требование о знании географии основных отраслей промышленности России. С заданием 13, оценивающим достижение соответствующего требования, справилось чуть менее 50% участников экзамена, что также несколько ниже прошлогоднего результата. В этом задании проверялась сформированность представления о географии размещения основных регионов добычи природного газа, крупнейших центров целлюлозно-бумажной промышленности, чёрной и цветной металлургии, основанное прежде всего на ментальном видении географической карты.

Умение применить знания о мировом хозяйстве и хозяйстве России для объяснения особенностей размещения отдельных его отраслей оценивается в заданиях с развёрнутым ответом на позиции 29. Примерно треть экзаменуемых (30%) успешно выполнила эти задания.

Для выполнения заданий на этой позиции необходимо различать понятия «ЭГП», «ТГП», «природно-ресурсный потенциал», «факторы (условия) размещения производства», «отраслевая структура хозяйства».

В задании, проверяющем сформированность умения объяснять, почему в Австралии производство глинозёма сосредоточено на юго-западе и севере страны, а алюминиевые заводы расположены на юге и юго-востоке, почти треть (34%) приступивших к его выполнению экзаменуемых дали полный правильный ответ, то есть указали: 1) наличие на юго-западе и севере страны месторождений алюминиевых руд или размещение производства глинозёма в районах добычи бокситов; 2) размещение алюминиевых заводов в основных районах производства электроэнергии. Следует отметить, что 30% указали одну причину, причём успешно выполнили это задание значительное большинство (83%) участников сильной группы и 17% слабо подготовленных из числа приступивших к его выполнению.

Проанализируем выполнение некоторых заданий, вызвавших затруднение. За выполнение задания 29, в котором следовало выявить, с использованием карты особенности ЭГП Находки, повлиявшие на выбор площадки для строительства рядом с ней крупного завода по производству минеральных удобрений, примерно 30% участников экзамена получили 1 балл, указав близкое расположение магистрального газопровода (на карте) или соседство со странами АТР, что позволяет импортировать произведенную продукцию, и примерно каждый пятый получил 2 балла, то есть смог дать полный правильный ответ, указав обе особенности ЭГП. Возможно, типичные ошибки при выполнении задания связаны с невнимательным прочтением условия задания или с непониманием используемой в нём терминологии. При подготовке к выполнению заданий, предполагающих объяснение условий размещения предприятий различных отраслей хозяйства, необходимо отработать понятие «ЭГП», что является основой для формирования умения читать и извлекать информацию о территориальном размещении хозяйства с карты.

Анализ результатов выполнения заданий линии 29, контролирующих умение объяснять особенности (условия) размещения хозяйства, выявил слабую подготовку экзаменуемых по теме «Металлургия».

Всего 4% участников экзамена, приступивших к выполнению задания, смогли указать два условия размещения производства (нового металлургического завода), кроме названного в тексте: например, производство чугуна в Туле; Тула — крупный транспортный узел или положение Тулы на пересечении транспортных путей; наличие в Тульской области и соседних областях большого количества металлолома. Каждый пятый экзаменуемый указал лишь одно условие. Это задание оказалось трудным и для сильных участников экзамена (27%), безусловно, и для слабоподготовленных участников (4%).

В подобном задании, нацеленном на объяснение условий размещения металлургического завода, но уже в индустриальном парке «Ворсино» (Калужская область) лишь 5% смогли дать полный правильный ответ, указав: соседство с потребителями металла; что в Калужской области и в соседних областях накапливается большое количество металлолома; выгодное транспортно-географическое положение; каждый пятый привёл в качестве объяснения одно условие, то есть получил 1 балл. Причём успешно выполнили лишь 43% участников из сильной группы, слабоподготовленные из числа приступивших к выполнению этого задания и вовсе не справились с ним.

Несколько ниже уровень выполнения заданий, оценивающих знание особенностей природы, населения и хозяйства крупных географических районов. Так, с заданием 14 справилось менее 60%, что значительно ниже, чем в прошлом году (80%). Главные недостатки — в незнании географической информации, основанной на общих географических закономерностях, проявляющихся в особенностях физико-географических и социально-экономических характеристиках крупных регионов страны. Типичные ошибки экзаменуемых при выполнении этого задания связаны в первую очередь с элементарным незнанием состава районов и их границ. В то же время ни для кого не является секретом, что крупные географические районы России у авторов разных УМК существуют в разных границах. Единственно возможным выходом в сложившейся ситуации является привязка географических

объектов и явлений, изучаемых в пределах отдельных географических районов, к конкретным территориям.

Так, при выполнении нижеприведённого задания 35% экзаменуемых указывают Балтийское море как омывающее территорию Европейского Севера России:

Прочитайте приведённый ниже текст, в котором пропущен ряд слов (словосочетание). Выберите из предлагаемого списка слова (словосочетание), которые необходимо вставить на места пропусков.

Географическое положение Европейского Севера России

Европейский Север России — крупнейший по _____ (А) географический район Европейской части страны. Территория района омывается водами Баренцева, Белого и (Б) морей. Европейский Север играет большую роль в обеспечении морских торговых связей с зарубежными странами и организации грузоперевозок по Северному морскому пути. К северу от полярного круга расположена _____ (В) часть территории района. Развитию хозяйства района способствует сочетание минеральных, лесных и водных ресурсов, однако его северное положение значительно усложняет хозяйственную деятельность.

Выбирайте последовательно одно слово (словосочетание) за другим, мысленно вставляя на места пропусков слова (словосочетание) из списка в нужной форме. Обратите внимание на то, что слов (словосочетания) в списке больше, чем Вам потребуется для заполнения пропусков. Каждое слово (словосочетание) может быть использовано только один раз.

Список слов (словосочетание):

- 1) Балтийское
- 2) Карское
- 3) численность населения
- 4) площадь
- 5) меньший
- 6) больший

В ходе использования комплексного подхода при изучении крупных территории страны необходимо в рамках регионального раздела курса «Экономическая и социальная география России» опираться на материал, изучаемый в разделах «Природа России», «Население России» и «Хозяйство России». Необходимо

начинать формировать географические знания об отдельных районах России при изучении общих разделов. Это поможет не только актуализировать знания по этим разделам, но и сформировать по настоящему системные географические представления об отдельных частях Российской Федерации.

В экзаменационной работе ЕГЭ по географии несколько заданий (11, 18, 25) нацелены на проверку достижения требования знать географическую специфику стран мира.

Так, в задании 11 проверяется знание государственного устройства, географического положения, особенностей природы, населения и хозяйства крупных стран, их специализации в системе международного географического разделения труда. В ходе текущего экзамена экзаменуемые не продемонстрировали знание географической специфики отдельных стран. Данное задание успешно выполнило 60% экзаменуемых. Следует отметить, что контролируемые в задании фактологические знания об особенностях населения, природно-ресурсном потенциале, об основных видах промышленной и сельскохозяйственной продукции, по производству и экспорту которых страны лидируют в мире, усвоены лучше, чем знание географической номенклатуры, знания об особенностях природы, освоенные при изучении отдельных стран и регионов курса «География материков», крупнейших городах, типах административного устройства государств.

Так, лишь каждый третий участник ЕГЭ дал полный правильный ответ на задание, проверяющее особенности населения Австралии. Примерно 40% экзаменуемых ошибочно полагали, что крупнейшим городом-миллионником наряду с Сиднеем является Канберра, а не Мельбурн. Каждый третий экзаменуемый ошибочно полагал, что большая часть населения сосредоточена на западном побережье страны. В аналогичных заданиях других вариантов каждый четвертый участник ЕГЭ ошибочно считал, что большая часть населения Бразилии проживает в сельской местности.

В задании, проверяющем знание особенностей населения Германии, 35% из числа всех приступивших к его выпол-

нению, допустили ошибку, указав, что значение показателя рождаемости населения в ней выше значения показателя смертности, а каждый четвертый — ошибочно поставил Германию на первое место по численности населения в Зарубежной Европе.

25% участников ЕГЭ ошибалось в задании, которое контролировало наличие знания о географических особенностях Канады. Причиной ошибки была недооценка роли первичного сектора в экономике страны. Столько же экзаменуемых проявили незнание географических особенностей Мексики, а именно то, что частью её территории является полуостров Калифорния, а не Флорида. В аналогичном задании другого варианта, проверяющем знание географических особенностей Пакистана, лишь 37% экзаменуемых верно его выполнили, а 40% — допустили ошибку, полагая, что Пакистан является одним из крупных производителей и экспортёров кукурузы, а не риса.

В экзаменационной работе в задании 18 проверялось знание столиц государств. В целом примерно 75% экзаменуемых (прошлогодний результат также 75%) успешно справились с заданиями.

Можно констатировать, что лишь участники ЕГЭ с неудовлетворительной подготовкой не справились с выполнением задания 24. В целом 50–55% участников экзамена успешно справились с ними. Большинство экзаменуемых (более 70%) смогли определить по описанию такие страны, как Алжир (80%), Индия (50%), Канада (60%) и др. При определении по совокупности признаков Бразилии каждый четвертый ошибочно указывал Россию. Это говорит о том, что допустившие ошибку выпускники содержание курса «География России» не усвоили, так как такая характеристика населения, как «Население размещено неравномерно, в основном сосредоточено на востоке страны, на океаническом побережье. Доля городского населения в общей численности превышает 85%», не имеет никакого отношения к России.

Затруднение у участников экзамена вызвало определение по краткому описанию таких стран, как Саудовская Аравия (37%), Пакистан (18%), Бангладеш (15%).

В описании Пакистана были указаны такая особенность природы, как «на большей части территории климат континентальный тропический», и такая особенность населения, как «большинство верующего населения исповедует ислам». Около 18% экзаменуемых ошибочно указывали в качестве ответов Индию или Китай, для которых эти признаки нехарактерны. Определить страну Бангладеш по краткому описанию смогли лишь 15% экзаменуемых. Такое же число экзаменуемых неверно указали Индию и Турцию, несмотря на такие признаки, как «большинство верующего населения исповедует ислам и средние высоты не превышают 200 метров» (для Индии нехарактерны оба признака).

Применение знания особенностей стран, различающихся по уровню социально-экономического развития, проверялось в задании 10 экзаменационной работы. 75% экзаменуемых (примерно такой же результат выявлен в 2020 г.) успешно справились с заданием (27% участников группы со слабой (неудовлетворительной) подготовкой).

Знание особенностей отраслевой и территориальной структуры мирового хозяйства проверялось в заданиях с использованием диаграмм на установление соответствия между страной и структурой её ВВП.

Знание особенностей структуры занятости населения проверялось в заданиях с использованием диаграмм на установление соответствия между страной и распределением её экономически активного населения по секторам экономики — 72% (примерно такой же результат был в 2020 г.). Большинство участников экзамена продемонстрировало знание особенностей развитых и развивающихся стран: различие структуры ВВП и структуры занятости населения. Ошибки связаны с незнанием различий отраслевой структуры хозяйства и структуры занятости населения внутри группы развивающихся стран.

Так, некоторое затруднение вызвало выполнение задания на сравнение структуры занятости населения стран Мали и Гватемалы (каждый пятый участник ЕГЭ допускал ошибку при сопоставлении

диаграмм, характеризующих структуру занятости населения указанных стран). При достаточно высоком среднем показателе выполнения заданий этой линии верное соответствие между страной и характерной для неё структурой занятости населения установили лишь 64% экзаменуемых.

Возможно, участники экзамена, допустившие ошибки, не смогли применить типологические знания, не представляли положение стран на карте мира. Можно предположить, что у участников экзамена не сформировано представление об этих странах. При подготовке к экзамену следует уделять особое внимание повторению типологических особенностей стран с различным уровнем социально-экономического развития, а также для профилактики недопущения ошибок, связанных с развитием пространственного представления о странах на карте мира.

Умение сравнивать по разным источникам информации социально-экономические объекты сформировано у такой же доли экзаменуемых (78%), как в 2020 г. В заданиях, проверяющих указанное умение, использовались статистические данные Госкомстата и различных международных организаций, характеризующие динамику показателей социально-экономического развития отдельных регионов России и стран мира. Данные в таблицах приводились в процентах к предыдущему году. Следует отметить, что всего 16% участников экзамена с неудовлетворительной подготовкой справились с заданием 16 (12% в 2020 г.). Данное умение можно считать сформированным у всех остальных групп участников экзамена.

Умение выделять существенные признаки такого понятия по теме «Мировое хозяйство», как «международная экономическая интеграция», продемонстрировали 77% экзаменуемых, а понятия «отрасль международной специализации» — 55–60%. Понимание этих понятий продемонстрировало меньшее число участников экзамена, чем понимание понятий «миграция населения» и «урбанизация» по теме «Население мира». При подготовке к экзамену необходимо больше времени отводить на закрепление и отработку понятийного аппарата по теме «Мировое хозяйство».

Уровень знаний географических особенностей отдельных отраслей промышленности заметно различается. Традиционно успешно усвоены знания о ведущих производителях и экспортёрах нефти и природного газа (65–70%). Несколько хуже усвоены знания о крупных мировых производителях угля. Так, верно указать крупнейших мировых производителей угля: Австралию, Китай и США — смогли лишь 53% экзаменуемых, при этом 15% — неверно вместо Австралии указывали Нигерию. На более высоком уровне, чем в прежние годы, участники ЕГЭ продемонстрировали знание крупных производителей стали.

В экзаменационной работе 2021 г. участники ЕГЭ менее успешно, чем в предыдущие годы, продемонстрировали знание структуры производства электроэнергии в различных странах. С заданием, где требовалось определить страны, в структуре производства электроэнергии которых преобладают ТЭС — Алжир, Польша, Иран — успешно справились только 33% экзаменуемых. Можно констатировать факт, что 30% участников экзамена вместо Алжира указывали неверно Канаду, столько же ошибочно указывали Норвегию. В другом задании лишь четверть экзаменуемых смогла выделить из перечисленных стран Канаду, Норвегию, Бразилию, в структуре выработки электроэнергии которых преобладают ГЭС. При этом примерно каждый третий не указывал Бразилию, а 40% ошибочно называл и Польшу.

Для предотвращения подобных ошибок можно порекомендовать при изучении особенностей размещения отдельных отраслей промышленности в большей степени использовать карты атласов.

По теме «Население мира» в экзаменационной работе также осуществлялась проверка сформированности такого аспекта умения оценивать демографическую ситуацию отдельных стран и регионов посредством сравнения географических особенностей воспроизводства населения развитых и развивающихся стран. Например, в работе были задания на знание динамики роста населения отдельных стран и понимание различий в уровне и качестве жизни населения. Ре-

зультаты выполнения заданий свидетельствуют, что соответствующие требования стандарта успешно освоены 77–80% участников экзамена 2021 г.

Сравнивая уровень достижения данного требования ФК ГОС в 2021 г. и 2020 г., следует отметить некоторое сокращение числа экзаменуемых из слабой группы, успешно выполнивших задания, проверяющие знание динамики роста населения отдельных стран и понимание различий в уровне и качестве жизни населения (примерно 32% участников группы со слабой подготовкой в 2021 г. и 38% в 2020 г.).

В экзаменационной работе осуществлялась проверка сформированности такого аспекта умения оценивать демографическую ситуацию отдельных стран и регионов по теме «Население мира», как сравнение географических особенностей воспроизводства населения стран, различающихся по уровню социально-экономического развития. Анализ результатов выполнения заданий свидетельствует в целом о высоком уровне достижения требований стандарта по указанной теме (78–80%).

Примерно каждый пятый участник экзамена допустил ошибку в задании, где необходимо расположить перечисленные страны в порядке возрастания в них показателя естественного прироста населения: указывает последовательность в обратном порядке. При оценивании демографической ситуации отдельных стран причиной ошибок экзаменуемых явилось то, что, несмотря на наличие в условии задания фразы «начиная со страны с наименьшим значением этого показателя», участники ЕГЭ неверно устанавливали нужную последовательность, не сумели ранжировать страны по степени убывания (или возрастания) какого-либо показателя.

Примерно каждый третий из числа слабоподготовленных экзаменуемых имел верное представление о существующих различиях в географических особенностях воспроизводства населения мира.

Умение оценивать территориальную концентрацию населения мира, а именно сравнивать плотность населения отдельных стран и регионов продемонстрировало несколько меньшее число участников экзамена — 63% (прошлогодний результат —

68–72%). Следует отметить, что примерно 20% экзаменуемых при сравнении стран по плотности населения ошибочно считали страну с наибольшей плотностью населения не Великобританию, а Алжир.

Следует отметить, что лишь 60% экзаменуемых верно выделили страны с наименьшей плотностью населения — Канаду, Россию и Австралию, при этом у каждого четвертого не сформировано представление о наименьшем значении средней плотности населения России по отношению к представленным в заданиях странам. Большинство неправильно ответивших выпускников вместо России неверно указало Бангладеш или Германию.

Лишь 13% из слабой группы и 57% группы с удовлетворительной подготовкой экзаменуемых смогли верно оценить территориальную концентрацию населения. Лишь участниками ЕГЭ с хорошей и отличной подготовки достигнуто данное требование.

Можно предположить, что ошибки являются следствием незнания экзаменуемыми пространственного положения некоторых стран на географической карте, что приводит к неверному соотношению указанных в задании стран с густо- и слабозаселёнными территориями. При изучении вопросов расселения населения важно сформировать у обучающихся представление густо- и слабозаселённых территориях мира (слабозаселёнными территориями являются области с экстремальными природными условиями: в приведённых примерах — значительная часть территории России, Алжира).

Умение выделять существенные признаки таких географических процессов, как миграция населения, урбанизация, воспроизводство населения, сформировано у 75–77% экзаменуемых, что выше прошлогоднего результата (67–70%). Можно констатировать, что признаки процессов урбанизации, воспроизводства населения, миграции населения усвоены значительным большинством экзаменуемых. В целом по результатам экзамена зафиксировано 40% верного выполнения у слабоподготовленных участников (для экзаменуемых, относящихся к группе 1, это самый высокий результат, которого они достигли при выполнении заданий с крат-

ким ответом). Можно констатировать, что требование достигнуто участниками ЕГЭ с удовлетворительной, хорошей и отличной подготовкой.

Можно предположить, что не все признаки указанных явлений усвоены участниками ЕГЭ одинаково хорошо. Так, если сравнивать умение распознавать основные демографические и социально-экономические явления, то можно констатировать, что умение распознавать явление естественное движение (50–55% верного выполнения заданий) сформировано несколько хуже, чем явления урбанизация и миграция населения. При выполнении заданий на распознавание признаков этого понятия каждый пятый экзаменуемый утверждения: «Низкая рождаемость стала основной причиной старения населения развитых стран Европы» и «По статистическим данным за 2015 г., в США на 1 тыс. населения смертность составила 8,4 человека — больше, чем в 2014 г.» не относит к проявлению понятия «естественное движение населения»; примерно столько же экзаменуемых ошибочно относят информацию о половом составе населения к процессу естественного движения населения: «В Германии, где после Второй мировой войны женщин было значительно больше, чем мужчин, в настоящее время численность мужчин и женщин почти сравнялась».

Требования ФК ГОС достигнуты лишь участниками ЕГЭ с хорошей и отличной подготовкой.

В заданиях на объяснение демографической ситуации отдельных стран требовалось на основе анализа статистических данных половозрастных диаграмм и графика прогнозируемых изменений рождаемости и смертности ответить на вопрос «Почему в отдельно взятой стране после 2030 г. при сохранении суммарного коэффициента рождаемости таким же, как в 2020 г., прогнозируются показанные на графике изменения рождаемости и смертности?» Дать полный и правильный ответ, т.е. выявить взаимосвязь между рождаемостью и численностью (долей) женщин в возрастной структуре и географическими особенностями воспроизводства населения и возрастной структурой

населения, смогли 40–45% экзаменуемых, причём 11% участников из слабой группы, приступивших к выполнению (это результат выше прошлогоднего).

Умение определять по разным источникам информации (диаграмме, таблице) географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений проверялось в *задании 21*. Определить миграционный прирост населения по данным о числе прибывших и числе выбывших смогли 77% экзаменуемых (прошлогодний результат — 80–85%), применить знание понятий «экспорт» и «импорт» для анализа особенностей географии внешней торговли отдельных регионов России на основе представленных в таблице данных об их внешнеторговых связях смогли столько же, сколько и в прошлом году (75–80% экзаменуемых). Это умение не сформировано лишь у экзаменуемых из группы со слабой подготовкой. Умение находить информацию, необходимую при изучении географических объектов и явлений, оценке обеспеченности территорий человеческими ресурсами, проверялось в экзаменационной работе 2021 г. в задании повышенного уровня сложности, в котором требовалось определить по абсолютным данным показатель естественного прироста населения в расчёте на 1000 жителей. С этим заданием справились примерно 61% экзаменуемых (в работе 2020 г. 63% участников экзамена). Это умение также не сформировано лишь у экзаменуемых группы со слабой подготовкой.

Умение анализировать информацию, необходимую при изучении географических объектов и явлений, оценке обеспеченности территорий человеческими ресурсами, проверялось в задании высокого уровня сложности, в котором требовалось вычислить значение показателя миграционного прироста региона по данным об изменении численности его населения по годам и соответствующим величинам естественного прироста. С этим заданием справились также примерно 62% экзаменуемых, это участники экзамена с удовлетворительной, хорошей и отличной подготовкой (прошлогодний результат — 65%). Следует отметить, что более трети экзаменуемых с удовлетворительной под-

готовкой набрали максимальное количество баллов — 2 балла. Почти все сильные участники ЕГЭ смогли получить 2 балла в *заданиях 33, 34*. Можно предположить, что многие экзаменуемые со слабой подготовкой так и не приступали к выполнению этих заданий. Невысокие результаты приступивших к выполнению участников из слабой группы свидетельствуют о непонимании сути относительных статистических показателей, неспособности большей части экзаменуемых применить имеющиеся у них знания и умения для получения новых данных.

Всех экзаменуемых можно разделить на четыре группы, соответствующие привычным школьным отметкам: группа 1 (не преодолевшие минимального балла) — неудовлетворительная подготовка (0–10 баллов); группа 2 — удовлетворительная подготовка (11–31 балл); группа 3 — хорошая подготовка (32–42 балла); группа 4 (высокобалльники) — отличная подготовка (43–47 баллов).

Анализ ответов *экзаменуемых с неудовлетворительной подготовкой* позволяет сделать вывод о том, что у них не сформировано ни одно из проверяемых на экзамене умений по разделам «Источники географической информации» и «Природа Земли и человек», не сформировано понятие о рациональном природопользовании; они не знают, как определяется показатель ресурсообеспеченности стран полезными ископаемыми, и считают, что этот показатель определяется только величиной разведанных запасов. К основным недостаткам подготовки экзаменуемых с неудовлетворительной подготовкой можно отнести неспособность применять знания и умения в изменённых и новых ситуациях, недостаточную сформированность умений анализировать информацию, представленную на рисунках, в схемах, диаграммах, таблицах.

Типичные ошибки экзаменуемых с неудовлетворительной подготовкой при определении показателя ресурсообеспеченности стран связаны с тем, что они считают этот показатель определяемым или величиной разведанных запасов, или объёмами добычи. Для предупреждения таких ошибок можно порекомендовать предложить обучающимся выполнить задание,

которое некоторым из них может показаться проблемным: «Объясните, почему показатель ресурсообеспеченности мирового хозяйства нефтью к концу 2020 г. увеличился на четыре года по сравнению с 2019 г., притом что величина разведанных запасов не изменилась».

Всего 12% экзаменуемых из этой группы справились с заданиями линии 16, в которых требовалось на основе анализа статистических данных указать регионы, где наблюдался рост численности населения в рассматриваемый в заданиях период.

На основе анализа данных приведённой ниже таблицы укажите регионы, в которых в период с 2016 по 2018 г. ежегодно происходило увеличение объёмов сельскохозяйственного производства. Запишите **цифры**, под которыми указаны эти регионы.

Динамика объёмов сельскохозяйственного производства (в % к предыдущему году)

Регион	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1) Псковская область	119,8	112,0	100,4
2) Курская область	112,5	108,5	103,1
3) Республика Северная Осетия — Алания	90,9	97,1	108,8
4) Республика Карелия	89,9	91,0	102,9

Очевидно, что участники ЕГЭ, указывающие в качестве правильного ответа к этому заданию Республику Карелия и Республику Северная Осетия — Алания, не понимают сущности относительных статистических показателей. Для исключения подобных ошибок достаточно объяснить обучающимся, что значение показателя более 100% означает прирост объёмов по сравнению с предыдущим годом, и, наоборот, любое значение показателя менее 100% означает уменьшение объёмов производства.

Участники ЕГЭ с неудовлетворительной подготовкой не продемонстрировали достижение ни одного из требований ФК ГОС, проверяемых на ЕГЭ по географии по разделу «Страноведение». Следует отметить, что лучше других заданий раздела «Страноведение» примерно треть участников этой группы экзамена выполнила задание 18, проверяющее знание столиц, а наибольшую трудность вызвали задания на определение страны по совокупности признаков (11%). Знание многих

особенностей стран: столицы, природно-ресурсного потенциала, государственного устройства и т.п. — контролировалось и в задании 11 — всего лишь 28% верных ответов у представителей этой группы. Главным недостатком экзаменуемых с неудовлетворительной подготовкой является неспособность ими применить имеющиеся знания и умения даже в незначительно изменённых ситуациях.

Для наименее подготовленных обучающихся можно рекомендовать обозначение на контурной карте крупных стран и их столиц; чтение и анализ графиков, диаграмм с демографическими показателями; составление таблиц с ранжированием стран «первые десять стран по размерам территории, численности населения»; «страны, в которых её столица не самый крупный город», «страны, большинство верующих которых исповедуют ислам (буддизм)» и т.д.

Участники ЕГЭ с неудовлетворительной подготовкой не продемонстрировали достижение ни одного из требований ФК ГОС, проверяемых на ЕГЭ по географии по разделу «Мировое хозяйство». Примерно 27% (прошлогодний результат — 30%) из числа участников экзамена с низким уровнем подготовки знают различия в уровне социально-экономического развития в группе развитых и развивающихся стран. Возможно, большее число участников экзамена с низким уровнем подготовки не усвоило различия в уровне развития внутри группы развивающихся стран.

Участники экзамена с низким уровнем подготовки не усвоили знание особенностей размещения основных отраслей мирового хозяйства, проверяемое на повышенном уровне (14%). При подготовке к экзамену следует уделить особое внимание работе с различными тематическими картами атласа (7-й и 10-й классы), анализу статистических материалов, которые имеются в большинстве учебно-методических комплексов, выявить страны — лидеры по производству основных видов промышленной и сельскохозяйственной продукции, составить картосхемы и диаграммы, отражающие лидирующее положение в мировом хозяйстве США, Китая, России.

Участники экзамена с неудовлетворительной подготовкой на ЕГЭ 2021 г. не продемонстрировали достижение ни одного из требований ФК ГОС, проверяемых по разделу «Население мира». Это означает, что ни один из числа экзаменуемых из этой группы не имеет географических знаний или что у них не сформированы предметные умения.

Знания экзаменуемых, сдававших ЕГЭ по географии, и относящихся к этой группе, фрагментарны, часто основаны на обыденных представлениях. Наилучший результат зафиксирован при выполнении задания 15, контролирующего сформированность умения распознавать явления, а также при выполнении задания 8, в котором почти треть участников экзамена с неудовлетворительной подготовкой продемонстрировала умение сравнивать географические особенности воспроизводства населения, различия в уровне и качестве жизни населения развитых и развивающихся стран.

Лишь 14% экзаменуемых с низким уровнем подготовки продемонстрировали знание особенностей размещения населения мира. В ходе текущего обучения и подготовки к экзамену у обучающихся необходимо сформировать пространственное представление о размещении населения мира. Знание густо- и слабозаселённых территорий мира и сформированность пространственного представления позволят обучающимся со слабой подготовкой верно выполнить задания, проверяющие умение оценивать территориальную концентрацию населения мира и не требующие запоминания конкретных цифр.

Примерно у 38% участников экзамена с низким уровнем подготовки (в 2020 г. у 27% из числа экзаменуемых) сформировано умение выделять существенные признаки таких географических явлений, как воспроизводство и миграция населения, урбанизация. Результат выполнения заданий линии 15 является самым высоким по теме «Население мира» этой группы экзаменуемых.

Одним из основных недостатков подготовки экзаменуемых из этой группы является недостаточная сформированность базовых умений работать с источниками географической информации. Умение

определять по разным источникам информации (диаграмме, таблице) географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений проверялось в заданиях 21. У большинства экзаменуемых с неудовлетворительной подготовкой (примерно 88%) умение не сформировано.

Для экзаменуемых с низким уровнем подготовки (результаты выше минимального балла, но не превышают 60 тестовых баллов) по разделам «Источники географической информации» и «Природа Земли и человек» в основном сформировано знание основных географических закономерностей изменений температуры воздуха и атмосферного давления в зависимости от абсолютной высоты местности, геологических изменений в истории Земли. В данной группе в основном сформированы умения: определять географические координаты; извлекать информацию из географической карты, представленную способом изолиний; использовать таблицы и диаграммы для определения миграционного прироста или экспорта-импорта территории; владеть понятиями «миграционный прирост» и «экспорт-импорт»; определять разницу во времени по карте часовых зон; определять расстояния по топографической карте, используя масштаб; определять азимут по топографической карте (повышенный уровень сложности); строить профиль рельефа местности.

В разделе «Природопользование и геоэкология» типичные пробелы в подготовке связаны с недостаточным пониманием взаимосвязей между компонентами природы и деятельностью человека в конкретных географических условиях. Причины такого недостаточного понимания часто связаны с незнанием технологических особенностей различных видов хозяйственной деятельности — сельского хозяйства, промышленности, транспорта и т.д., поэтому важное значение имеет акцентирование внимания на таких особенностях. При работе с этой группой экзаменуемых рекомендуется предусмотреть задания, требующие объяснения тех или иных фактов или явлений окружающей действительности, которые могут выполняться коллективно и с помощью учителя. Так, можно разобрать

следующее задание: «Одним из основных источников поступления парникового газа метана в атмосферу специалисты считают сельское хозяйство. Объясните, почему и животноводство, и растениеводство являются источниками поступления метана в атмосферу».

Одним из существенных недостатков подготовки этой группы экзаменуемых по разделу «География России» является слабое знание регионов и центров размещения основных отраслей хозяйства.

Например, с ниже представленным заданием в этой группе справилось всего немногим более 30% экзаменуемых.

*Какие три из перечисленных городов России являются центрами выплавки алюминия? Запишите в таблицу **цифры**, под которыми указаны эти города.*

- 1) Братск
- 2) Ростов-на-Дону
- 3) Новокузнецк
- 4) Липецк
- 5) Магнитогорск
- 6) Красноярск

Анализ результатов выполнения заданий по разделу «Страноведение» выявил, что у данной группы участников экзамена умение выделять существенные признаки географических объектов и явлений в основном сформировано. Результаты выполнения задания 24 экзаменационной работы в 2021 г. несколько хуже, чем в 2020 г.: (40 и 45% соответственно). Знание столиц крупных государств этой группой участников экзамена низкое — 54%. Знания государственного устройства, географического положения, особенностей природы, населения и хозяйства крупных стран, проверяемые в задании 11, также не усвоены: результат выполнения участниками из этой группы — 50%.

В разделе «Мировое хозяйство» участники ЕГЭ с удовлетворительной подготовкой в основном продемонстрировали (65%): знание особенностей отраслевой и территориальной структуры мирового хозяйства, умения определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений; знание особенностей

размещения основных отраслей мировой промышленности и мирового сельского хозяйства (проверяемое на повышенном уровне) усвоили 40%; умения определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений — 65%.

Группа участников ЕГЭ с удовлетворительной подготовкой не в полной мере справляется с заданиями с развёрнутым ответом, требующими применения знаний в незнакомой ситуации. Более высокие результаты участники из этой группы продемонстрировали при выполнении задания 31. Необходимо в процессе подготовки выделить простые связи между двумя элементами, которые доступны для усвоения этой группой экзаменуемых, например: отрасль хозяйства — фактор размещения; территория — особенность ЭГП — отрасль промышленности. Это может способствовать запоминанию фактов.

В группе участников с удовлетворительной подготовкой по основным вопросам раздела «Население мира» основные знания усвоены, умения сформированы. Так, умение распознавать основные демографические и социально-экономические процессы и явления сформировано у 69% участников экзамена, исключением является лишь умение оценивать территориальную концентрацию населения мира, сформированность которого продемонстрировало чуть более половины экзаменуемых из этой группы — 57%, что несколько превышает показатели выполнения заданий этой позиции прошлых лет (53%). Однако умение сравнивать плотность населения отдельных стран сформировано лишь у участников с хорошей и отличной подготовкой.

Участники ЕГЭ с хорошей и отличной подготовкой в основном хорошо овладели всеми проверяемыми в экзаменационной работе знаниями и умениями по разделам «Источники географической информации» и «Природа Земли и человек», что проявляется в уверенном использовании знаний общих географических закономерностей, процессов и явления, происходящих в геосферах, географических особенностей распространения тепла и влаги на Земле, особенностей климата материков

и России, расположения климатических поясов, объектов литосферы и гидросферы России и мира.

Представители данной группы на достаточно высоком уровне владеют умениями: применять основные географические понятия и термины, знания о движениях Земли для сравнения продолжительности светового дня в зависимости от даты и географического положения и для определения различий во времени с использованием знаний о часовых зонах; использовать знания для объяснения реальных жизненных событий и ситуаций, существенных признаков географических объектов и явлений — особенностей компонентов природы отдельных территорий.

Анализ ошибок по разделу «Страноведение» у экзаменуемых из группы с хорошей подготовкой позволяет выявить недостатки знаний особенностей географического положения и природы крупных стран. Так, задания линии 24, нацеленные на проверку усвоения этих знаний, вызвали затруднение у экзаменуемых из этой группы (всего 88% успешного выполнения участниками с отличной подготовкой). Вместе с тем они продемонстрировали высокий уровень освоения требований стандарта, касающихся знания и понимания географической специфики наиболее крупных стран мира, особенностей их природно-ресурсного потенциала, населения, хозяйства.

Группа экзаменуемых с хорошей подготовкой продемонстрировала усвоение знаний и сформированность умений по многим темам раздела «Мировое хозяйство». Они хорошо знают фактологический материал, понимают различия в отраслевой структуре хозяйства, базирующиеся на типологических особенностях стран, а также обладают умениями: выделять существенные признаки географических объектов и социально-экономических явлений; определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений; применять свои знания для выполнения типовых заданий на объяснение особенностей хозяйства отдельных территорий.

В заданиях, где требовалось объяснить особенности размещения промышленных

предприятий, 35–37% этой группы экзаменуемых смогли дать полное правильное объяснение размещения (две причины — 2 балла), и ещё 35–37% смогли указать одну причину (1 балл). Традиционно высокие результаты по таким отраслям промышленности, как лесная и целлюлозно-бумажная, металлоемкое машиностроение. Наибольшие затруднения экзаменуемых вызывают задания, опирающиеся на применение знаний по такой теме, как «Металлургия».

Участники ЕГЭ с хорошей и отличной подготовкой демонстрируют овладение всеми требованиями ФК ГОС по разделу «Население мира».

Участники ЕГЭ с хорошей подготовкой имеют в целом достаточно высокий уровень знаний, и характер допускаемых ими ошибок позволяет предположить, что в некоторых случаях имеет место непонимание или неправильное понимание ими смысла высказываний, истинность которых требуется определить в задании; это связано зачастую с недостаточным уровнем у части экзаменуемых из этой группы читательской грамотности.

Для того чтобы определить, какие из высказываний являются верными, необходимо внимательно прочитать и осмыслить каждое них. Поэтому для экзаменуемых из этой группы важно развивать на предметном географическом материале такой аспект читательской грамотности, как умение построения логических выводов и оценки на основе личных знаний. Примеры таких заданий можно найти не только как в действующих УМК, так и в «открытых» вариантах КИМ ЕГЭ:

«По данным ООН, за период с 1990 по 2020 г. мир потерял 178 миллионов гектаров леса. Многие экологи считают, что обезлесение является одной из причин глобального потепления. Назовите звенья цепочки связей между обезлесением Земли и глобальным потеплением».

«К мерам по предотвращению глобального потепления, которые должны быть осуществлены в ближайшее время, относится обеспечение производства не менее 30% электроэнергии в мире с использованием энергии солнца и ветра. Назовите звенья цепочки связей между использованием ВИЭ в электроэнергетике и сдерживанием глобального потепления».

Участники ЕГЭ с высоким уровнем подготовки демонстрируют овладение всеми требованиями образовательных стандартов. Они обладают развитым аналитическим мышлением, способны применить имеющиеся у них знания для решения субъективно новых задач.

При подготовке к экзамену необходимо внимательное повторение всего материала, входящего в содержание экзаменационной работы. Вместе с тем следует более пристальное внимание сосредоточить на тех вопросах, наиболее часто вызывающих затруднения у участников экзамена, с которыми связаны типичные ошибки различных групп экзаменуемых.

Подготовка обучающихся к ЕГЭ по географии не должна сводиться к «натаскиванию» на выполнение различных заданий. Участник ЕГЭ в первую очередь должен не просто знать факты (площадь и численность населения стран, уровень урбанизации, значения ИЧР, показателей воспроизводства населения и т.п.), а уметь применять знания (например, о типологических чертах стран, о географических закономерностях для выявления и объяснения особенностей разных территорий). Эти результаты должны целенаправленно достигаться на протяжении изучения всего курса географии в школе. С этой целью необходимо более широкое использование на уроках анализа событий, средств массовой информации. Время, необходимое для включения в образовательный процесс названных выше видов деятельности, рекомендуется выделять за счёт сокращения времени, отводимого на репродуктивные виды деятельности обучающихся, в том числе пересказ изученного ранее материала.

Участники ЕГЭ с неудовлетворительной подготовкой не имеют системы знаний и не обладают умениями, необходимыми для экзаменуемых средней школы. Для повышения уровня их географической подготовки можно использовать наиболее простые задания, которые легко поддаются алгоритмизации, в частности определение географических координат. Для этого целесообразно использовать разнообразные средства обучения: глобус, географические карты различных проекций. Можно предлагать вопросы типа: «На каком

материке может быть расположен пункт, если он имеет северную широту и западную долготу, южную широту и восточную долготу?»

В процессе обучения необходимо обращать внимание на расположение географических объектов относительно экватора и нулевого меридиана, сравнивать расстояние между ними. Работая с понятиями «географическая широта» и «географическая долгота», нужно обращаться к их сущности — расстоянию от экватора или нулевого меридиана до нужной точки.

Обучающимся с низким уровнем подготовки по силам усвоить закономерности изменения температуры воздуха и атмосферного давления с высотой. Использование иллюстративного материала, демонстрация связи научного знания и повседневной жизни дадут положительный эффект. Целесообразно стремиться к тому, чтобы эти закономерности были не выучены, а самостоятельно выведены. Представляется, что при повторении материала в старших классах установление межпредметных связей с физикой даст положительный эффект. Постоянное обращение к этим аспектам при изучении или повторении разных географических вопросов — климат материков и России, особенности жизни и хозяйствования в высокогорьях и т.п. — может помочь сформировать и закрепить понятия атмосферного давления и температуры воздуха, а также понять причины изменения этих показателей с высотой.

Обучающиеся из слабой группы должны работать над формированием представлений о размещении природных объектов России и мира, о распространении природных процессов и явлений. Наиболее простым представляется размещение географических объектов. Постоянное обращение к картам атласов и контурным картам, нанесение на них крупных островов, полуостровов, рек, горных систем, океанических течений могут способствовать созданию своеобразной ментальной карты мира и России. При изучении / повторении курсов географии материков и России может быть полезно заполнение контурных карт, описание с помощью карт географического положения территорий или объектов.

Первым шагом на пути освоения умения работы с картой должно быть определение её масштаба. При формировании данного умения возможно установление межпредметных связей с математикой. Полезным будет повторение правил округления чисел, соотношения различных единиц измерения расстояний и их перевода из одной в другую.

Обучающиеся с удовлетворительной подготовкой по результатам ЕГЭ владеют практически всеми умениями по разделу «Источники географической информации». Однако для их совершенствования рекомендуется обратить внимание на умения определять азимут на предмет и строить профиль рельефа местности. Наибольшую трудность у всех экзаменуемых вызывает определение азимута направления от 180° до 360° , а также менее 90° . Требуется особая работа по формированию понятия «азимут направления», каждый признак понятия должен быть понятен обучающимся.

Для обучающихся с удовлетворительной подготовкой, которые могут построить профиль рельефа местности, целесообразно тренироваться в построении профиля в масштабе, отличающемся от карты, и вместе с тем иметь в арсенале как можно больше признаков, которые позволяют определить особенности рельефа местности на каждом участке фрагмента топографической карты. Это позволит большей части обучающихся из этой группы получить 2 балла за построение профиля. Особенно тщательно надо подходить к определению пределов высот (самой высокой и самой низкой) на участке местности, а также к определению крутизны склонов.

Для повышения качества географической подготовки этой группы следует обратить внимание на взаимосвязь влажности воздуха и его температуры. В процессе овладения материалом полезно использовать межпредметные связи с физикой. Для того чтобы эти знания не оказывались оторванными от жизни, целесообразно обращаться к ним при изучении других тем курсов географии, например таких, как климат (климатообразующие факторы), погода).

Для усвоения темы «Земля — планета Солнечной системы. Движение Зем-

ли» обучающимся с удовлетворительной подготовкой следует делать упражнения по выявлению различий в освещённости и полуденной высоте Солнца Северного и Южного полушарий в дни солнцестояний.

При изучении географии России целесообразно выходить на практические вопросы: различия затрат на освещение улиц и домов в тёмное время суток в разных регионах, особенности жизни и работы населения в регионах, в которых наблюдается полярный день.

Одним из пробелов в географической подготовке экзаменуемых является недостаточная сформированность умения чётко и ясно, с применением необходимых географических терминов излагать свои мысли. Это умение в полной мере сформировано лишь у экзаменуемых с высоким уровнем подготовки. Необходимо специально обучать учеников на уроках географии навыкам формулировать свои мысли, приводить аргументы, рассуждать. Для успешной подготовки к ЕГЭ необходимо овладение базовыми понятиями, соединение их в систему по темам. При работе над понятиями большая роль принадлежит самостоятельной работе обучающихся с различными источниками информации. Например, изучение различий между половодьем и паводком возможно с использованием графиков или диаграмм изменения уровня воды в реках в течение года.

У обучающихся с хорошей подготовкой проблемы часто связаны с применением понятий, входящих в одну систему знаний. При подготовке могут быть использованы методические приёмы, цель которых — научить обучающихся различать эти понятия. Можно использовать задания на выявление черт сходств и различий указанных понятий. Не рекомендуется делать акцент только на различиях понятий. Выявление и черт сходства, и черт различия позволит более глубоко усвоить систему понятий определённой темы, определить в ней место каждого из понятий. Так, для отработки понятий «рациональное природопользование» и «нерациональное природопользование» можно порекомендовать включать в образовательный процесс соответствующие

задания при изучении как отраслевого, так и регионального разделов курса «География России». Так, например, при изучении темы «Электроэнергетика» можно предложить задание: «Объясните, почему строительство малых ГЭС является примером рационального природопользования, а строительство крупных ТЭС таким примером не является», а при изучении темы «Комплекс конструкционных материалов» — «Объясните, почему создание систем использования отходов производства является примером рационального природопользования». Продолжить формирование понятия необходимо при изучении курса «Экономической и социальной географии мира». Например, при изучении темы «География отраслей мирового хозяйства» можно предложить обучающимся задание: «Объясните, почему развитие производства электроэнергии с использованием энергии солнца и ветра является примером рационального природопользования, а вырубка тропических лесов для расширения площади плантаций масличной пальмы таким примером не является».

Экзаменуемые с высоким уровнем подготовки демонстрируют владение всеми умениями, проверяемыми КИМ ЕГЭ. Для совершенствования их подготовки целесообразно выполнять упражнения, нацеленные на отработку физико- и экономико-географических понятий, относящихся к различным областям науки, и практиковать использование заданий на установление причинно-следственных (пространственно-временных) связей между природными процессами (явлениями) для объяснения особенностей их проявления на определённых территориях.

Представляется, что некоторые ошибки, которые допускают все группы экзаменуемых, связаны с невнимательным прочтением текста задания. Для устранения возможности появления таких ошибок имеет смысл познакомить обучаемых со специальными приёмами, позволяющими им проявить понимание задачи: переформулировать задание, объяснить другу суть вопроса, записать план выполнения задания и т.п. Часто ошибки при решении задач на определение географических координат, сравнение высоты солнца или

продолжительности дня связаны с тем, что обучаемые не понимают сути вопроса. Для того чтобы таких проблем не возникало, можно предложить им составить типологию возможных заданий и алгоритмов их решения. В ряде случаев может помочь представление задания в форме, аналогичной математической задаче.

При подготовке к вопросам, связанным с экологией и охраной природы, необходимо уделить особое внимание выполнению заданий, в которых требуется критически отнестись к правильности высказываний. Важно понимать, как различные виды хозяйственной деятельности могут влиять на компоненты природных комплексов.

Какие из следующих высказываний верны? Запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) Одним из факторов усиления парникового эффекта является повышение содержания углекислого газа в воздухе.
- 2) Вырубка деревьев на склонах речных террас способствует развитию водной эрозии.
- 3) Перевод ТЭС с природного газа на бурый уголь способствует уменьшению загрязнения атмосферы.
- 4) Расчистка русел малых рек повышает риск возникновения наводнений на них во время паводков.
- 5) Оттаивание многолетней мерзлоты в зоне тундры может приводить к повреждениям трубопроводов.

Зачастую ошибки при выполнении этого задания связаны с неверным отношением первого высказывания к числу неверных, четвёртого — к числу верных. С учётом того, что абсолютное большинство экзаменуемых знает о роли CO_2 в парниковом эффекте и понимает механизм возникновения наводнений, можно сделать вывод о непонимании смысла словосочетаний «фактор усиления» и «риск возникновения».

При организации учебного процесса следует формировать у обучающихся «комплекс практико-ориентированных географических знаний и умений, необходимых для развития навыков их

использования для решения проблем различной сложности в повседневной жизни».

Так, для создания пространственных представлений о распределении тепла и влаги по поверхности Земли следует использовать тематические карты для решения конкретных задач. Работа должна быть проведена и для самостоятельного наблюдения за проявлением широтной зональности, и для выявления аazonальности в распределении тепла и влаги по поверхности Земли.

Также важно формировать пространственное представление о положении стран на карте мира. Для устранения ошибок можно порекомендовать акцентировать внимание обучающихся на развитии представления пространственного положения некоторых стран на географической карте.

Важной опорой на экзамене должны служить справочные материалы, включённые в КИМ ЕГЭ (контурные политическая карта мира и карта федеративного устройства Российской Федерации), которые служат инструментом для решения многих задач.

Необходимо обратить внимание всех групп экзаменуемых, что для успешного выполнения задания 9 на сравнение плотности населения отдельных регионов нашей страны важно представлять положение на карте регионов, указанных в условии. Необходимо объяснить, что найти их положение на карте можно с помощью карты федеративного устройства России, имеющейся в прилагаемых к КИМ справочных материалах. Для формирования представления о положении на карте трёх основных полос расселения России можно предложить участникам ЕГЭ нанести на контурную карту их границы и дать задание с помощью атласа составить список регионов России, расположенных в их пределах.

Для устранения допущенных ошибок целесообразно для запоминания расположения на карте нескольких наиболее густонаселённых и слабозаселённых территорий Земли давать тренировочные задания как в вербальной форме, так и с использованием карты. Важно с помощью карт атласа составить список стран, рас-

положенных в пределах густо- или слабозаселённых территорий. Следует помнить, что есть возможность использовать включённые в КИМ справочные материалы (контурные карты — политическая карта мира с показанными на них государствами).

В 10-м классе рекомендуется изучение вопросов географии населения проводить с опорой на анализ как политических карт, так и карт, отражающих особенности природы территории — физических, климатических. Умение работать с географическими картами различного содержания должно стать объектом особого внимания при проверке и оценке образовательных достижений обучающихся.

Диагностика уровня подготовки будущих экзаменуемых, планирующих сдавать ЕГЭ по географии, при выполнении ВПР-11 может позволить своевременно выявить пробелы в знаниях и предпринять необходимые меры, направленные на преодоление наиболее значимых недостатков в географической подготовке различных групп.

Так, своевременная диагностика позволяет выявить недостаточную сформированность умений, которые не являются предметными: умения использовать такие понятия, как «доля», «процент», «промилле»; округлять числа. Многие ошибки экзаменуемых с неудовлетворительной подготовкой при выполнении заданий связаны с неправильным округлением результатов вычислений. Необходимо для отработки этого важного метапредметного умения давать расчётные задания на различном содержании.

Возможные ошибки у различных групп участников экзамена связаны с недостаточным умением использовать источники информации для решения практических задач. Так, при решении задач на определение естественного прироста и миграционного прироста населения необходимо акцентировать внимание обучающихся на правильное «считывание» информации из таблиц и условия задания.

Существенным резервом улучшения подготовки экзаменуемых является повышение уровня сформированности умения оперировать статистическими показателями (продолжительность жизни

населения, рождаемость, смертность, естественный прирост и др.). Несформированность этого умения во многих случаях объясняется отсутствием в распоряжении учителя материалов, необходимых для организации соответствующих практических работ.

Важно донести до обучающихся, что правильное решение подразумевает приведение в своём ответе правильных математических действий с указанием знака %. Также важно запомнить, что, записывая ответ, при получении отрицательного результата вычислений необходимо в ответе записать знак «-» или написать «миграционная убыль».

Умение определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений не сформировано у участников экзамена с неудовлетворительной подготовкой (16%). Повышению результативности выполнения подобных заданий будет способствовать включение в образовательный процесс не только анализа аналогичных статистических материалов, но и разъяснения, что любое значение показателя более 100% означает прирост объёмов по сравнению с предыдущим годом, и наоборот, что любое значение показателя менее 100% означает уменьшение объёмов производства.

Необходимо систематически проводить работу по классификации стран, указанных в приложении учебника, использовать задания по разделению списка стран на различные группы. При изучении современной политической карты мира следует обратить внимание обучающихся на признаки, на основе которых группируются страны.

Целесообразно последовательно задать следующие вопросы.

1) *Какие страны входят в первую десятку стран по размерам территории и по численности населения?*

2) *Назовите самые крупные страны по размерам территории и по численности населения на каждом материке.*

3) *В каких странах столица не самый крупный город?*

4) *В каких крупных странах климат тропический (или любой другой)?*

Можно рекомендовать обучающимся систематизировать свои знания по государственному устройству крупных стран, полученные из школьных курсов истории, обществознания и географии. При подготовке к экзамену нужно уделить особое внимание работе с различными тематическими картами атласа (7-й и 10-й класс), анализу статистических материалов, которые имеются в большинстве учебно-методических комплексов, самостоятельно выявить страны-лидеры по производству основных видов промышленной и сельскохозяйственной продукции, выявить различия в расселении и освоении в различных частях крупных стран.

Важно акцентировать внимание обучающихся и на повторении особенностей географического положения и природы крупных стран, например полуостровов, островов, являющихся частью их территории. При этом необходимо актуализировать знания из курса географии 7-го класса в региональной части курса 10–11-х классов.

Целесообразно последовательно задать следующие вопросы.

1) *Для каких европейских стран характерен морской климат?*

2) *Какой климат на большей части территории Китая, Пакистана?*

3) *Какая часть территории Австралии наиболее заселена?*

4) *Какие страны мира самые высокогорные?*

Рекомендуется также предложить обучающимся выполнить практические работы по определению хозяйственной специализации отдельных стран, находящихся в разных климатических поясах, с различными особенностями рельефа.

В целях устранения ошибок, допускаемых участниками экзамена при выполнении заданий на применение типологических знаний о странах, необходимо развивать умение не только сравнивать показатели, характеризующие население двух групп стран: развитых и развивающихся, но и устанавливать черты сходства и различия населения стран внутри самих групп.

Для устранения ошибок при установлении правильной последовательности целесообразно отработать на уроках

умение ранжировать страны по степени убывания или возрастания какого-либо показателя с использованием заданий базового уровня. Необходимо использовать различные источники (статистические, интернет-ресурсы) для поиска и анализа социально-экономических и демографических показателей, характеризующих развитые и развивающиеся страны.

На уроках обобщающего повторения для закрепления изученного материала можно порекомендовать задания на установление соответствия: страна размещения отрасли промышленности или страна — крупный производитель и экспортёр продукции и регион, в котором она находится.

При подготовке к экзамену необходимо формировать и совершенствовать умение применить знания об особенностях природы, освоенных при изучении отдельных стран и регионов курса «География материков», о густо- и слабозаселённых территориях мира, о зональной специализации сельского хозяйства страны, формируемые под воздействием особенностей географического положения, природы отдельных стран и регионов. Для закрепления знания географических особенностей крупных стран рекомендуем выполнение заданий из раздела «Регионы и страны мира» открытого банка заданий ЕГЭ.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 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 Арменаковна**

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

**Мазяркина
Татьяна Вячеславовна**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики, член комиссии по разработке КИМ для ГИА по биологии, maz.tv@mail.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по биологии, основные результаты ЕГЭ по биологии в 2021 г., статистические характеристики заданий, анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, изменения КИМ ЕГЭ-2022 по биологии.

В основу разработки КИМ ЕГЭ по биологии в 2021 г. были положены:

- содержание биологического образования, отражённое в федеральном компоненте государственных образовательных стандартов основного общего и среднего (полного) общего образования (базовый и профильный уровни);
- содержание учебников биологии, допущенных Министерством просвещения Российской Федерации к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ основного общего и среднего общего образования.

Объектами контроля выступали биологические знания, предметные и общеучебные умения, навыки и способы деятельности, сформированные при изучении следующих разделов курса биологии: «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология». Такой подход позволил охватить проверкой основное содержание курса биологии и обеспечил валидность КИМ. В экзаменационной работе преобладали задания по разделу «Общая биология» (базовый и профильный уровни), поскольку в нём интегрируются и систематизируются наиболее значимые биологические знания и предметные умения, полученные на этапе освоения основного общего образования, а также рассматриваются ведущие биологические теории, законы и закономерности биологии, проявляющиеся на разных уровнях организации живой природы.

Приоритетной при конструировании КИМ 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 различного уровня 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 состоял из двух частей, включавших 28 заданий, различных по форме предъявления, уровню сложности и способам оценки. Задания в КИМ сгруппированы в зависимости от проверяемых видов учебной деятельности и в соответствии с тематической принадлежностью, отражённой в спецификации и кодификаторе.

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 слова (словосочетания), числа или последовательности цифр, записанных без пробелов и разделительных символов. Часть 2 состояла из семи заданий с развёрнутым ответом, предполагающих от двух до десяти элементов.

Часть 1 (1–21) включала в себя задания базового и повышенного уровней сложности с кратким ответом. Часть 2 (22–28) состояла из заданий высокого уровня сложности, требовавших развёрнутого ответа. Задания этой части работы были нацелены на выявление выпускников с хорошей и отличной биологической подготовкой.

Задания базового и повышенного уровней части 1 проверяли освоение биологических знаний и умений, составляющих инвариантное ядро содержания, отражённого в действующем стандарте

биологического образования. Наличие в работе заданий базового уровня (12 заданий) было направлено на проверку знания существенных элементов содержания курса биологии за основное общее и среднее общее образование, сформированности у выпускников предметных биологических компетентностей, овладение разнообразными видами учебной деятельности.

Задания повышенного (девять заданий) и высокого (семь заданий) уровней сложности были направлены на проверку углублённого (профильного) биологического содержания, что позволяло выявлять у выпускников готовность к продолжению обучения в высших учебных заведениях биологической направленности.

Проведённая ранее модернизация структуры и содержания КИМ ЕГЭ, появление разнообразных контекстных сюжетов в части 2 (задания линий 22, 25, 26) и конкретизация критериев оценивания развёрнутых ответов позволяют утверждать, что в экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2021 г. по биологии сложились полноценные линии заданий (2, 3, 6, 9, 15, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28), построенные в парадигме системно-деятельностного и компетентностного подходов (психолого-педагогической основы ФГОС). Данные модели заданий позволили проверять не только предметные знания и умения, но и метапредметные результаты обучения, в том числе познавательные универсальные учебные действия (умение формулировать цель, ставить задачи; выбирать способы по поиску информации и работе с ней; структурировать её, анализировать, синтезировать имеющиеся знания; устанавливать причинно-следственные связи; высказывать суждения; формулировать проблемы и находить способы их решения).

В 2021 году была сохранена модель экзаменационной работы ЕГЭ по биологии, используемая в предыдущие годы. Однако в структуре контрольных измерительных материалов 2021 г., по сравнению с прошлым годом, произошёл ряд качественных изменений: задания линий 25 и 26 содержали эвристические вопросы; в заданиях линии 28 стали разнообразнее сюжеты генетических задач на сцепленное наследование генов в аутосомах и половых хромосомах, а в условия этих задач окончательно

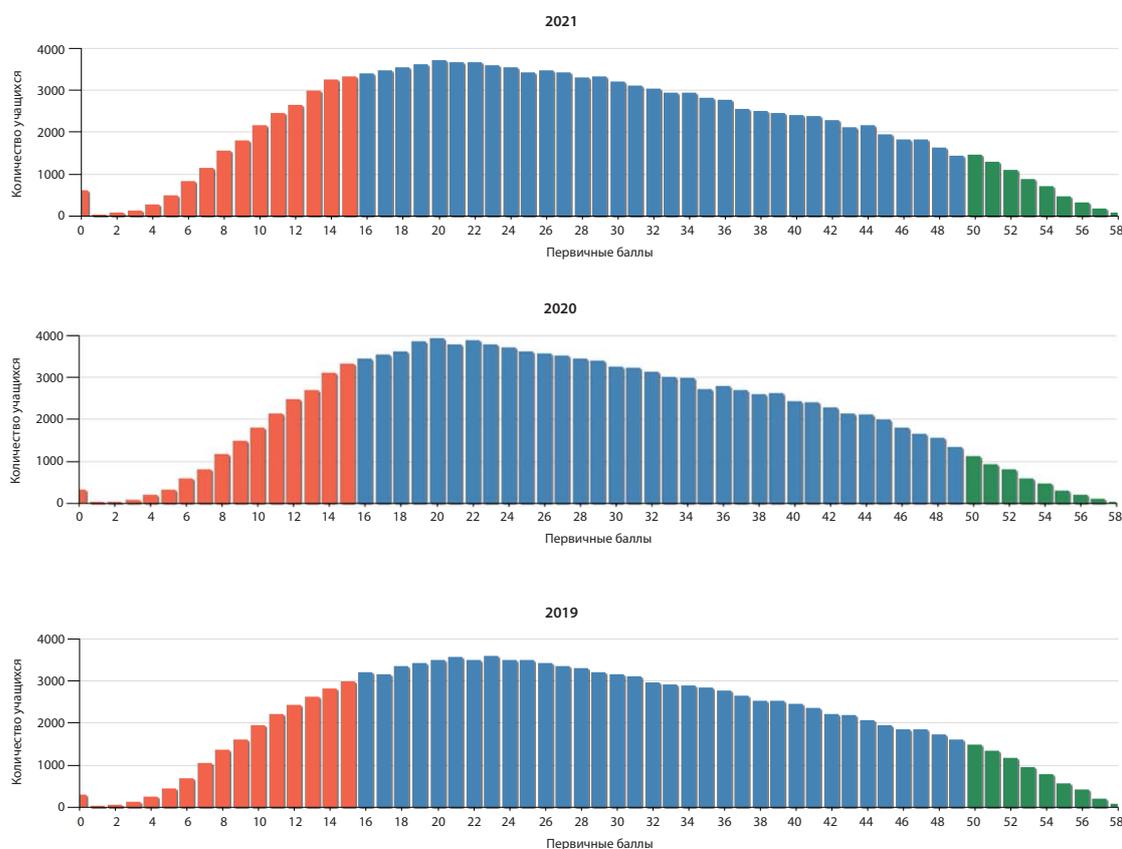


Рис. 1. Распределение первичных баллов ЕГЭ 2021–2019 гг. по биологии

были исключены исходные родительские генотипы — их необходимо было установить только в процессе анализа содержания задачи. Эти изменения в условиях заданий позволили проверять у участников экзамена не только умение находить адекватные ответы и способы решения, но и умения анализировать предложенные ситуации и находить верное решение. В остальных линиях КИМ изменения отсутствовали.

Экзамен по биологии востребован и входит в число самых популярных экзаменов по выбору. В ЕГЭ 2021 г. по биологии

приняли участие 129 905 человек, что больше, чем число участников в 2020 г. (124 931 человек), но несколько меньше числа участников экзамена в 2019 г. (136 386 человек).

Распределение результатов участников ЕГЭ 2021 г. по первичным баллам сопоставимы с результатами ЕГЭ 2020 и 2019 г. (рис. 1).

В 2021 году средний тестовый балл составил 51,28, что сопоставимо с аналогичными показателями прошлых лет (табл. 1). Сопоставимы и доли участников

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2021	51,28	3,59%	25,81%	39,70%	25,86%	5,05%
2020	51,23	2,85%	25,33%	41,92%	26,54%	3,61%
2019	51,51	3,85%	25,08%	39,63%	26,28%	5,43%

с результатами в каждом из приведённых в табл. 1 диапазонов тестовых баллов.

Минимальный балл в 2021 г., как и в предыдущие годы, составил 16 первичных баллов (36 тестовых баллов). Доля участников ЕГЭ по биологии, не набравших минимального количества баллов, в 2021 г. составила 18,28%, что сопоставимо с аналогичными показателями последних лет.

В 2021 году выполнили все задания экзаменационной работы и набрали 100 баллов 66 участников ЕГЭ.

Средние результаты выполнения заданий различного уровня сложности представлены в табл. 2.

Большинство участников экзамена справились с заданиями части 1 практически по всем разделам курса биологии, продемонстрировали умения решать простейшие биологические задачи по генетике и цитологии, заполнять схемы, анализировать биологический текст и определять нужную информацию, анализировать результаты экспериментов, представленные в виде таблиц, графиков, диаграмм, и делать правильные выводы. Результаты выполнения заданий базового уровня практически по всем темам курса биологии распределились в интервале 53–78%. В части 1 задания повышенного уровня сложности выполнили 46,6–56,5% участников экзамена.

Задания высокого уровня сложности части 2 проверяли освоение участниками биологических знаний и предметных умений, составляющих вариативную часть содержания биологического образования. С заданиями части 2 справились 13,7–39,9% участников. Следует отметить, что задания части 2 выполняют в основном участники с хорошей и отличной подготовкой.

Полученные результаты свидетельствует об овладении участниками экзамена как базовым, так и вариативным ядром содержания биологического образования, о сформированности основных биологических знаний, предметных и метапредметных умений.

Для получения наиболее полного представления об уровне биологической подготовки выпускников по всем проверяемым разделам курса биологии 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, выявлением затруднений и типичных ошибок, некоторые из которых повторяются из года в год.

Таблица 2

Базовый уровень		Повышенный уровень		Высокий уровень	
№ в КИМ	Ср.% вып.	№ в КИМ	Ср.% вып.	№ в КИМ	Ср.% вып.
1	70,6	5	52,7	22	32,9
2	52,9	8	53,1	23	30,4
3	64,1	10	49,3	24	39,9
4	65,9	13	49,4	25	13,7
6	65,3	14	47,2	26	20,0
7	60,3	16	53,3	27	28,4
9	62,7	18	56,5	28	30,4
11	78,4	19	46,6		
12	65,0	20	51,8		
15	67,4				
17	65,1				
21	70,5				

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

Содержание этого блока в части 1 проверялось заданием базового уровня (*линия 2*), которое оценивалось в 1 балл. В линии 2 предлагалось задание на работу с таблицей, в которую необходимо было вписать недостающую информацию. Задания линии 2 выполнили в среднем 52,9%.

Задания по теме «Биология как наука, её достижения, методы познания живой природы» выполнили в среднем 50% участников, по теме «Основные уровни организации живой природы. Общие признаки биологических систем» выполнили 55,2%.

Приведём примеры заданий, по которым получены самые низкие результаты.

Пример 1

Рассмотрите таблицу «Общие признаки биологических систем». Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный в таблице вопросительным знаком. (15,2%)

Признаки живого	Примеры
Эволюция	Филогенез рода Человек
?	Миграция деревенских ласточек как реакция на уменьшение длины светового дня

Ответ: *раздражимость*.

Пример 2

Рассмотрите таблицу «Методы биологических исследований». Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный в таблице вопросительным знаком. (25,5%)

Частнонаучные методы	Применение методов
Анализирующее скрещивание	Определение чистопородности собаки
?	Кратное увеличение числа хромосом у гибрида

Ответ: *полиплоидизация; полиплоидия*.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что у участников экзамена не сформированы знания о признаках живого, поэтому они не смогли соотнести конкретный пример с соответствующим признаком. Задания по методам биологических исследований также вызывают затруднения у участников экзамена, на что неоднократно обращалось внимание в методических рекомендациях последних лет.

Блок 2. Клетка как биологическая система

Данный блок в каждом варианте был представлен 4–5 заданиями: 2–3 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 *24, 27*).

В части 1 задания базового уровня *линий 1, 3, 4* выполнили от 60 до 80% участников. Умение анализировать и дополнять схему (*линия 1*) продемонстрировали 73,6%. Умение решать биологические задачи по цитологии (*линия 3*) на базовом уровне продемонстрировали 60,6–69,9% участников. Задание с множественным выбором (*линия 4*), в котором требовалось определить число хромосом в половой клетке, выполнили 70,8%. Следует также обратить внимание на то, что в заданиях линии 4 требуется выбрать «выпадающие характеристики», а не правильные ответы. Задания такого рода требуют сосредоточенности. Однако часто участники выбирают не «выпадающие» дистракторы, а правильные ответы, что существенно снижает результаты.

На базовом уровне большинство испытуемых продемонстрировало:

- знания: строения клеток прокариот и эукариот, химического состава клетки, строения и функций органоидов; процессов обмена веществ и энергии в клетке, генетического кода и его свойств; особенностей строения клеток организмов разных царств;
- умения: устанавливать взаимосвязь строения и функций органоидов клетки; дополнять схемы по строению и функциям клетки, обмену веществ в клетке; решать задачи по цитологии; определять нуклеотидный состав ДНК.

Чаще всего ошибочные ответы связаны с несформированностью понятий «гомологичные хромосомы» и «сестринские хромосомы», «строение молекулы ДНК». Так, 34% участников считают, что перед началом деления каждая хромосома состоит из четырёх молекул ДНК, очевидно, не различая понятий «молекула ДНК» и «цепи ДНК». Задачу базового уровня (*линия 3*) на определение числа молекул ДНК по числу хромосом в клетке выполнили только 49,6% участников. В качестве примера приведём содержание такого задания.

Пример 3

Сколько молекул ДНК содержится в ядре клетки перед началом митоза, если в исходной клетке содержится 104 хромосомы? В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: 208.

Задания повышенного уровня сложности *линии 5* на установление соответствия выполнили от 48 до 63% участников. Они продемонстрировали умения сравнивать энергетический и пластический обмен, фазы фотосинтеза, этапы энергетического обмена, строения и функций частей и органоидов клетки. Участники экзамена показали высокие результаты (выше 70% выполнения) и освоение на повышенном уровне следующих элементов содержания:

- взаимосвязь строения и функций органоидов клетки — основа её целостности (74,9%);
- обмен веществ и превращения энергии — свойства живых организмов; энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь (73,3%).

В то же время задание на установление взаимосвязи строения и функций органических веществ клетки выполнили только 21,9% участников. Многие участники посчитали ядро двумембранным органоидом, а не отдельной структурой клетки; образование воды в результате окисления отнесли к процессу фотосинтеза, а не к энергетическому обмену.

Задания *линии 19* на определение последовательности выполнили 32–49% участников. Несколько выше оказались результаты за задания *линии 20* на дополнение таблицы. С этими заданиями справились 48–52% участников. Они проде-

монстрировали не только знание учебного материала, но и умения устанавливать соответствие между признаками и органоидами клетки, определять последовательность процессов на клеточном уровне, анализировать и дополнять недостающую информацию в таблице.

В *части 2* содержание блока проверялось отдельными заданиями в *линиях 22, 23* или *24*, а также во всех вариантах *линии 27*. Задания успешно выполнены участниками с хорошей и отличной подготовкой.

В *линии 22* предлагалось одно задание по взаимосвязи строения и функций органоидов клетки. Его выполнение составило 34,6%. Полученные результаты свидетельствуют о хорошем уровне подготовки обучающихся по данной теме.

В *линии 23* предлагались задания с изображением фазы деления клетки. Его выполнение составило 18,2%, однако 3 балла получили только 6% экзаменуемых.

В *линии 24* были предложены два задания, предполагающие анализ текста на тему химического состава клетки и биосинтез белка. Задания выполнили от 29,8 до 38,0% экзаменуемых, что свидетельствует о хорошей подготовке участников экзамена.

Линия 27 традиционно была посвящена проверке умений применять знания по цитологии в новой ситуации при решении задач с использованием таблицы генетического кода, определять хромосомный набор клеток гаметофита и спорофита растений, число хромосом и число молекул ДНК в разных фазах деления клетки.

С этими заданиями справились 25,3–33,6% участников ЕГЭ 2021 г. Однако результаты выполнения по двум сюжетам существенно различаются. Так, задания на генетический код и матричный синтез в среднем выполнили 16–33% участников, а на определение числа хромосом и молекул ДНК в разных фазах деления клетки — 23–38,7%. В предыдущие годы результаты были противоположные. Введение понятий о 5'- и 3'-концах в молекулах ДНК и РНК существенно понизило уровень выполнения заданий с этим сюжетом. Тем не менее полученные результаты вполне соответствуют высокому уровню сложности.

В целом по блоку «Клетка как биологическая система» к числу слабо сформированных у участников ЕГЭ 2021 г. знаний и умений можно отнести:

1) знания особенностей строения хромосом, хромосомного набора клеток, молекул ДНК;

2) знания об изменении числа хромосом и числа молекул ДНК в разных фазах жизненного цикла клетки, фазах митоза и мейоза;

3) умения устанавливать взаимосвязи между строением и функциями неорганических и органических веществ клетки;

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

Блок 3. Организм как биологическая система

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

Анализ результатов показал, что у большинства участников экзамена сформированы знания об организме как биологической системе, умения решать генетические задачи различного уровня сложности, определять по рисунку стадии эмбрионального развития хордовых животных.

В части 1 задания базового уровня *линий 6* и *7* выполнили 60–65% участников. В *линии 6* предлагались задачи на моногибридное или дигибридное скрещивание, анализ родословных с определением вероятности проявления признака у потомков. Выполнение составило в среднем 65,3%, а максимальный результат — 78,2%. Практически все участники продемонстрировали умение решать простые генетические задачи. Результаты выполнения заданий этой линии соответствуют результатам прошлых лет.

В *линии 7* на множественный выбор проверялись знания генетической терминологии, характеристик онтогенеза, основ селекции и биотехнологии. Знание закономерностей наследственности, их цитологических основ продемонстриро-

вали 52,1–69,7% участников, закономерностей изменчивости — 56–68,3% участников. Следует отметить существенное повышение результатов выполнения заданий по селекции и биотехнологии (49,6–66,4% выполнения).

Низкий результат получен лишь за одно задание *линии 7* и составил 52,6%, что ниже заявленного уровня. Приведём пример этого задания.

Пример 4

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

- 1) Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно.
- 2) В результате сочетания генов возникает комбинативная изменчивость.
- 3) Сцепление генов может нарушаться в результате кроссинговера.
- 4) Неаллельные гены наследуются независимо друг от друга.
- 5) Каждый ген в хромосоме занимает определённый локус.

Результат выполнения этого задания в большей степени определяется не столько незнанием положений хромосомной теории наследственности, сколько слабой сформированностью умений внимательно прочитать текст задания и определить «выпадающие» из общего списка утверждения.

Задания повышенного уровня сложности *линий 8, 19, 20* выполнили 36–65% участников. Наиболее высокие результаты (выше заявленного уровня сложности) получены на задания по теме «Воспроизведение организмов. Способы размножения. Оплодотворение у цветковых растений и позвоночных животных» — 76,8%. Экзаменуемые продемонстрировали умения устанавливать соответствие между конкретными организмами и типами их размножения, характеристиками и способами размножения, зародышевыми листками и органами, которые из них формируются, а также устанавливать последовательность процессов

эмбрионального развития, сравнивать и анализировать виды изменчивости.

Более низкие результаты получены по теме «Биотехнология, её направления. Клеточная и генная инженерия, клонирование» (36,3% выполнения). Этот тренд наблюдается последние годы.

В **части 2** знания по онтогенезу, генетике и селекции проверялись в заданиях **линий 22 и 28**. В **линии 22** были предложены задания по следующим темам: «Селекция, её задачи и практическое значение. Методы селекции» (33,5% выполнения); «Наследственность и изменчивость — свойства организмов. Методы генетики» (36,1%), «Значение генетики для медицины. Наследственные болезни человека» (18,8%).

В **линии 28** традиционно предлагались генетические задачи на дигибридное скрещивание, наследование признаков, сцепленных с полом, сцепленное наследование признаков. Средний результат выполнения генетических задач составил 30,6%, при этом 3 балла получили от 15 до 26% экзаменуемых, что свидетельствует о сформированности у участников ЕГЭ с хорошей и отличной подготовкой умений решать сложные генетические задачи. В целом можно отметить, что решению генетических задач уделяется большое внимание при подготовке к экзамену, обучающиеся знакомы с алгоритмом решения, умеют анализировать условие задания и делать выводы, что приводит к хорошим результатам.

Блок 4. Система и многообразие органического мира

Данный блок в каждом варианте был представлен от четырёх до пяти заданий: базового уровня в **линиях 9, 11**; повышенного уровня (**линия 10**); высокого уровня (**линия 22** или **23**, или **24**, или **25**).

Результат выполнения заданий базового уровня **линии 9** с множественным выбором и **линия 11** на установление последовательности таксонов составил 62,7–78,4%. Участники ЕГЭ 2021 г. продемонстрировали знания характеристик организмов царств бактерий, грибов, растений и животных, основных систематических (таксономических) категорий, уме-

ние устанавливать последовательность таксонов биологических объектов. Следует отметить, что наблюдается незначительная разница в ответах на задания по разным темам. Так, по теме «Царство грибов» средний результат составил 80%; по теме «Царство растений» — 71%, самый низкий результат получен по теме «Хордовые животные» — 52,4%. Приведём пример такого задания.

Пример 5

Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу **цифры**, под которыми они указаны. По каким признакам млекопитающих относят к типу Хордовые? (52,4%)

- 1) волосяной покров
- 2) жаберные щели в глотке у эмбриона
- 3) нервная система трубчатого типа
- 4) четырёхкамерное сердце
- 5) расположение сердца на брюшной стороне
- 6) постэмбриональное развитие без метаморфоза

На повышенном уровне в заданиях **линии 10** проверялось умение сопоставлять организмы разных царств с их характерными признаками. Задания выполнили в среднем 49,3% участников. Однако по ряду заданий результаты оказались ниже 30%. Например, участники экзамена затруднились определить по рисунку мальпигиевы сосуды насекомых, неверно определили тип ткани, из которой формируются корневые волоски (вместо покровной указана проводящая ткань), путают понятия основного и промежуточного хозяина паразитов.

Затруднения вызвали также задания на установление соответствия по темам: строение (ткани, клетки, органы), жизнедеятельность и размножение растительного организма (28,8%); царство бактерий, строение, жизнедеятельность, размножение, роль в природе (24%); хордовые животные, характеристика основных классов (24,7%).

В **части 2** задания высокого уровня сложности по этому блоку были представлены в нескольких линиях. Задания **линии 22** выполнили в среднем 32% экзаменуемых. При этом следует отметить, что 2 балла получили до 15% экзаменуемых.

В *линии 23* предлагались задания на анализ изображения биологических объектов — растений и животных. Результат выполнения составил 12–31%, а максимальные 3 балла получили 6–10% участников экзамена. При выполнении задания участники правильно определяли изображённый объект, но затруднялись дать правильное обоснование, указать характерные признаки.

Наиболее низкие результаты (14,1% выполнения) получены за задание с изображением зародыша млекопитающих. В условии задания требовалось по рисунку определить зародыш и плаценту, указать их значение. В результате 1 балл получили 9% участников, 2 балла — 10%, а 3 балла — только 4% экзаменуемых. Данный биологический объект представлен во всех допущенных к использованию учебниках в разделах «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология». Однако небольшой процент выполнения говорит о том, что на рисунок в процессе освоения программы не было обращено должного внимания.

В *линии 24* на анализ биологической информации предложенные задания выполнили 30–43% участников, а максимальные 3 балла получили 6–15% участников, что соответствует высокому уровню сложности и свидетельствует о сформированности у обучающихся с хорошей и отличной подготовкой умений анализировать тематические биологические тексты, находить содержательные ошибки и исправлять их. Серьёзное затруднение вызвал текст «Моллюски», в нём нашли и исправили все ошибки только 4% экзаменуемых.

В *линии 25* предлагались задания различного содержания в нескольких вариантах. Преобладали задания, проверявшие знания о хордовых животных. По теме «Царство растений» было предложено всего три задания. С заданиями этой линии справились 7,2–13,5%. Однако за отдельные задания максимальные 3 балла получили не более 2% участников. Задания этой линии выполнены хуже, чем задания остальных линий части 2 по этому блоку. Низкие результаты получены на следующие задания:

- особенности газообмена в жабрах рыб (3 балла — 1%);

- инстинктивное поведение животных (3 балла — 3%);

- особенности кровеносной и дыхательной систем ракообразных и насекомых (3 балла — 1%);

- особенности терморегуляции насекомых (3 балла — 3%);

- особенности листопада и функция пробки в процессе (3 балла — 2%).

Приведём пример одного из задания этой линии, имеющего наиболее низкий результат — 6,8% (1 балл — 13%; 2 балла — 2%; 3 балла — 0,69%).

Пример 6

У морских костистых рыб, в отличие от пресноводных, капиллярные клубочки нефронов развиты слабо, и моча выделяется в небольшом количестве. Пресноводные рыбы выделяют 50–300 мл мочи на 1 кг массы тела в сутки, тогда как морские — только 0,5–20 мл. Чем объясняются такие особенности анатомии и физиологии морских костистых рыб? Ответ поясните.

Ответ на это задание требовал применения не только биологических знаний, но и базовых химических знаний. В ответе необходимо было указать на особенности концентрации солей в морской воде и значительные потери воды у морских рыб через кожу и жабры. Кроме того, требовалось сравнить особенности клубочкового аппарата почек (чем меньше капиллярных клубочков, тем меньше образуется мочи и меньше воды выделяется через почки с мочой). Полное обоснование могли дать единицы.

При ответе на такие задания недостаточно только фактологических знаний. У подавляющего большинства обучающихся они не становятся системными, так как слабо сформировано 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 1, 12* 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 об организме человека и его функционировании, а также овладение ими основными учебными умениями по сохранению и укреплению здоровья.

В *части 1* задания базового уровня (*линии 1, 12*) не вызвали особых затруднений. Их выполнили 62–80% участников. Однако отдельные задания линий 1 и 12 выполнены хуже заявленного уровня (45–50% выполнения). Например, задание на дополнение схемы в линии 1, где требовалось указать наличие радужки в средней оболочке глаза человека, выполнили и получили 1 балл только 22,6% участников.

Серьёзные ошибки допускали экзаменуемые при выполнении ряда заданий линии 12. Так, к эндокринной системе печень отнесли 15% участников, селезенку — 23%. Считают гормоны биокатализаторами 37,5%, а спинной мозг ответственным за высшую нервную деятельность 38% участников. Отметим гибель фагоцитов при свёртывании крови 18% участников. Такие ошибки свидетельствуют о несформированности базовых знаний у четверти участников экзамена.

Данный блок широко представлен заданиями базового уровня в *линии 21*, выполнение которых составило 53–80%. Участники продемонстрировали умения анализировать графики, диаграммы и табличные данные, делать правильные выводы.

Пример 7

Установите соответствие между характеристиками и структурами глазного яблока человека: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. (2 балла — 26%)

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) имеет отверстие — зрачок
- Б) преломляет лучи света
- В) является частью сосудистой оболочки
- Г) обладает прозрачностью
- Д) регулирует размер зрачка
- Е) имеет мышцы

СТРУКТУРЫ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА

- 1) радужка
- 2) роговица

Задания повышенной сложности были представлены в *линиях 13, 14*, в отдельных вариантах в *линии 20*. Средний результат составил 35–56%. Основная часть экзаменуемых продемонстрировала умения сравнивать и сопоставлять особенности строения и функционирования органов человека, устанавливая последовательность протекания физиологических процессов в организме человека, дополнять недостающие сведения в таблицах.

Однако ряд заданий этих линий выполнен хуже, средний результат оказался ниже 24%. За задания на установление соответствия максимальные 2 балла получили не более 30% экзаменуемых. Так, задания на установление соответствия по теме «Строение и жизнедеятельность органов и систем органов: опорно-двигательной, покровной, кровообращения, лимфообращения» выполнили только 26,6%, по теме «Анализаторы. Строение органов чувств» — 22,1% участников. Задания на установление последовательности по теме «Нервная и эндокринная системы. Нейрогуморальная регуляция организма» выполнили 22,3% экзаменуемых. Приведём пример задания (пример 7).

Слабо усвоенными оказались также знания на установление последовательности прохождения луча света через оптическую систему глаза, нервного импульса по рефлекторной дуге. Систематически наиболее низкие результаты получают участники за задания по темам «Анализаторы. Строение органов чувств» и «Высшая нервная деятельность».

В *части 2* каждого варианта по блоку предлагалось 1–2 задания высокого уровня сложности (*линии 22*, или *23*, или *24*, или *25*). С заданиями *линии 22* участники

справились достаточно хорошо и получили высокие результаты (18–39% выполнения). Задания *линии 24* также не вызвали особых затруднений, их выполнение составило в среднем 34–49%.

В *линии 23* участники экзамена продемонстрировали умения распознавать на рисунках анатомические объекты, описывать их. В то же время максимальное количество баллов (3) получили не более 5%. Так, за задание, в котором требовалось назвать структуры кости взрослого человека и указать их функции, 3 балла получили 3% экзаменуемых.

Наиболее низкие результаты по сравнению с заданиями других линий части 2 получены по заданиям *линии 25*. Их выполнили в среднем 9–24% участников, при этом максимальные 3 балла получили только 1–3%. Так проблемными оказались задания, где требовалось объяснить:

- особенности венозного кровотока (3 балла — 3%);
- химический состав кости после её прокаливания (3 балла — 2%);
- особенности регуляции выделения секретина (3 балла — 0%).

Приведём пример задания, на которое 3 балла получили только 0,39% участников.

Пример 8

Основная функция лёгких — снабжение организма кислородом. Какие иные функции в организме человека выполняют эти парные органы? Приведите не менее трёх функций. Ответ поясните.

В ответе необходимо было привести три-четыре функции и, что немаловажно, дать пояснение. Участники, как правило, указывали функции (выделительная, защитная, терморегуляторная, участие в образовании звуков), но затруднялись пояснить конкретное участие лёгких при выполнении этих функций. Этим и объясняются низкие результаты.

Как правило, задания части 2 выполняют хорошо подготовленные участники. У них имеется достаточный багаж фактологических знаний, но часто отсутствуют умения применить полученные знания на практике, анализировать предложенную ситуацию и давать аргументированный от-

вет. Кроме того, материал по физиологии отдельных органов и систем органов человека усвоен хуже анатомического, что и проявляется при выполнении заданий части 2.

Блок 6 «Эволюция живой природы»

Данный блок был представлен в каждом варианте в среднем четырьмя заданиями: одно задание базового уровня (*линия 15*), два — повышенного уровня (*линии 16, 19* или *20*), одно-два задания высокого уровня (*линии 23* или *24, 26*).

В *линии 15* предлагались задания базового уровня с множественным выбором на анализ текста. В заданиях этой линии проверялись знания основных понятий эволюционного учения и умения выделить из текста описание того или иного эволюционного понятия. С этим заданием справилось успешно большинство экзаменуемых. Результаты выполнения составили в среднем 55–74,6%. Однако по отдельным темам наблюдался разброс результатов. Наиболее высокие результаты получены по темам «Вид, критерии вида. Пути и направления эволюции» (65–78%). Результаты по теме «Движущие силы эволюции» оказались ниже (49–54%).

В заданиях повышенного уровня *линии 16* предлагалось установить соответствие между эволюционными процессами и их характеристиками, а в заданиях *линии 19* — последовательность эволюционных процессов, видообразования, возникновения жизни на Земле, ароморфозов в развитии органического мира. Средние результаты составили 40,5–60,1% и 38,1–80,2% 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.

По отдельным заданиям были получены низкие результаты. Приведём примеры этих заданий (примеры 9, 10).

Пример 9

16. Установите соответствие между ароморфозами и классами животных: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца (19,4% выполнения).

АРОМОРФОЗЫ	КЛАССЫ ЖИВОТНЫХ
А) киль	1) Птицы
Б) трёхкамерное сердце	2) Земноводные
В) конечности рычажного типа	3) Пресмыкающиеся
Г) два круга кровообращения	
Д) плотные яичевые оболочки	
Е) грудная клетка	

Пример 10

19. Установите последовательность условий, которые способствовали зарождению жизни на Земле согласно теории А.И. Опарина. (24,5% выполнения)

- 1) формирование первичной атмосферы Земли
- 2) образование биополимеров (белков, нуклеиновых кислот и др.)
- 3) появление автотрофных микроорганизмов
- 4) абиогенный синтез первых простых органических веществ
- 5) появление пробионтов

Для более осмысленного понимания эволюционных процессов необходимо на конкретных примерах учебного материала по разделам «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники» и «Животные» рассмотреть основные положения теории эволюции и теорию естественного отбора. Обучающиеся, зная основные факторы эволюции, не умеют применить их для объяснения конкретных ситуаций.

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, а также класс, тип или отдел, к которому можно отнести этот организм, и указать признаки принадлежности к данному классу или типу. Их выполнение составило в среднем 24,5–44,6%, а максимальные 3 балла получили от 7 до 10% участников. Такие результаты свидетельствуют о недостаточной сформированности знаний о палеонтологических доказательствах эволюции, умений работать геохронологической таблицей, определять ископаемые объекты и характеризовать их.

В *линии 24* предлагалось всего два задания по теме «Вид, его критерии. Способы видообразования». В среднем их выполнили 25,6% экзаменуемых, а максимальные 3 балла получили 10%. Можно сделать вывод, что содержание темы подготовленными участниками хорошо усвоено, большинство находит в тексте ошибки и исправляет их.

Из всех заданий по эволюции в части 2 наименьшие результаты получены по заданиям *линии 26*. В среднем задания выполнили 11,8–22,3%. Отдельные задания вызвали затруднения даже у участников с отличной подготовкой. Максимальные 3 балла получили менее 1% участников. Приведём пример такого задания.

Пример 11

Козволюция — это сопряжённая эволюция двух видов организмов, находящихся друг с другом в тесных пищевых или иных экологических отношениях. Предположим, что у растения в результате его эволюции образовались жёсткие листья с плотным покровом, препятствующим поеданию насекомыми. Назовите не менее четырёх адаптаций, которые могут возникнуть у насекомых, питающихся листьями этого растения, вследствие их козволюционного развития.

При ответе на этот вопрос требовалось указать появление у насекомых мощного ротового аппарата, ферментов, разрушающих покровы листьев, переход на питание молодыми листьями или иными частями растения. Однако перечислили все признаки адаптации и получили 3 балла лишь 0,39% участников (1 балл — 27%; 2 балла — 6%). Такие результаты свидетельствуют об отсутствии умений применить знания о движущих силах эволюции для объяснения особенностей строения и питания насекомых, анализировать условия формирования приспособленности и делать выводы.

В целом следует отметить, что участники ЕГЭ успешно справились с заданиями по данному содержательному блоку. Большинство из них продемонстрировало знания процессов микро- и макроэволюции, направлений и путей эволюции, доказательств эволюции живой природы, её результатов. Полученные данные по всем линиям в этом блоке соответствуют заявленным уровням сложности.

Блок 7 «Экосистемы и присущие им закономерности»

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

Задания части 1 базового и повышенного уровней по всем линиям не вызвали особых затруднений. С ними справились и показали хорошие результаты в среднем 37–88% экзаменуемых. Они продемонстрировали знания об экологических факторах, компонентах экосистем, трофических уровнях, сукцессиях экосистем, о круговороте веществ в биосфере; показали 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 био-

сфере. Большинство заданий повышенного уровня на установление соответствия, последовательности и работу с таблицей выполнены с результатом выше 60%.

Лишь отдельные задания вызвали затруднения. Например, задание базового уровня линии 1, где требовалось дополнить схему и указать хищничество как пример полезно-вредных биотических связей, выполнили и получили 1 балл только 46,8% участников.

Задания *линии 21* на анализ информации, представленной в графической или табличной форме, как и в предыдущие годы, оказались вполне доступными для выполнения. Большинство участников (76%) продемонстрировало умения анализировать результаты биологических экспериментов или наблюдений и делать правильные выводы.

В части 2 по экологии в *линии 23* предлагалось одно задание, которое вызвало наибольшие затруднения. На рисунках были представлены анатомические срезы листа и стебля, по которым требовалось определить экологическую группу растений. На поперечном срезе достаточно хорошо были видны крупные клетки воздухоносной ткани, по которым можно сделать вывод об обитании этих растений в водной среде. Выполнили это задание только 4,3% участников, при этом 1 балл получили 6%, 2 балла — 2%, а 3 балла — 0,92%. Имея хорошие знания основного содержания раздела «Экология» и раздела «Растения», участники экзамена не смогли проанализировать рисунки и установить взаимосвязь между анатомическим старением органов и образом жизни растений. Это свидетельствует об отсутствии умений применять имеющиеся знания в новой ситуации, анализировать нестандартное изображение биологического объекта и делать выводы.

В отличие от предыдущего задания линии 23, задания линии 26 высокого уровня сложности выполнили в среднем 26,7% участников (разброс составил 10,8–44,5%). При этом максимальные 3 балла получили 4–9% экзаменуемых. Затруднение вызвало только задание, в котором требовалось объяснить, почему при использовании ядохимикатов для борьбы с сельскохозяйственными насекомыми-

вредителями чаще погибают в первую очередь именно хищники, а не травоядные животные. Его выполнили только 11,5% экзаменуемых, из них 1 балл получили 16%, 2 балла — 6%, 3 балла — 2%. Полученные результаты сопоставимы с приведёнными выше по заданию 23. Можно утверждать, что на уроках биологии обучающимися недостаточно изучить теоретический материал и овладеть основными понятиями, необходимо научиться анализировать и прогнозировать экологические ситуации, а также применять теоретические знания для их объяснения.

Несмотря на низкие результаты по отдельным заданиям, в целом можно сделать вывод, что важнейшие знания и большинство умений по блоку «Экосистемы и присущие им закономерности» сформированы у основной части участников экзамена.

В экзаменационной работе проверялись не только знание основного содержания курса биологии, но и сформированность у обучающихся общеучебных и предметных умений и способов деятельности. При выполнении заданий базового, повышенного и высокого уровней участники продемонстрировали сформированность следующих учебных умений и способов действий.

1. Знать и понимать: основные положения биологических законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез (43–82%); строение и признаки биологических объектов (48–83%); сущность биологических процессов и явлений (42–73%); современную биологическую терминологию и символику (56–80%); особенности организма человека, его строения и жизнедеятельности (47–53%).

2. Уметь: объяснять роль биологических теорий, законов и закономерностей, единство живой и неживой природы, взаимосвязи организмов, человека и окружающей среды (46–65%); причины наследственных и ненаследственных изменений, эволюции видов, человека, биосферы (46–80%); устанавливать взаимосвязи строения и функций биологических объектов, движущих сил эволюции (54–66%); решать биологические задачи (63%); распознавать, определять и описывать клетки растений и животных, виды организмов, экосистемы (42–68%); выявлять

отличительные признаки организмов, их приспособленность (40–74%); сравнивать биологические объекты, процессы, явления (49–74%); определять и классифицировать биологические объекты (57–74%); анализировать гипотезы происхождения жизни, эволюции организмов, состояние окружающей среды, последствия деятельности человека в экосистемах, результаты экспериментов и наблюдений (44–70%).

3. Использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности для обоснования правил поведения в окружающей среде, здорового образа жизни, оказания первой помощи (46%).

Низкие результаты получены по следующим основным умениям и способам действий.

1. Знать и понимать: методы научного познания (34%); строение и признаки бактерий и вирусов (27%); сущность обмен веществ и превращения энергии в клетке (24%), сущность действия движущего и стабилизирующего отбора, видообразования (24%); особенности высшей нервной деятельности человека (10%).

2. Уметь: объяснять роль биологических теорий, законов (39%); выявлять взаимосвязи организмов и окружающей среды (4%), приспособления организмов к среде обитания (11%), взаимосвязи организмов в экосистеме (12%); сравнивать биологические объекты, процессы обмена веществ и делать выводы на основе сравнения (12–13%); анализировать эволюцию организмов, происхождение разных групп организмов и делать выводы (25%), результаты биологических экспериментов (3,7%).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в целом участники экзамена овладели:

- содержанием биологического образования, отражённым в федеральном компоненте государственного стандарта основного общего и среднего (полного) общего образования 2004 г. (базовый и профильный уровни);

- набором основных предметных и метапредметных умений и видов деятельности.

Однако большая часть участников экзамена не овладела в полной мере умением применить знания для объяснения конкретных биологических процессов

ЕГЭ 2020 и 2021 гг.

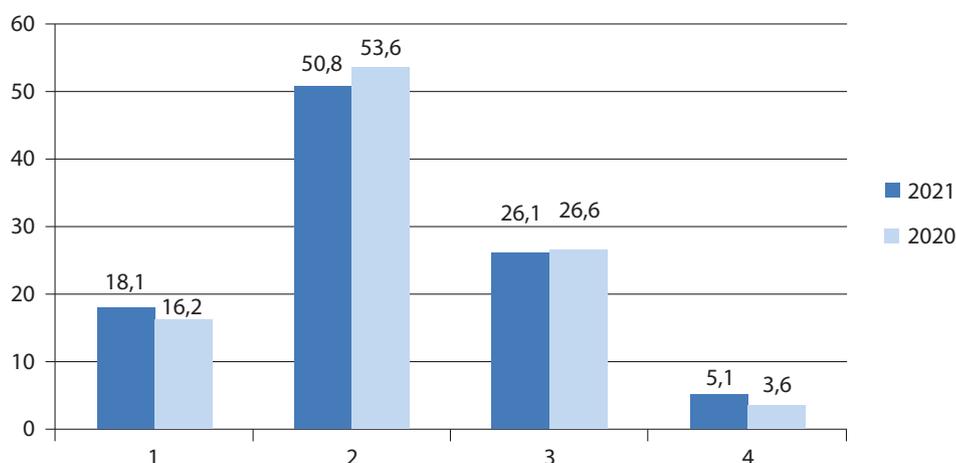


Рис. 2. Распределение участников по группам с различным уровнем подготовки

и явлений, затрудняется в определении биологических объектов, в обосновании своего выбора, в умении анализировать и объяснять результаты наблюдений и экспериментов.

Для анализа результатов выполнения экзаменационной работы в 2021 г. были выделены четыре группы участников ЕГЭ 2021 г. с различным уровнем подготовки (рис. 2).

1 группа — с минимальным уровнем подготовки (18,1%), не преодолевшие минимального балла и набравшие первичные баллы в интервале 0–15, тестовый балл 0–36;

2 группа — с удовлетворительной подготовкой (50,8%), набравшие первичные баллы в интервале 16–34, тестовый балл 36–60;

3 группа — с хорошей подготовкой (26,1%), набравшие первичные баллы в интервале 35–49, тестовый балл 61–80;

4 группа — с отличной подготовкой (5,1%), набравшие первичные баллы в интервале 50–59, тестовый балл 81–100.

Большинство экзаменуемых продемонстрировало средние результаты по биологии и вошли в группы с удовлетворительной (50,8%) и хорошей подготовкой (26,1%).

При анализе результатов выполнения заданий 1–21 части 1 с кратким ответом по каждой группе участников учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения — сформирован-

ными, если процент выполнения задания, проверяющего данный элемент, равен или выше 50% (рис. 3).

Содержание заданий базового уровня оказалось освоенным, а умения — сформированными у части экзаменуемых из группы с удовлетворительной подготовкой и у большинства экзаменуемых с хорошей и отличной подготовкой. Биологические знания не освоены, а умения не сформированы участниками ЕГЭ из группы 1, которые не преодолели минимального порога.

Наиболее высокие результаты во всех группах получены за задания базового уровня на дополнение схемы линии 1 (средний результат выполнения — 70,6%), задания с множественным выбором линий 4 (65,9%), 7 (65,3%), 15 (67,4%), 17 (65,1%); задание на последовательность биологических таксонов 11 (78,4%). Достаточно высокие результаты получены также и за задания линии 21, где предлагалось проанализировать графики, диаграммы, таблицы, составленные на основе эксперимента или наблюдения, и выбрать из числа предложенных правильно сформулированные выводы. Их выполнили в среднем 70,5% участников.

К числу проблемных заданий базового уровня относятся задания линии 2, в которых требовалось по предложенным примерам определить уровень организации живого, установить метод биологического исследования, признаки живого.

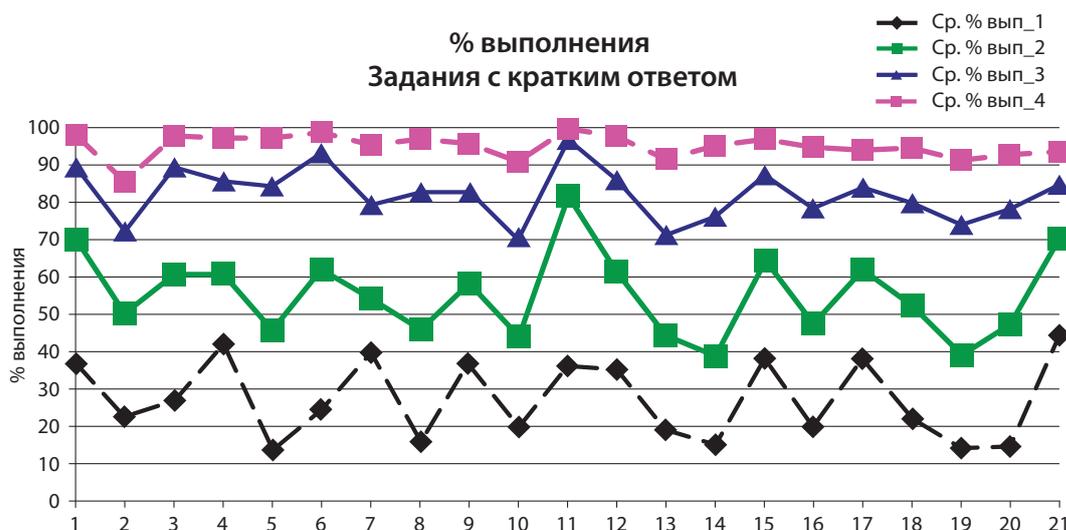


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2021 г. с различным уровнем подготовки

Средний результат составил 52,9%, что ниже границы заявленного уровня сложности (60%). Это задание открытого типа, в котором требовалось дополнить недостающую информацию в таблице. Подобные задания всегда выполняются хуже, чем другие задания с кратким ответом.

Задания базового уровня линий 3 и 6, в которых предлагалось решить биологические задачи по цитологии и генетике, выполнили соответственно 64,2 и 65,3% экзаменуемых, что сопоставимо с результатами 2020 г. Это можно объяснить повышением внимания учителей и обучающихся к решению биологических задач такого типа.

Задания повышенного уровня сложности на установление соответствия и последовательности биологических объектов, процессов, явлений выполнили 33–56% участников. Умение сравнивать биологические объекты, процессы, явления сформированы только у участников групп с хорошей и отличной подготовкой. У участников из группы с удовлетворительной подготовкой результаты за задания повышенного уровня ниже 50%. Вызвали затруднения отдельные задания с рисунком на установление соответствия между объектами. Низкие результаты получены по темам «Дыхание человека», «Нервная система человека», «Внутреннее строение насекомых», «Фотосинтез». Проблемным оказался и ряд заданий на установление

последовательности, например процессов мейоза, митоза, кровообращения.

Экзаменуемые из групп с хорошей (группа 3) и отличной (группа 4) подготовкой показали достаточно высокие результаты и значительно превысили заявленный уровень освоения (50). Их результаты располагаются в интервале 70–99%.

Участники с отличной подготовкой показали приблизительно равные результаты по всем заданиям с кратким ответом. Диапазон выполнения ими заданий выше 90% (90–98%), что в среднем на 10–20% выше, чем в группе 3 и более чем на 40% выше, чем в группе 2 (удовлетворительная подготовка). Это объясняется как глубиной и системностью знаний этих участников по биологии по сравнению с остальными, так и высокой дифференцирующей силой заданий с кратким ответом. Участники из группы с хорошей подготовкой показали высокие результаты (выше 80%) при выполнении заданий базового уровня, однако задания повышенного уровня оказались выполнены несколько хуже (в пределах 70–80%).

Участники из группы с удовлетворительной подготовкой достигли заявленного уровня и показали сформированность знаний и предметных умений (выше 50%) при выполнении заданий базового и частично повышенного уровней. Интервал выполнения заданий части 1 в этой группе составил 36–69%. В то же время они

показали низкие результаты выполнения заданий линий 5, 8, 10, 13, 19, 20.

У участников из группы 1 с минимальным уровнем подготовки оказались самые низкие результаты, и они не зависели от типа задания. Участники продемонстрировали очень слабые, фрагментарные знания при выполнении заданий как базового уровня (22–43% выполнения), так и повышенного уровня (12–30% выполнения) сложности. Столь низкие показатели группы 1 объясняются не только слабой теоретической подготовкой участников экзамена по биологии, но и несформированностью у них предметных и общеучебных умений.

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 биологических фактов, но и общеучебные умения анализировать, сравнивать, сопоставлять биологические объекты, процессы и явления. Выполнение задания существенно зависит от формы его предъявления. Результаты за задания с множественным выбором выше, чем за задания на установле-

ние соответствия и последовательности, так как в них в большей степени присутствует элемент угадывания.

Во всех группах участников экзамена наблюдаются низкие результаты за задания линии 2, в которых проверялись знания научных методов исследований, признаки живого, уровни организации живой природы.

В части 2, как и в предыдущие годы, предлагалось семь заданий высокого уровня сложности (линий 22–28). При анализе результатов выполнения заданий с развёрнутым ответом части 2 учитывалось, что элементы содержания считаются освоенными, а умения — сформированными, если процент выполнения задания, проверяющего данный элемент содержания или умения, равен или выше 50% (рис. 4).

Преодолели заявленный уровень освоения (50%) и показали высокие результаты в интервале 65–92% только участники ЕГЭ 2021 г. с отличной подготовкой. Участники из группы с хорошей подготовкой только по заданиям линий 22, 23, 24, 27, 28 преодолели 50%-ный барьер и продемонстрировали освоение биологического содержания и сформированность учебных умений (выполнение в интервале 53–70%). Самые высокие результаты получены в этих группах при выполнении задания 24 на анализ текста и задания 28 — решение генетических задач. В группе 4 средние результаты — 92–93%, в группе 3 — 62–68%.

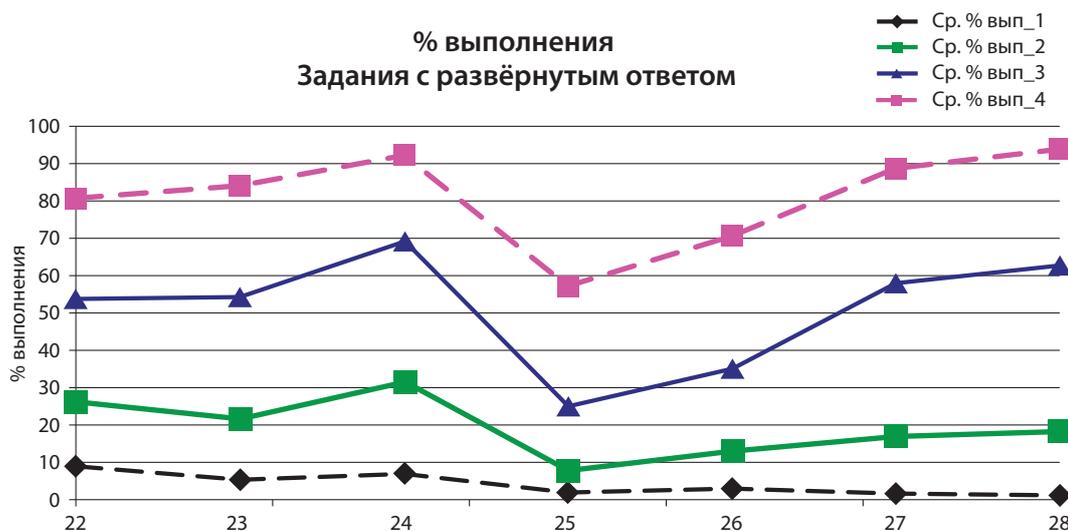


Рис. 4. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2021 г. с различным уровнем подготовки

Традиционно наибольшие затруднения вызвали задания линий 25 и 26, где требовалось дать развёрнутый, аргументированный ответ. В этих линиях проверялся материал по разделам «Многообразие организмов», «Человек и его здоровье» (линия 25), «Эволюционное учение» и «Экология» (линия 26). В заданиях требовалось продемонстрировать не только знания, но и умения объяснять и интерпретировать научные факты, конкретные примеры, применять теоретические знания для объяснения биологических процессов и явлений.

Результаты выполнения заданий линий 25, 26 во всех группах значительно ниже, чем заданий других линий второй части. У участников из группы 4 они составили 57–70%, а из группы 3 — 24–35%. 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 (линия 24), распознавать на рисунках объекты и приводить их характеристики (линия 23), решать сложные задачи в линиях 27 и 28, освоив определённый алгоритм. На уроках алгоритмы задач линий 27 и 28 успешно отрабатываются, поэтому результаты выполнения заданий из года в год повышаются, несмотря на постепенное усложнение задач. Следует отметить, что результаты выполнения заданий части 2 между группами 4 и 3 различаются в среднем на 30%, что свидетельствует о высокой дифференцирующей силе заданий с развёрнутым ответом.

Экзаменуемые с удовлетворительной подготовкой ни по одной линии заданий не приблизились к заявленному уровню

освоения. Средние результаты выполнения заданий у этой группы оказались в интервале 7–31%. Так, средние результаты выполнения заданий линий 22 составили 26,2%, линии 23 — 21,7%, линии 24 — 31,5%. Это в 2–3 раза выше, чем результаты по линиям 25 (7,8%), 26 (13,2%), 27 (17%), 28 (18%).

В группе 1 (минимальный уровень) самые низкие показатели по всем заданиям части 2. Их выполнение составило в среднем менее 9% независимо от типа задания (в интервале 1,4–8,9%). Следует отметить, что в 2020 г. этот интервал составлял 0,9–5,9%. В этой группе большинство участников в принципе не приступали к выполнению заданий с развёрнутым ответом.

Из данных на рис. 4 видно, что все задания части 2 имеют высокую дифференцирующую способность. Их выполнение существенно различается в разных группах, что определяется прежде всего уровнем подготовки экзаменуемых, а не типом заданий. Средний результат выполнения заданий этой части среди участников с отличной подготовкой составил 81%, с хорошей — 51%, с удовлетворительной — 19%, а среди обучающихся с минимальным уровнем — только 4%.

Значительный интерес вызывают результаты, полученные за выполнение политомических заданий части 1 и части 2 разными группами участников ЕГЭ 2021 г. К политомическим относятся задания, которые оцениваются от 0 до 2 баллов или от 0 до 3 баллов. В части 1 из 21 задания 17 относятся к политомическим (линии 5, 7–21) и оцениваются от 0 до 2 баллов. В части 2 все задания политомические, задание 22 оценивается от 0 до 2 баллов, а 6 заданий (23–28) оцениваются от 0 до 3 баллов. Результаты их выполнения в разных группах имеют существенный разброс по баллам (табл. 3).

Таблица 3

Группы участников	Часть 1. Баллы (в %)			Часть 2. Баллы (в %)			
	0	1	2	0	1	2	3
Группа 1	30–78	15–59	5–24	81–96	2–15	0,38–2,5	0,01–0,17
Группа 2	8–48	20–54	27–49	38–80	15–37	3–15	0,34–8
Группа 3	3–18	4–25	60–94	6–34	15–50	16–36	3–47
Группа 4	0,2–4	3–12	85–99	0,2–12	3–27	7–64	23–88

В группе 1 (минимальный уровень) за политомические задания части 1 максимальные 2 балла получили менее 24% участников, 1 балл — от 15 до 59% участников. Не выполнили задания и получили 0 баллов более 50% участников. За задания части 2 с развёрнутым ответом максимальные 3 балла получили менее 0,17% участников, а 2 балла — менее 2,5%. Наиболее высокие результаты получены за задания линии 24 — исправление ошибок в тексте (2 балла — около 2,5%).

В группе 2 (удовлетворительная подготовка) за задания части 1 максимальное количество баллов (2) получили менее 49,5% участников, 1 балл получили в среднем 38% экзаменуемых. При этом 2 балла за задание линии 11 на установление последовательности таксонов получили 70,5%. В этой группе выполнение существенно зависело от содержания и типа задания. Задания с множественным выбором выполнялись лучше всего. Так, за задания с множественным выбором 2 балла получили на 20% участников больше, чем за задания на установление соответствия и последовательности. Результаты по заданиям части 2 значительно ниже. Так, максимальные 3 балла получили до 7,5% экзаменуемых, а 2 балла — в среднем 9% участников. Следует отметить, что все показатели этого года на 3–5% выше показателей 2020 г.

В группе 3 (хорошая подготовка) максимальное количество баллов (2) за задания части 1 получили в среднем около 80% участников, а 1 балл — в среднем менее 25% экзаменуемых. Самые низкие результаты получены за задания линий 10 и 13 на установление соответствия по блокам «Многообразие организмов» и «Человек и его здоровье». Следует отметить, что разница результатов выполнения заданий разных типов составила в среднем не более 7%. Это свидетельствует о системной подготовке участников по биологии к аттестационной процедуре, наличия у них достаточных знаний содержания предмета и сформированность различных учебных умений. За задания части 2 с развёрнутым ответом максимальные 3 балла получили в среднем более 30% участников, причём в основном максимальные баллы получены за задания линий 27 и 28 (32–46%), в которых предлагались задачи по цитоло-

гии и генетике. 2 балла получили 16–35,9% экзаменуемых.

Самыми трудными оказались контекстные задания линий 25 и 26. В линии 25 проверялись знания и умения на содержании разделов основной школы «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье»; максимальные 3 балла получили 3% участников, а 0 баллов — 49%. Задания линии 26 были направлены на проверку содержания блоков «Эволюция живой природы» и «Экосистемы и присущие им закономерности». Максимальные 3 балла получили 6,7% участников, а 0 баллов — 34,8%.

Наиболее высокие результаты получены участниками из группы 4. За задания части 1 с кратким ответом максимальные 2 балла получили более 87% экзаменуемых, а 0 балл — менее 0,56% 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. В этой группе получены самые высокие результаты и по заданиям части 2. Максимальные 3 балла получили более 50% экзаменуемых, а 0 баллов — в среднем менее 8%. Полученные данные свидетельствуют о последовательной, глубокой и системной подготовке участников экзамена из групп 3 и 4.

Сравнивая результаты по всем линиям части 2, нужно отметить, что знания об особенностях строения организмов разных царств, умения распознавать биологические объекты и описывать их, работать с текстом, находить ошибки и исправлять их, решать сложные задачи по цитологии и генетике сформированы хорошо у большинства участников. Участники экзамена продемонстрировали умения анализировать тексты, находить ошибочные суждения и исправлять их, определять по рисункам организмы разных царств, отдельные органы человека, объяснять их функции. В то же время знания эволюционных и экологических закономерностей, умения обосновывать методы биологических исследований, анализировать нестандартные

ситуации, аргументировать ответ сформированы слабее. Можно утверждать, что задания с развёрнутым ответом обладают высоким уровнем сложности, хорошей дифференцирующей способностью.

Полученные результаты участников экзамена позволяют сформулировать ряд рекомендаций по совершенствованию преподавания биологии. В этой связи рассмотрим вопросы, касающиеся отбора методов и средств обучения, форм организации учебного процесса и отбора предметного содержания в условиях совершенствования КИМ ЕГЭ по биологии, вызванные переходом на ФГОС СОО.

Чаще всего термином «метод обучения» обозначают упорядоченный способ взаимосвязанной деятельности учителя и обучающихся, направленной на достижение целей (планируемых результатов) образования. Эта деятельность проявляется в использовании источников познания, логических приёмов, видов познавательной деятельности обучающихся и способов управления познавательным процессом со стороны педагога.

В распоряжении современного учителя имеется достаточное количество разработанных российской наукой традиционных методов обучения и современных педагогических технологий. В качестве примера рассмотрим классификацию методов, предложенную И.Я. Лернером и М.Н. Скаткиным, так как именно она в наибольшей степени соответствует требованиям ФГОС и подходам к разработке заданий, которыми руководствуются разработчики КИМ ЕГЭ по биологии.

Поскольку успех обучения в решающей степени зависит от направленности и внутренней активности учащихся, характера их учебной деятельности и степени самостоятельности, то именно эти факторы должны служить важными критериями выбора метода обучения. И.Я. Лернер и М.Н. Скаткин выделили пять методов обучения, причём в каждом из последующих степень активности и самостоятельности в деятельности обучаемых нарастает: объяснительно-иллюстративный (информационно-рецептивный), репродуктивный, метод проблемного изложения (проблемный метод), частично-поисковый (эвристический), исследовательский.

Для объяснительно-иллюстративного метода характерны следующие признаками: знания обучающимся предлагаются в «готовом» виде; учитель организует различными способами восприятие этих знаний; ученики осуществляют восприятие и осмысление знаний, фиксируют их в своей памяти. Здесь имеет место низкий уровень мыслительной активности обучающихся.

В репродуктивном методе обучения выделяют следующие признаки: знания обучающимся предлагаются в «готовом» виде; учитель не только сообщает знания, но и объясняет их; школьники сознательно усваивают знания, понимают их и запоминают. Критерием усвоения является правильное воспроизведение (репродукция) знаний. Необходимая прочность усвоения обеспечивается путём многократного повторения знаний. Основное назначение этого метода — формирование умений и навыков использования и применения полученных знаний. Деятельность обучаемых заключается в овладении приёмами выполнения действий, отдельных упражнений при решении задач и освоении инструкций, алгоритмов, образцов практических действий. Главное преимущество этого метода, как и рассмотренного выше объяснительно-иллюстративного метода, — экономность. Он обеспечивает возможность передачи значительного объёма знаний и развитие определённых групп умений за минимально короткое время и с небольшими затратами усилий. Прочность знаний фактов, ключевых понятий благодаря возможности их многократного повторения может быть значительной.

Метод проблемного изложения является переходным от исполнительской к творческой деятельности. На определённом этапе обучения ученики ещё не в силах самостоятельно решать проблемные задачи, а поэтому учитель показывает путь исследования проблемы, последовательно излагая её решение. И хотя обучающиеся при таком методе обучения скорее наблюдатели хода размышлений, они получают знания о способах разрешения познавательных затруднений. Следовательно, основное назначение метода заключается в раскрытии учителем в изучаемом материале различных проблем

и показе способов их разрешения. При этом акцент в деятельности школьников делается не столько на восприятие, осмысление, запоминание и воспроизведение готовых научных выводов, сколько на способе действий, на прослеживании логики доказательства, которую разворачивает учитель с помощью мыслительных операций (постановка проблемы, выдвижение гипотезы, осуществление доказательств и др.).

Частично-поисковый (эвристический) метод обучения характеризуется следующими признаками: знания ученикам не предлагаются в «готовом» виде, их нужно добывать самостоятельно; учитель организует не сообщение или изложение готовых знаний, а поиск новых с помощью разнообразных средств; обучающиеся под руководством учителя самостоятельно рассуждают, решают возникающие познавательные задачи, создают вместе с учителем и разрешают проблемные ситуации, анализируют, сравнивают, обобщают, делают выводы и прогнозы; в результате у учеников формируются осознанные прочные знания и важнейшие умения.

Метод получил название частично-поискового потому, что обучающиеся не всегда могут самостоятельно решить сложную учебную проблему. Часть информации сообщает учитель, часть ученики добывают самостоятельно, отвечая на поставленные вопросы или решая проблемные задания. Одной из модификаций данного метода является эвристическая беседа. С её помощью обучающиеся овладевают приёмами анализа учебного материала в целях постановки проблемы и нахождения путей её решения.

Исследовательский метод обучения сводится к тому, что учитель вместе с учениками формулирует проблему, решению которой посвящается отрезок учебного времени; готовые знания обучающимся не сообщаются. Они самостоятельно добывают их в процессе решения (исследования) проблемы, сравнения различных вариантов получаемых ответов. Средства для достижения результата также определяют сами обучающиеся, деятельность учителя сводится к оперативному управлению процессом решения проблемных задач, учебный процесс характеризуется

высокой интенсивностью и имеет исследовательский характер. В результате обучение сопровождается повышенным интересом, а полученные знания отличаются глубиной, прочностью, действенностью и системностью. В результате учебно-познавательная работа обучающихся способствует формированию научно-исследовательских умений.

Основное содержание метода заключается в обеспечении учителем условий для развития у обучающихся мотивации поисково-творческой деятельности, овладения ими методами научного познания, способами творческой деятельности. Деятельность школьников заключается в освоении ими приёмов самостоятельной постановки проблем, нахождения способов решения исследовательских заданий, а также в проверке и анализе полученных данных. Исследовательский метод обучения предусматривает творческое усвоение знаний, поэтому его использование связано со значительными затратами времени, энергии и требует педагогического мастерства учителя.

Очевидно, что первые два метода с точки зрения современных технологий обучения являются самыми неэффективными в организации учебного процесса, хотя они могут быть полезны при освоении значительного объёма фактического материала.

Изменение модели КИМ ЕГЭ, начатое 2017 г., является убедительным стимулом к преобладающему использованию в учебном процессе продуктивных методов обучения. Именно они помогают участникам экзамена дать ответ на нерепродуктивные, эвристические экзаменационные задания ЕГЭ. В качестве примера приведём задания 2021 г., решение которых возможно только при активном использовании в учебном процессе продуктивных методов обучения (примеры 12, 13).

Научить выполнять подобные задания, имея в методическом багаже только объяснительно-иллюстративный и репродуктивный методы, крайне затруднительно.

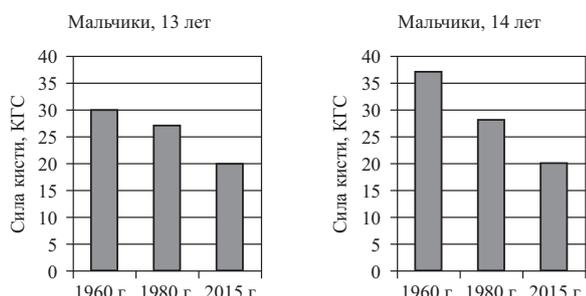
В контрольно-измерительных материалах ЕГЭ 2022 г. задания поискового, контекстного характера будут представлены в линиях 2, 21, 22, 25, 26. В задании 23 один из вопросов может быть также поискового характера. В связи с этим, планируя

Пример 12

Часть 1, задание 21

Проанализируйте диаграммы, на которых представлена мышечная сила в (КГС) правой кисти мальчиков в возрасте 13–14 лет в разные годы.

Выберите все утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных. Запишите в ответе цифры, под которыми указаны выбранные утверждения.



- 1) Сила кисти рук прямо пропорциональна возрасту мальчиков.
- 2) Разница в силе правой кисти между 13- и 14-летними мальчиками из поколения в поколение сокращалась.
- 3) В каждом следующем поколении кисть у подростков становится слабее.
- 4) В прошлые периоды рост мальчиков был выше, чем в настоящее время.
- 5) Сила кисти рук подростков уменьшалась, так как они меньше занимались спортом.

Пример 13

Часть 2, задание 25

У морских костистых рыб, в отличие от пресноводных, капиллярные клубочки нефронов развиты слабо, и моча выделяется в небольшом количестве. Пресноводные рыбы выделяют 50–300 мл мочи на 1 кг массы тела в сутки, тогда как морские — только 0,5–20 мл. Чем объясняются такие особенности анатомии и физиологии морских костистых рыб? Ответ поясните.

учебный процесс на ближайший год, целесообразно предусмотреть использование продуктивных методов обучения биологии. Многолетняя педагогическая практика подсказывает, что наибольший успех в применении этих методов достигается в процессе изучения научных биологических теорий, например клеточной, хромосомной, эволюционной, рефлекторной, теории иммунитета. Знакомство с ними позволит ученикам вместе с учителем историю создания в контексте имевшегося на тот момент научного знания, осмыслить творческий поиск учёных, которые и привели к появлению научной теории в биологии, а также определить её место в общей системе естественнонаучной картины мира.

Наряду с разнообразными методами в курсе биологии широко применяются следующие виды средств обучения:

- натуральные объекты (живые растения и животные, коллекции, влажные и остеологические препараты, гербарии, таксидермический материал, микропрепараты);
- печатные (учебники и учебные пособия, книги для чтения, рабочие тетради, атласы, раздаточный материал и т.д.);

- электронные образовательные ресурсы (мультимедийные учебники, сетевые образовательные ресурсы, мультимедийные универсальные энциклопедии и т.п.);
- аудиовизуальные (слайды, слайд-фильмы, видеофильмы образовательные, учебные кинофильмы, учебные фильмы на цифровых носителях (Video-CD, DVD, BluRay, HDDVD и др.);
- изобразительные средства (плакаты, карты настенные, иллюстрации настенные, муляжи, макеты, модели в разрезе, модели демонстрационные);
- учебные приборы (микроскоп и др.).

Главным недостатком в преподавании биологии является то, что многие учителя биологии крайне неэффективно используют или вообще не используют имеющийся у них арсенал современных средств обучения. Отдельно следует отметить полное отсутствие на уроках натуральных объектов, которые заменяются различными аудиовизуальными средствами, что представляется недопустимым, так как у обучающихся искажаются представления об объектах живой природы.

Приведём пример задания линии 23, которое выполняли участники ЕГЭ 2021 г.

В задании проверялись умения работать с изображением объекта, определять и описывать его.

Пример 14

На рисунках изображены отпечатки листа, семени и реконструкция вымершего растения, обитавшего 350–285 млн лет назад.



Используя фрагмент «Геохронологической таблицы», определите, в какой эре и каких периодах обитал данный организм. Это растение имеет признаки двух отделов, последовательно сформировавшихся в ходе эволюции. Назовите эти отделы. Какие черты внешнего строения позволяют отнести изображённое растение к этим отделам? Как называют группу вымерших растений, имевших такие признаки?

Важнейшим условием успешного выполнения этого и подобных заданий является узнавание (определение) изображённого объекта. Без отработанных на уроках, во время лабораторных и практических работ, умений выполнение задания становится затруднительным. Отметим, что в перечень учебного оборудования в кабинете биологии включён набор палеонтологических муляжей с отпечатками ископаемых растений и животных (см. приказ Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 465 «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования, соответствующих современным условиям обучения, необходимого при оснащении общеобразовательных организаций в целях реализации мероприятий по содействию созданию в субъектах Российской Федерации (исходя из прогнозируемой потребности) новых мест в общеобразовательных организациях, критериев его формирования и требований к функциональному оснащению, а также норматива стоимости оснащения одного места обу-

чающегося указанными средствами обучения и воспитания»). Можно предположить, что на уроках биологии при изучении темы «Возникновение и развитие жизни на Земле» многим обучающимся данный набор не демонстрировался и практическая работа с ним не проводилась, хотя подобные задания используются в ЕГЭ с 2018 г.

Практика использования рисунков (изображений) в заданиях ЕГЭ будет продолжена. Так, в 2022 г. участники экзамена встретятся с изображениями объектов (их частей) в следующих заданиях линий: 5, 7, 9, 12, 20, 21, 22, 23, 25, 26. Очевидно, что при разработке поурочных материалов необходимо использовать перечень необходимых средств обучения, чтобы обучающиеся смогли ознакомиться не только с изображениями объектов, но и различными коллекциями, влажными и остеологическими препаратами, гербариями, микропрепаратами и т.д.

Форма организации обучения — это способ упорядочивания взаимодействия участников обучения. Обычно выделяют три группы форм обучения: фронтальные, групповые, индивидуальные. Фронтальные осуществляются в рамках классно-урочной и лекционно-семинарской систем обучения, а групповые и индивидуальные преимущественно присутствуют во внеурочной или внеклассной. Выбор учителем формы обучения диктуется условиями, в которых тот находится. Главное в этой ситуации заключается в том, чтобы преподаватель понимал, в каком конкретном случае стоит организовать ту или иную форму обучения, а также владел методическими приёмами, которые наиболее эффективно применимы для каждого конкретного случая взаимодействия участников обучения.

Отбор предметного содержания для предэкзаменационного повторения является ключевым для достижения цели — получения максимального результата оценочной процедуры. Он зависит от множества факторов, но чаще всего от времени. Именно оно диктует правила отбора учебного материала для повторения и его последовательность. За много лет процедуры ЕГЭ всем хорошо известны структура КИМ и её содержательное наполнение, которое определяется спецификацией и кодификатором. Поэтому рекомендуется соотносить

учебный материал с содержанием этих документов.

Рассмотрим конкретный пример организации повторения учебного материала. Повторение рекомендуется начинать с клеточной теории — исторически первой, с которой связано возникновение биологии как самостоятельной науки, на фундаменте которой выросла комплексная специальная наука о клетке — цитология. В школьном курсе биологии основные положения клеточной теории сформулированы в готовом виде и по большому счёту никак не связаны в дальнейшем со строением клетки и её органоидов, материалом по эмбриологии, физиологии, биологии развития, эволюции, хотя в них присутствует по умолчанию. Между тем выявление исторических истоков (философские и натурфилософские идеи, естественнонаучные открытия) и возможностей самой клеточной теории, использование продуктивных методов обучения — важные резервы повышения качества биологического образования, придания знаниям и умениям обучающихся системного характера, совмещения усвоения знаний с деятельностью по их приобретению, осмыслению и применению.

Отдельно следует выделить интегрирующую роль клеточной теории. Изучение химического состава клетки, обмена веществ, структурно-функциональной организации, развития клетки, формирование тканей и многоклеточного организма базируется на положениях клеточной теории. Вместе с тем становлению современной клеточной теории в значительной степени способствовали открытия в области химии, физики, технологии, теории управления (кибернетики). В свою очередь, развитие клеточной теории легло в основу формирования генетических закономерностей и основ эволюционной теории. В результате такой междисциплинарной научной интеграции формируется единство принципов причинности, системности и историзма.

Однако в реальности повторение содержания учебного материала по цитологии и используемые методы обучения биологии нередко представляют собой механическое слияние учебной информации, которую требуется заучить и вос-

произвести. В результате клеточная теория у большинства обучающихся ассоциируется с обобщённым образом «минимальной» клетки, которую учитель вместе с учениками наполняет конкретным содержанием при изучении растений, животных, грибов, бактерий. В результате целью изучения цитологии становится запоминание клеточных структур и их функций, различий между прокариотической и эукариотической клетками, растительной и животной клетками. Обучающиеся с хорошей памятью запоминают учебный материал и могут его воспроизвести. Они отвечают на конкретные задания, в которых необходимо охарактеризовать клеточные органоиды, стадии процессов фотосинтеза и энергетического обмена, фазы митоза и мейоза и т.д. При этом на вопросы, где требуется обобщение учебного материала из разных тем, отвечают правильно и набирают 3 балла не более 2–4% экзаменуемых. Приведём примеры таких заданий.

Пример 15

Какие ароморфозы в строении клетки обеспечили появление одноклеточных эукариотических организмов в процессе эволюции органического мира? Обоснуйте их значение.

Пример 16

Какое значение имело появление фотосинтеза в эволюции жизни на Земле? Ответ поясните.

При ответе на последний вопрос большинство участников ЕГЭ указало появление кислорода и озонового экрана, выход организмов на сушу. Лишь единицы обосновали переход на кислородный путь обмена веществ, усложнение клетки и появление многоклеточности.

Чтобы отказаться от такого механистического подхода к пониманию клеточной теории и основ цитологии, следует начать формировать у обучающихся холистический подход, подразумевающий объяснение механизма координации деятельности клетки, позволяющий связать воедино важнейшие процессы её жизнедеятельности для обеспечения функционирования клетки в целом. Важно показать, что клеточная теория — основа для структурирования знаний о процессах жизни

и эволюции, что именно в клетке осуществляются основные реакции обмена веществ, а каждый физиологический процесс имеет свою материальную физико-химическую основу. Развивая представление о клеточной теории, следует увязать роль клетки как основы индивидуального развития многоклеточного организма, носителя наследственных структур (хромосом, генов), равномерное распределение которых обеспечивает передачу наследственных признаков из поколения в поколение. Заключительной проекцией должна стать идея непрерывности клеточного цикла, которая является одной из ключевых предпосылок эволюции живой природы. Клеточный уровень жизни определил развитие других форм и уровней биологической организации природы, о которых подробно пойдёт речь при изучении следующих тем курса «Общая биология».

Выстроенная таким образом система изучения клеточной теории позволит глубже понять организацию и функционирование растительного и животного организмов, осмыслить и понять суть рефлекторной теории (строение и взаимодействие нейронов), теории иммунитета, показать роль различных видов лейкоцитов и их взаимодействий во внутренней среде организма человека.

Конкретизация положений клеточной теории в процессе изучения биологии должна происходить в нескольких направлениях:

- таксономическом (при разработке этого направления следует выйти на модель «минимально функциональных» клеток организмов прокариот и разных царств эукариот);

- морфологическом (это направление должно обеспечить движение от единой модели клеточной организации к разнообразию клеток: клеток-организмов, клеток-колоний, клеток растительных и животных тканей);

- физиологическом и биохимическом (переход от общего обзора функций к системному рассмотрению процессов в клетке и организме в их взаимосвязях);

- генетическом (движение от общей идеи о клетке как носителе генетической информации к понятию «хромосома», а от неё к понятию «ген»);

- эмбриологическому (от половых клеток к многоклеточному эмбриону, от увеличения числа клеток в начале процесса до их развития в зародышевые листки, далее в ткани и органы);

- эволюционном (движение по этапам эволюции жизни, появление самой клетки и её развитие, усложнение и появление многоклеточности, роль клеток в микроэволюционных процессах).

Всё изложенное выше позволяет заключить, что клеточная теория представляет собой стержень, вокруг которого может быть собран учебный материал по цитологии, молекулярной биологии, систематики, физиологии и эмбриологии, эволюции и генетике и который придаёт целостное единство их трактовке и пониманию.

Аналогичным образом следует организовать изучение синтетической теории эволюции и одновременно организовать повторение содержания разделов «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники» и «Животные». При изучении вопросов антропогенеза следует предварительно организовать повторение материала по разделу «Человек и его здоровье». Освоив содержание одной темы или раздела, осмыслив внутренние связи, заложенные между понятиями, можно перейти к изучению следующих разделов и тем курса «Биология». При этом необходимо постоянно возвращаться к системообразующим теориям и законам, развивая их и наполняя новым содержанием.

Для успешного освоения учебного материала рекомендуется составление кратких схем и обобщающих таблиц, опорных конспектов, которые позволят систематизировать учебный материал и лучше его понять и запомнить. При этом многие схемы, таблицы, конспекты могут составлять сами обучающиеся, развивая метапредметные умения и навыки и прорабатывая изученный материал.

Промежуточный контроль можно осуществлять, используя задания из открытого банка ФИПИ. Для контроля можно использовать все типы заданий, представленных в банке, а не только соответствующие актуальной экзаменационной модели ЕГЭ. Так, задания с выбором одного верного ответа, которые

в настоящее время отсутствуют в вариантах ЕГЭ, можно рекомендовать обучающимся для самоконтроля в качестве домашнего задания, а на уроках использовать другие формы заданий. Задания с развёрнутым ответом лучше использовать на уроках при проработке проблемных вопросов. Коллективное обсуждение, дискуссия в процессе поиска правильного решения, выстраивание логической последовательности ответа будут способствовать не только лучшему усвоению и пониманию учебного материала, но и развитию у школьников умений анализировать предложенную информацию, объяснять, аргументировать свой ответ. Постоянный тренинг с последующим обсуждением проблемных заданий даст положительный эффект при подготовке к ЕГЭ.

Экзаменационная модель ЕГЭ 2022 г. по биологии ориентирована на оценку сформированности у обучающихся основ целостной научной картины мира и включает в себя требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы базового и углублённого уровней.

Согласно ФГОС СОО, на базовом уровне освоения учебного предмета «Биология» обучающиеся должны демонстрировать:

1) сформированность представлений о роли и месте биологии в современной научной картине мира, понимание роли биологии в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

2) владение основополагающими понятиями и представлениями о живой природе, её уровневой организации и эволюции; уверенное пользование биологической терминологией и символикой;

3) владение основными методами научного познания, используемыми при биологических исследованиях живых объектов и экосистем: описание, измерение, проведение наблюдений; выявление и оценку антропогенных изменений в природе;

4) сформированность умений объяснять результаты биологических экспериментов, решать элементарные биологические задачи;

5) сформированность собственной позиции по отношению к биологической

информации, получаемой из разных источников, к глобальным экологическим проблемам и путям их решения.

Изучение биологии на углублённом уровне должно способствовать у обучающихся:

1) сформированности системы знаний об общих биологических закономерностях, законах, теориях;

2) сформированности умений исследовать и анализировать биологические объекты и системы, объяснять закономерности биологических процессов и явлений, прогнозировать последствия значимых биологических исследований;

3) владению умениями выдвигать гипотезы на основе знаний об основополагающих биологических закономерностях и законах, о происхождении и сущности жизни, глобальных изменениях в биосфере, а также проверять выдвинутые гипотезы экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;

4) владению методами самостоятельной постановки биологических экспериментов, описания, анализа и оценки достоверности полученного результата;

5) сформированности убеждённости в необходимости соблюдения этических норм и экологических требований при проведении биологических исследований.

Обновлённая модель КИМ ЕГЭ 2022 г. по биологии опирается на методологию научного познания (оцениваются не только фактологические знания по биологии, но и понимание обучающимися процесса их получения, способность интерпретировать, интегрировать и использовать их) и акцентирует практическую ориентированность заданий, которые предполагают проверку умений применять имеющиеся знания в различных жизненных ситуациях и объяснять разнообразные процессы и явления живой природы.

Модель КИМ ЕГЭ 2022 г. по биологии реализует деятельностный подход. Объектом оценки выступают предметные результаты освоения биологии, выраженные в деятельностной форме. Данный подход является логическим продолжением модели контрольных измерительных материалов ОГЭ, поэтапно вводимых в процедуру аттестации обучающихся,

на основе ФГОС ООО с учётом ПООП ООО по биологии начиная с 2020 г.

С учётом современных тенденций развития биологического образования в содержание экзаменационной работы включены задания на проверку предусмотренных программой прикладных знаний по биотехнологии, молекулярной биологии, цитологии, селекции организмов, охраны природы, а также физиологии человека, животных, растений, грибов и микроорганизмов.

Задания в экзаменационной работе ориентированы на проверку сформированности у обучающихся таких способов деятельности, как применение понятийного аппарата и теоретических знаний при объяснении широкого спектра биологических процессов и явлений, анализ биологической информации, представленной в разных формах (текст, схемы, статистические данные в форме таблиц, графиков,

диаграмм, модели, изображения и др.), применение элементарных методологических умений, в том числе умений анализировать ход виртуального биологического эксперимента и формулировать выводы по его результатам.

В экзаменационную модель ЕГЭ 2022 г. в части 1 линии 2 включены новые задания, а в части 2 видоизменены задания в линии 22.

Задания линий 2 и 22 направлены на проверку умений, связанных с экспериментальной деятельностью: определять контролируемые параметры эксперимента или способов повышения надёжности экспериментального метода; объяснять механизмы контроля параметров эксперимента или реальные биологические закономерности, выявленные в ходе экспериментальной или практической детальности в области биологии.

Пример задания линии 2

Экспериментатор поместил зерновки пшеницы в сушильный шкаф. Как при этом изменятся концентрация солей и количество воды в клетках семян?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация солей	Количество воды

Пример задания линии 22

Экспериментатор решил исследовать изменения, происходящие с эритроцитами, помещёнными в растворы с различной концентрацией хлорида натрия (NaCl). Перед началом эксперимента он выяснил, что концентрация NaCl в плазме крови составляет 0,9%. В рамках эксперимента он распределил кровь по двум пробиркам, в каждую из которых добавил растворы NaCl с различной концентрацией в соотношении 1:1 (на 1 мл крови — 1 мл раствора NaCl). По результатам наблюдений экспериментатор сделал рисунки эритроцитов А и Б. Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от этого (зависимая переменная)? Какие изменения произошли с эритроцитом в пробирке Б? Объясните данное явление. Раствор какой концентрации NaCl был добавлен в пробирку на рис. А, а какой — в пробирку на рис. Б?

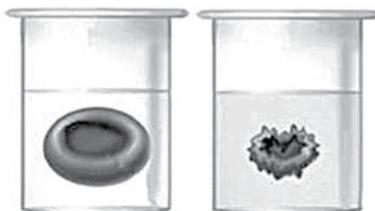


Рис. А

Рис. Б

Линии 5 и 6 экзаменационной работы 2022 г. будут дополнены мини-тестами с рисунками (например, часть модуля «Клетка и организм как биологическая система»).

Иные заявленные изменения в перспективную модель КИМ ЕГЭ на основе ФГОС планируется вносить в 2023–2024 гг. с учётом результатов ЕГЭ 2022 г.

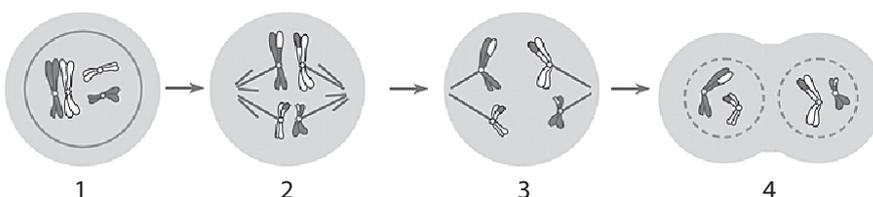
Примеры заданий линий 5 и 6 (мини-тест)

5. Каким номером на рисунке обозначена фаза мейоза, нарушение механизмов которой может привести к появлению трисомии у потомков?

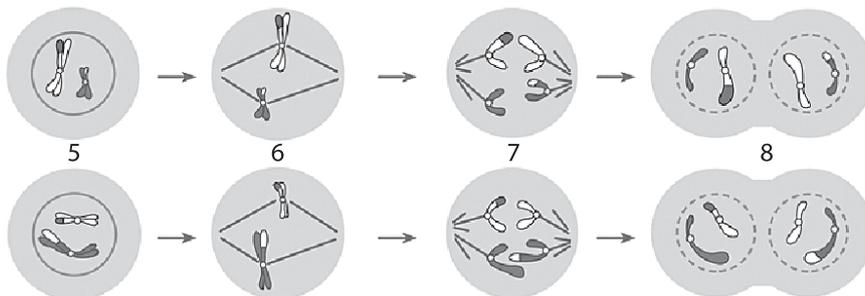
Ответ: _____.

6. Установите соответствие между признаками и фазами мейоза, обозначенными цифрами на схеме выше: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Первое деление мейоза



Второе деление мейоза



ПРИЗНАКИ

- А) Формируется два гаплоидных ядра
- Б) Происходит кроссинговер
- В) Начинает формироваться веретено деления
- Г) В экваториальной плоскости выстраиваются биваленты
- Д) Происходит конъюгация хромосом
- Е) Укорачиваются нити веретена деления

ФАЗЫ МЕЙОЗА

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

Поэтапная модернизация контрольных измерительных материалов экзаменационной работы по биологии обеспечит выпол-

нение задач, обозначенных во ФГОС СОО, позволит учесть современные тенденции естественнонаучного образования.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

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

**Снастина
Марина Геннадьевна**

учитель химии ГБОУ города Москвы «Школа № 1935» заместитель руководителя комиссии по разработке КИМ для ГИА по химии, fipi@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по химии, основные результаты ЕГЭ по химии в 2021 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий, изменения КИМ ЕГЭ-2022 по химии

Отбор содержания КИМ ЕГЭ 2021 г. по химии в целом осуществлялся с учётом тех общих установок, на основе которых формировались экзаменационные модели предыдущих лет.

Содержание заданий и уровень их сложности в полной мере соответствовали федеральному компоненту государственного стандарта среднего (полного) общего образования по химии, базового и профильного уровней.

Как и в прежние годы, объектом контроля в рамках ЕГЭ является система знаний основ неорганической, общей и органической химии. Задания по указанным разделам курса различались по форме предъявления условия, виду требуемого ответа, уровню сложности, а также по способам оценки их выполнения. Количество заданий той или иной группы в общей структуре КИМ было определено с учётом следующих факторов: а) глубина изучения проверяемых элементов содержания учебного материала как на базовом, так и на повышенном уровнях; б) требования к планируемым результатам обучения — предметным знаниям, предметным умениям и видам учебной деятельности.

В целях обеспечения возможности дифференцированной оценки учебных достижений выпускников КИМ ЕГЭ осуществляют проверку освоения основных образовательных программ по химии на трёх уровнях сложности: базовом, повышенном и высоком. Каждое задание базового уровня сложности независимо от формата, в котором оно представлено, ориентировано на проверку усвоения только одного или двух элементов содержания. Однако, как показывают результаты экзамена, это не означает, что их следует отнести к категории лёгких, не требующих особых усилий для поиска верного ответа. Напротив, выполнение любого из этих заданий предполагает обязательный и тщательный анализ текста формулировки условия задания и обдумывание его химической сути. Кроме того, они, так же как и более сложные задания, требуют применения знаний в системе, а не только применения заранее подготовленных шаблонов.

В сравнении с заданиями предыдущей группы задания повышенного уровня предусматривают *выполнение* разнообразных действий по применению знаний в изменённой, обновлённой ситуации (например, для анализа сущности изученных типов реакций), а также сформированность умений *систематизировать и обобщать* полученные знания. В экзаменационной работе предложена только одна разновидность этих заданий: на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах.

Для оценки сформированности интеллектуальных умений *высокого уровня*, таких как *устанавливать* причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний (например, между составом, строением и свойствами веществ), *формулировать* ответ в определённой логике с аргументацией сделанных выводов и заключений, используются задания высокого уровня сложности с *развёрнутым* ответом.

Задания *высокого уровня*, в отличие от заданий двух предыдущих типов, предусматривают комплексную проверку усвоения на углублённом уровне нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков. Именно данный подход к построению заданий обеспечивает высокую дифференцирующую способность, не выходя за рамки действующей нормативной базы. Практически все задания данного типа предусматривают творческое применение знаний, в том числе в нестандартной ситуации. Сложность также создаётся и посредством того, что алгоритм решения тренировочных заданий невозможно автоматически применить к заданию экзаменационного варианта, так как каждое из них имеет индивидуальный алгоритм решения с учётом конкретных данных в условии задания.

Учебный материал, на основе которого строились задания КИМ ЕГЭ по химии, отбирался по признаку его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы. Особое внимание при конструировании заданий было уделено усилению деятельностной и практико-ориентированной составляющих их содержания. Именно эти аспекты значительно снижают эффективность

многократного прорешивания заданий, которым нередко подменяется системное изучение предмета с опорой на знания, формируемые в процессе проведения реального химического эксперимента. Данный подход будет сохранён и в экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2022 г. В нём также будет усилено внимание проверке сформированности умения комбинировать различные виды деятельности: анализировать и сравнивать, классифицировать и обобщать, демонстрировать умения читательской грамотности и проводить расчёты.

Важное значение в системе КИМ ЕГЭ по химии играют задания, направленные на проверку достижения метапредметных планируемых результатов, в частности умения работать с информацией, представленной в различной форме. И если в 2021 г. основными формами предъявления информации были текст и схема, а работа с таблицами предусматривалась в качестве вспомогательного вида деятельности, то в 2022 г. в экзаменационный вариант будут включены два задания с таблицами.

Как и в прошлые годы, большое внимание в экзаменационных вариантах уделяется проверке умений, формируемых в процессе проведения реального химического эксперимента. Так, приводимые в условиях заданий описания признаков протекания химических реакций нередко вызывают затруднения именно у экзаменуемых с недостаточным опытом экспериментальной деятельности или с недостаточно сформированным умением преобразовывать информацию из одной формы в другую.

Особую роль в экзаменационных вариантах играют расчётные задачи. Для их решения от экзаменуемых требовалось продемонстрировать не только умения работать с количественными данными и использовать формулы, отражающие взаимосвязь физических величин, но и умение осуществлять математические расчёты с использованием переменных. Такое разнообразие видов деятельности, которое должны были продемонстрировать экзаменуемые, позволило достаточно чётко дифференцировать их по уровню подготовки.

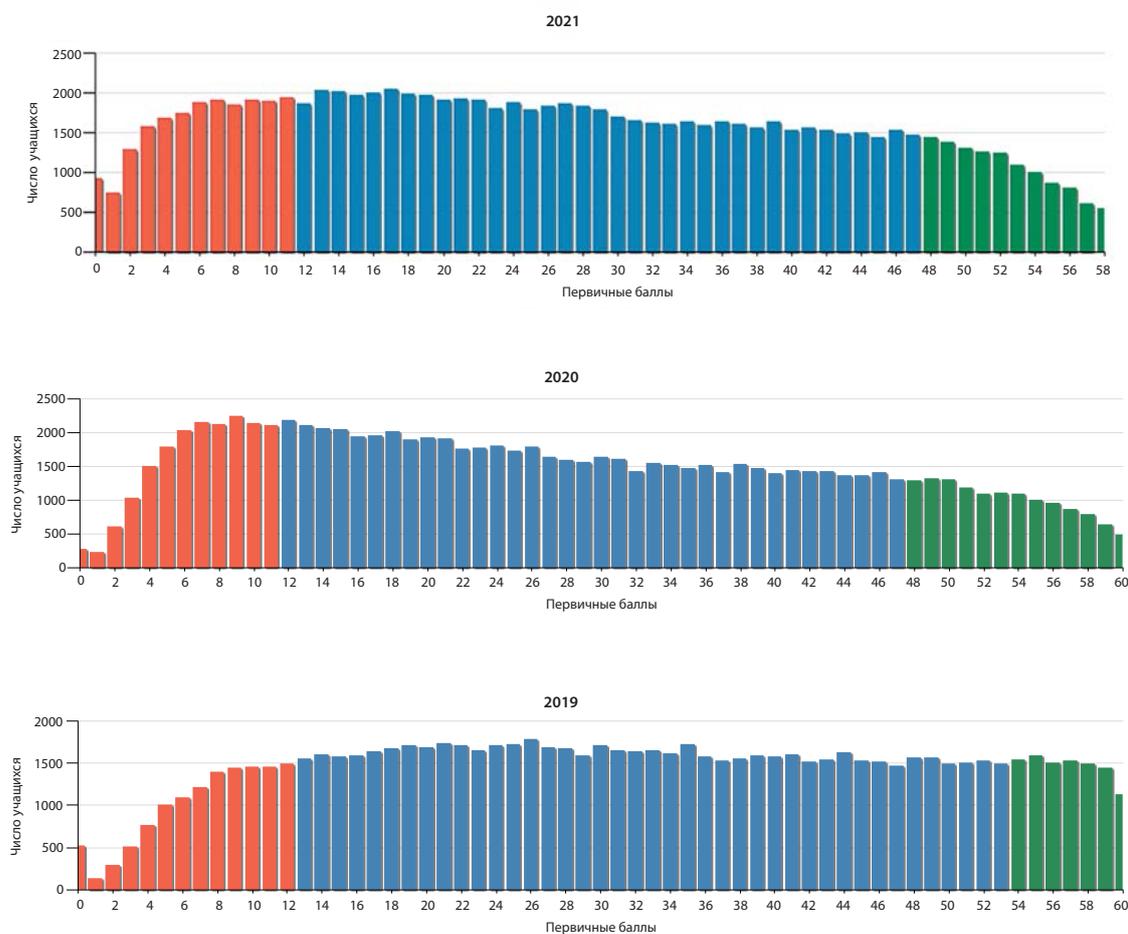


Рис. 1.

В экзаменационную работу 2021 г. по сравнению с работой 2020 г. структурных изменений и изменений в моделях используемых заданий внесено не было. Для двух заданий изменён подход к записи ответа: в заданиях 19 и 20 снято указание на точное количество правильных элементов ответов, которые необходимо выбрать. Данный шаг практически устраняет формализм в аналитической работе экзаменуемых при выборе правильных ответов. В заданиях 10 и 18 изменены шкалы оценивания: они переведены из двухбалльных в однобалльные. Это обусловлено существенным повышением за последние годы процента выполнения указанных заданий, а также уменьшением значения показателя дифференцирующей способности для первого элемента ответа: как правило, экзаменуемый, выполнивший первый элемент ответа, справлялся и со вторым.

Указанные изменения привели к уменьшению максимального балла, который можно получить за выполнения всех заданий: он составил 58 баллов.

В основном периоде ЕГЭ по химии 2021 г. приняли участие 95 474 человек (в 2020 г. — 91 202 человека; 2019 г. — 97 435 человек).

Не произошло существенных изменений и в основных результатах 2021 г.

На рисунке 1 и в таблице 1 приведено распределение первичных и тестовых баллов ЕГЭ 2021–2019 гг.

Результаты завершившегося экзаменационного периода сопоставимы с результатами экзаменов прошлых лет. Характер распределения первичных баллов в 2021 г. незначительно изменился в сравнении с распределением баллов в 2020 г.: наблюдается некоторое увеличение доли выпускников, набравших наиболее низкие баллы,

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2021	54,03	10,05%	14,49%	34,65%	28,48%	12,33%
2020	54,49	9,01%	16,49%	34,06%	26,96%	14,35%
2019	55,55	7,33%	16,08%	34,11%	32,13%	10,98%

а также незначительное снижение доли высокобалльников.

При этом в 2021 г. не произошло значимого изменения среднего балла экзаменуемых: он составляет 54 балла. Данные результаты свидетельствуют о преемственности в содержании и уровне сложности заданий экзаменационных вариантов последних лет.

Результаты ЕГЭ 2019–2021 гг. по всем диапазонам тестовых баллов сопоставимы.

Ещё один показатель, который также не претерпел существенных изменений, — минимальный балл ЕГЭ по химии. При сохранении на прежнем уровне его значения (в 2021 и 2020 гг. он составил 36 тестовых (12 первичных) баллов) доля выпускников, не преодолевших минимального балла, составила 20,31% (в 2020 г. — 20,70%).

Общие статистические данные 2021 г., как и в предыдущие годы, свидетельствуют о существовании определённого количества заданий, которые способны выполнить экзаменуемые с низким уровнем подготовки. Среди заданий базового уровня не вызвали существенных затруднений те из них, которые образуют фундамент химических знаний. Прежде всего, они проверяют усвоение таких элементов содержания, как закономерности изменения свойств химических элементов и образуемых ими соединений по группам и периодам Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, виды химической связи и типы кристаллических решёток, классификация веществ, гидролиз, генетическая связь между веществами.

В 2021 году, как и в 2020 г., среди заданий повышенного и высокого уровней сложности наиболее успешно экзаменуемые справлялись с заданиями, контролирующими овладение следующими умениями: определять окислитель и восстановитель,

продукты электролиза; составлять уравнения реакций ионного обмена.

Результаты выполнения заданий 30 и 31, в которые в 2020 г. были внесены уточнения, были выполнены на сопоставимом с результатами прошедшего года уровне. Традиционные затруднения выпускники испытывали при выполнении заданий 34 и 35. В каждом из них предусмотрена запись уравнений реакций, проведение расчётов и выстраивание логических цепочек рассуждений с учётом всех данных, приведённых в условии задания. Такие взаимосвязанные действия, базирующиеся на установлении причинно-следственных связей, доступны только для наиболее подготовленных экзаменуемых.

Экзаменационная работа содержала задания, различные по формату предъявления условий, уровню сложности и форме предъявления ответа к заданиям. Задания базового и повышенного уровней сложности были включены в часть 1 экзаменационной работы, часть 2 содержала задания высокого уровня сложности, предполагающие написание полного развёрнутого ответа к ним.

Задания части 1 традиционно были сгруппированы по четырём тематическим блокам:

- «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»;

- «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»;

- «Органические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»;

■ «Химическая реакция»; «Методы познания в химии»; «Химия и жизнь»; «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Рассмотрим результаты выполнения заданий, которые проверяли усвоение элементов содержания каждого из этих содержательных блоков.

Блок «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»

Задания, проверяющие усвоение элементов содержания, относящихся к данному блоку, были расположены в самом начале экзаменационной работы (линии 1–4). Статистические результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 2.

По приведённым результатам видно, что наиболее успешно экзаменуемые выполнили задание с порядковым номером 2. Это говорит о том, что они понимают смысл Периодического закона Д.И. Менделеев, могут использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, свойств химических элементов и их соединений, могут объяснить зависимость этих свойств от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева.

С заданиями 1, 3 и 4 экзаменуемые справились менее успешно. Рассмотрим характерные затруднения на примерах конкретных заданий.

Пример 1

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов.

1) Mn 2) Sc 3) F 4) Si 5) P

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

- 1** Определите элементы, атомы которых в основном состоянии **не содержат** неспаренных электронов во внешнем слое. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

1	2
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
51,4	20,8	82

Выполнение данного задания предполагает написание электронной конфигурации приведённых в условии задания атомов химических элементов. Экзаменуемые должны показать прочное овладение умением составлять модели электронной структуры атомов *s*-, *p*- и *d*-элементов, оформленные с помощью ячеек, так как

Таблица 2

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояния атомов	58,3
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам	64,5
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	52,9
4	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	57,2

только анализ таких моделей позволяет выявить требуемые химические элементы. Обратим также внимание и на уровень сформированности читательской грамотности экзаменуемых, выполнявших это задание. В условии задания указан «внешний электронный слой», поэтому надо рассматривать строение именно этого слоя у *d*-элементов — марганца и скандия. Некоторые экзаменуемые (12%) ошибочно указали в качестве ответа элементы марганец и фтор, так как они расположены в одной группе.

Пример 2

3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между значениями их высшей и низшей степеней окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

4	5
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
40,5	14,7	73,7

Выполнение данного задания требует сформированности умения определять степень окисления химического элемента по его положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, а также овладения математическими понятиями и сформированности вычислительных навыков уровня основной школы. Можно говорить о метапредметной направленности подобных заданий. Результаты выполнения задания говорят о том, что даже некоторые экзаменуемые с сильной подготовкой испытали определённые затруднения при его выполнении.

Блок «Неорганическая химия»

В части 1 экзаменационной работы были представлены задания, проверяющие усвоение знаний этого содержательного блока, как базового, так и повышенного уровней сложности. Результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 3.

Представленные результаты показывают, что все элементы содержания этого блока достаточно прочно усвоены выпускниками, выполнявшими экзаменационную работу. Выпускники прочно овладели умениями классифицировать неорганические вещества, характеризовать общие и специфические химические свойства конкретных неорганических веществ. Наибольшей дифференцирующей способностью обладали задания повышенного уровня сложности с порядковыми номерами 8 и 9. При выполнении этих заданий экзаменуемым необходимо было применить знания о свойствах конкретных веществ, принадлежащих к разным классам. Это означает, что необходимо учитывать как кислотно-основные свойства вещества, так и его способность проявлять свойства окислителя или восстановителя. Рассмотрим затруднения, которые испытывали экзаменуемые на примерах конкретных заданий.

Пример 3

8 Установите соответствие между веществом и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) Cl_2	1) Ag, HNO_3, H_2SO_4
Б) $BaBr_2$	2) $H_2O, KOH, NaOH$
В) SO_2	3) $SO_3, NaOH, KOH$
Г) ZnO	4) $Na_2SO_3, Al_2(SO_4)_3, AgNO_3$
	5) O_2, Br_2, N_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
2	4	2	3

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
48,6	12,7	84,6

Таблица 3

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения	
		задания базового уровня сложности	задания повышенного уровня сложности
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	73,6	
6	Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа; характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	64,0	
7	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, (солей: средних, кислых, основных, комплексных); электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах; сильные и слабые электролиты, реакции ионного обмена	69,2	
8, 9	Характерные химические свойства простых веществ, оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, (солей: средних, кислых, основных, комплексных); электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах; сильные и слабые электролиты, реакции ионного обмена		49,5 53,0
10	Взаимосвязь неорганических веществ	67,8	

Пример 4

- 9 Установите соответствие между исходными веществами и продуктом(-ами), который(-е) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Zn и NaOH (при сплавлении)
 Б) ZnSO₄ (изб.) и NaOH
 В) ZnO и NaOH (р-р)
 Г) ZnSO₄ и NaOH (изб.)

ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1) Na₂ZnO₂ и H₂O
 2) Na₂[Zn(OH)₄] и H₂
 3) Na₂[Zn(OH)₄] и Na₂SO₄
 4) Zn(OH)₂ и Na₂SO₄
 5) Na₂ZnO₂ и H₂
 6) Na₂[Zn(OH)₄]

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
5	4	6	3

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
47,3	9,8	89,8

Наибольшее число выпускников, выполнивших это задание (20,2%), допустило ошибку при выборе реагентов для хлора — выбрали ответ 1. Они не учли окислительные свойства хлора, которые он проявляет в реакции с водой и со щелочами (ответ 2), а также не обратили внимания на то, что в ответе 1 присутствуют сильные окислители (HNO_3 , H_2SO_4), с которыми хлор не может реагировать (пример 3).

Наибольшие затруднения вызвало определение продуктов реакции оксида цинка с раствором щёлочи (пример 4). Некоторые выпускники (7%) не учли то, что реакция протекает в растворе, и ошибочно выбрали в качестве продуктов Na_2ZnO_2 и H_2O (ответ 1). Ещё 5,6% выпускников ошибочно выбрали продукты $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и H_2 , при этом они не учли, что оксид цинка не может восстановить водород.

Пример 5

12 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются изомерами циклогександиола-1,2.

- 1) циклогексанон
- 2) 2-метилпентановая кислота
- 3) этилбутират
- 4) гександиол-1,3
- 5) бензойная кислота

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

2	3
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
49,5	4,9	91,9

Пример 6

14 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует и этиленгликоль, и уксусная кислота.

- 1) гидроксид меди(II)
- 2) серебро
- 3) карбонат калия
- 4) оксид магния
- 5) калий

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

1	5
---	---

Статистические данные выполнения задания следующие.

Ответ	15	13	35	14
Процент выпускников	46,0	10,9	9,8	7,9

Блок «Органическая химия»

Задания данного блока проверяли усвоение знаний элементов содержания органической химии как на базовом, так и на повышенном уровнях сложности. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 4.

Результаты свидетельствуют о том, что элементы содержания курса органической химии усвоены выпускниками несколько хуже, чем элементы содержания курса неорганической химии. Выполнение каждого из заданий этого блока требует уделять первостепенное внимание классификационной принадлежности и химическому строению вещества. Отметим, что задания, ориентированные на проверку знания теории строения органических веществ, недостаточно прочно усвоены выпускниками. Приведём пример конкретного задания (пример 5, 6).

Таблица 4

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения	
		задания базового уровня сложности	задания повышенного уровня сложности
11	Классификация органических веществ, номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	62,6	
12	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная); взаимное влияние атомов в молекулах; типы связей в молекулах органических веществ, гибридизация атомных орбиталей углерода; радикал, функциональная группа	52,1	
13	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов	60,5	
14	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений	42,5	
15	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот; важнейшие способы получения аминов и аминокислот; биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки		47,9
16	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов		53,6
17	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений		48,5
18	Взаимосвязь углеводородов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений	54,3	

Умение тщательно проанализировать строение каждого из представленных в условии задания веществ проявили только выпускники с сильной подготовкой. Почти 13% экзаменуемых ошибочно указали в качестве изомеров циклогексанон и гександиол-1,3 (ответ 14). При этом они не учли в комплексе количество атомов кислорода в заданном веществе и наличие цикла атомов углерода. Ещё 11,4% выпускников дали частично неверный

ответ (24), что также указывает на то, что не было учтено количество атомов кислорода в заданном веществе. Ошибки, допущенные выпускниками при выполнении заданий, проверяющих усвоение химических свойств органических веществ, также свидетельствуют о том, что недостаточно сформированы умения анализировать строение органических веществ и на этой основе прогнозировать их химические свойства. Приведём пример задания (пример 6).

Результаты выполнения этого задания показывают, что применить в комплексе знания кислотных свойств каждого из заданных веществ и специфического свойства этиленгликоля (качественная реакция с гидроксидом меди(II)) смогло менее половины экзаменуемых. Многие выпускники выбирали ответ, ориентируясь только на свойства уксусной кислоты.

Блок «Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций»

Усвоение элементов содержания этого блока в части 1 экзаменационной работы проверялось с помощью заданий как базового, так и повышенного уровней сложности. Содержание условий этих заданий имеет прикладной и практико-ориентированный характер, в большинстве своём они проверяют усвоение фактологического материала.

Выполнение заданий предусматривало проверку сформированности умений: *использовать* в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; *планировать* проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ; *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 5.

Результаты выполнения заданий этого блока, представленные в таблице, позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания этого блока успешно усвоены экзаменуемыми. Но при этом надо отметить более низкие результаты выполнения заданий с порядковыми номерами 19 и 20. Рассмотрим их на примерах конкретных заданий (пример 7, 8).

Пример 7

19 Из предложенного перечня выберите все типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие серы с кислородом.

- 1) соединения
- 2) обратимая
- 3) экзотермическая
- 4) окислительно-восстановительная
- 5) гетерогенная

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: __1345__.

Ответ	1345	145	134	14
Процент выпускников	28,0	18,4	17,0	12,5

Пример 8

20 Из предложенного перечня выберите все внешние воздействия, которые оказывают влияние на скорость реакции образования оксида углерода(IV) из оксида углерода(II) и кислорода.

- 1) повышение давления в системе
- 2) уменьшение концентрации оксида углерода(IV)
- 3) уменьшение концентрации оксида углерода(II)
- 4) повышение температуры
- 5) увеличение концентрации кислорода

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

Ответ	1345	145	14	345
Процент выпускников	34,8	19,7	11,2	5,7

Таблица 5

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний % выполнения заданий	
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	44,9	—
20	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	36,9	—
21	Реакции окислительно-восстановительные	70,8	—
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	—	77,5
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	—	69,2
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	—	42,4
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	—	47,7
26	Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводородов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	44,2	—
27	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	52,8	
28	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Расчёты по термохимическим уравнениям	62,6	
29	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	54,9	

Определённые затруднения вызвали задания, проверяющие сформированность умений классифицировать химические реакции по различным классификационным принципам.

В условии задания не было указания на количество выбираемых правильных элементов ответа к нему. Это вызвало определённые затруднения у выпускников. Как

видно по результату выполнения задания, многие выпускники не смогли указать все необходимые классификационные признаки реакции, указанной в условии. Большинство из них затруднилось определить тип реакции по принципу изменения энергии (3) и принципу наличия границы раздела фаз (5).

Представленные результаты также показывают, что многие выпускники не смогли дать полный правильный ответ на это задание. Выполнение задания предусматривало применение знаний всех факторов, влияющих на скорость реакции, которая указана в условии задания. Результаты выполнения задания показывают, что многие выпускники не указали такой фактор, влияющий на скорость реакции, как уменьшение концентрации исходных веществ (3 и 5).

Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций

Результаты решения расчётных задач базового уровня сложности показывают, что экзаменуемые недостаточно прочно овладели умениями применять понятие «массовая доля вещества в растворе» и учитывать соотношение веществ, участвующих в реакции. Эти базовые умения во взаимосвязи необходимо также применить при решении задач высокого уровня сложности (порядковые номера заданий — 34 и 35) в части 2. Становится очевидным, что справиться с задачами высокого уровня сложности смогли лишь немногие выпускники, у которых наряду с хорошей химической подготовкой хорошо сформирована математическая грамотность. При решении задач (порядковый номер — 34) требовалось применить межпредметные умения по выявлению математической зависимости между заданными физическими величинами и составлению математического уравнения для поиска неизвестной величины. Выполнение задания 35 наряду с несложными математическими расчётами требовало установления химического строения органического вещества по описанию его некоторых химических свойств. Ниже представлены результаты решения расчётных задач.

Задания части 2 с развёрнутым ответом

Задания с развёрнутым ответом имеют своей целью дифференциацию наиболее подготовленных обучающихся и действительно статистически имеют самую высокую дифференцирующую способность. Выполнение каждого из элементов ответа на эти задания оценивается в 1 балл. Поэтому каждое из заданий имеет свою шкалу оценивания (от 2 до 5 баллов) в зависимости от количества элементов ответа. Выполнить задание высокого уровня сложности на максимальный балл удаётся только наиболее подготовленным обучающимся. Тем не менее даже некоторые экзаменуемые со слабой подготовкой приступают к выполнению этих заданий и могут получить 1–2 балла за выполнение отдельных элементов ответа. Статистические данные выполнения этих заданий показывают, что большинство экзаменуемых, выполнивших полностью эти задания, принадлежит к группе наиболее подготовленных выпускников и получает максимальные баллы за выполнение заданий, поскольку владеет следующими умениями: правильно выбирает реагирующие вещества, понимает сущность реакций ионного обмена и окислительно-восстановительных реакций, может представить текстовую информацию о химических реакциях в виде химических уравнений, а также составить уравнения реакций, иллюстрирующих схему превращений органических веществ. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 6.

По результатам выполнения экзаменационной работы в целом (полученный первичный балл) все экзаменуемые были распределены по четырём группам (табл. 7).

На рисунках 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий части 1 (с кратким ответом) и части 2 (с развёрнутым ответом) каждой группой участников ЕГЭ 2021 г.

Задание	Средний процент выполнения		Баллы за задание (%)			
	со слабой подготовкой	с сильной подготовкой	1	2	3	4
34	0,14	45,8	9,0	4,3	1,6	3,4
35	0,28	70,7	15,3	3,9	17,9	—

Таблица 6

№ задания	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение заданий (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	33,2	6,1	30,1	—	—	—
31	42,8	9,0	38,3	—	—	—
32	29,3	16,6	13,2	11,7	9,8	—
33	34,8	9,1	10,9	9,8	8,7	15,8

Таблица 7

Группы экзаменуемых	Набрали первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
1 группа	от 0 до 11 баллов	от 0 до 33	19,9
2 группа	от 12 до 30 баллов	от 34 до 60	38,9
3 группа	от 31 до 47 баллов	от 61 до 80	28,8
4 группа	от 48 до 58 баллов	от 82 до 100	12,5

Группа 1 — низкий уровень подготовки; экзаменуемые, которые не преодолели минимального балла (первичный балл: 0–11; тестовый балл: 0–33).

На рисунке 1 видно, что экзаменуемые из этой группы не смогли выполнить ни одного задания с успешностью 40% и выше. Можно отметить лишь несколько заданий, которые экзаменуемые выполнили сравнительно более успешно (выше 30%), чем остальные задания экзаменационной работы. Это задания

базового уровня сложности с порядковыми номерами 1, 2 и 7, с помощью которых проверялись такие элементы содержания, как:

- «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы» (задание 1; средний процент выполнения — 31,8);

- «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам Периодической системы химических элементов

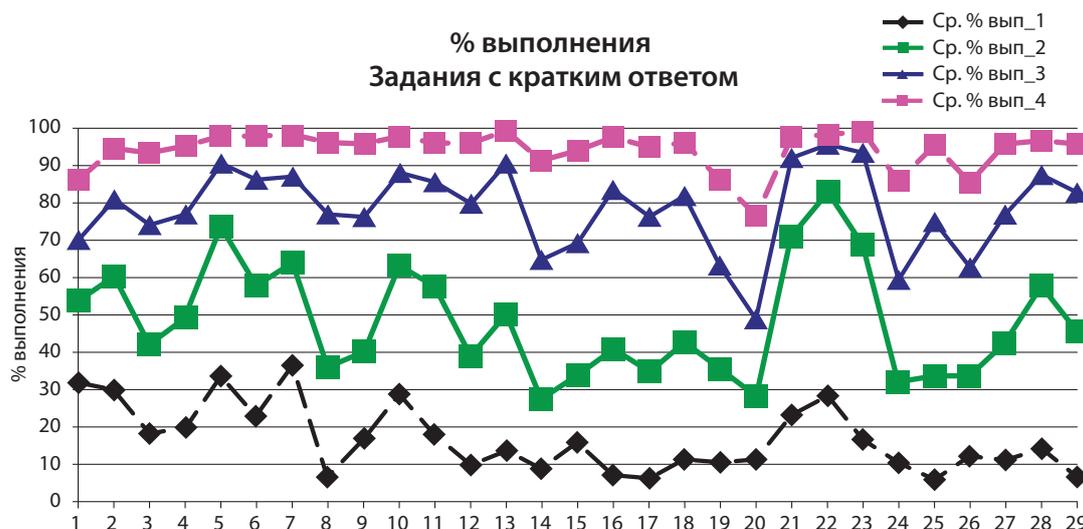


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2021 г. с различными уровнями подготовки

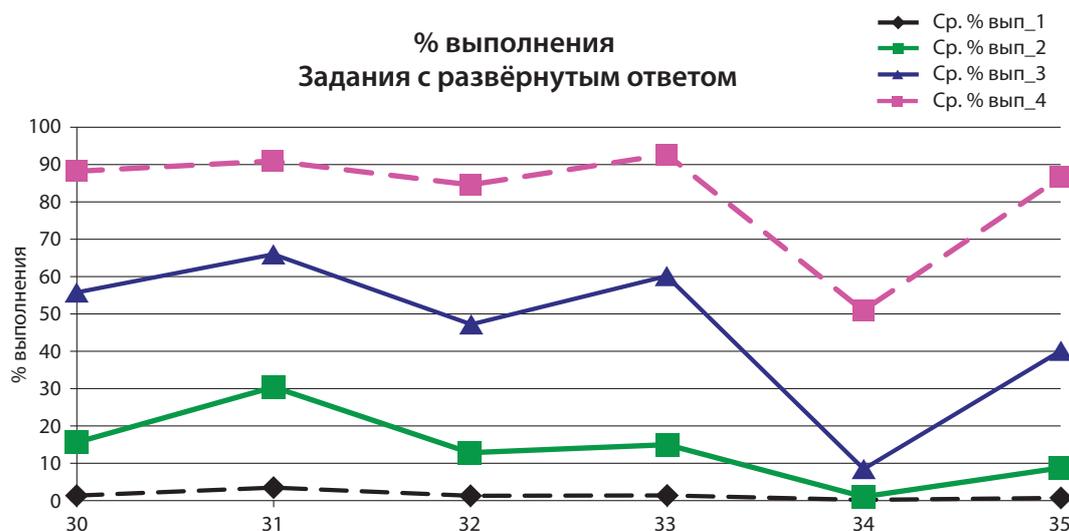


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2021 г. с различными уровнями подготовки

Д.И. Менделеева (задание 2; средний процент выполнения — 29,9);

- «Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей (средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка); реакции ионного обмена» (задание 7; средний процент выполнения 36,3).

Обратим внимание на то, что эти элементы содержания изучались ещё в курсе химии основной школы. Выполняя эти задания, экзаменуемые продемонстрировали овладение такими умениями, как: характеризовать строение электронных оболочек атомов, определять число неспаренных электронов в атомах, сравнивать строение атомов между собой; устанавливать зависимость свойств химических элементов и их соединений от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; характеризовать химические свойства неорганических веществ как электролитов. При выполнении этих заданий от экзаменуемых требуется осуществление одной или двух мыслительных операций.

Наиболее низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали при выполнении заданий, проверяющих усвоение знаний блока «Органическая химия» (задания 11–18). Средний результат их выполнения не превышает 18%. Изучение

органических веществ в старшей школе требует от обучающихся самостоятельной работы с теоретическими положениями курса и сформированных навыков систематизации и обобщения полученных теоретических знаний. Кроме того, выполнение этих заданий требует понимания химического строения органических веществ, то есть предполагает сформированность метапредметных умений, образного (абстрактного) мышления. Для этого в процессе преподавания и органической химии необходимо использовать пространственные модели молекул и анализировать структурные формулы веществ. Именно эти умения недостаточно сформированы у экзаменуемых из группы 1.

Низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали и при решении расчётных задач (задания с порядковыми номерами 27–29):

- «Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения — 11,4);

- «Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Расчёты по термохимическим уравнениям» (средний процент выполнения — 14,2);

- «Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ» (средний процент выполнения — 6,9).

Каждое из этих заданий проверяет умение проводить один из видов расчётов. Формирование этих умений начинается при изучении курса химии основной школы. Решение большинства подобных задач заключается в выполнении следующих последовательных действий: анализ условия задания в целях понимания описываемых процессов; выявление пропорциональной зависимости между заданными и неизвестными физическими величинами, на основании которой и вычисляется искомая величина. Эти умения в достаточной мере сформированы лишь у некоторых экзаменуемых из этой группы.

Отметим, что наиболее некоторые экзаменуемые из этой группы приступали к выполнению даже сложных заданий с развёрнутым ответом части 2.

Некоторые экзаменуемые, не преодолевшие минимального балла, приступали к выполнению заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом. Формулировки этих заданий и порядок их выполнения существенно не изменялись в течение последних лет проведения экзамена, поэтому задания кажутся экзаменуемым знакомыми.

Справиться с этими заданиями полностью и получить максимальный балл удалось лишь единицам по отдельным заданиям (табл. 5). Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 1 представлены в табл. 8.

Обратим внимание на то, что даже задание 31, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращённого ионных уравнений

реакции ионного обмена, смогли полностью выполнить менее 3% из этой группы экзаменуемых. Это умение формируется в курсе основной школы и является также объектом проверки ещё на ОГЭ.

Отметим, что при выполнении задания 35 некоторые экзаменуемые смогли выполнить вычисления и на их основе установить молекулярную формулу органического вещества. Но установить структуру вещества на основании известных его химических свойств и написать требуемое уравнение реакции с участием этого вещества подавляющему большинству из этой группы не удалось.

Практически каждый экзаменуемый из этой группы не смог выполнить более десяти заданий базового уровня. Это не позволило им преодолеть минимальный порог баллов, необходимый для успешной сдачи экзамена, а главное, свидетельствует о том, что их подготовка по предмету не отвечает требованиям образовательного стандарта к усвоению основных общеобразовательных программ по химии для средней школы даже на базовом уровне.

Одним из возможных методических подходов к решению данной проблемы можно рекомендовать следующий. Для систематизации знаний по каждому элементу содержания курса химии сначала необходимо использовать задания различного формата: в традиционном формате, который требует повторения теоретических положений, написания определений изученных понятий, составления уравнений химических реакций, определения степени окисления химических элементов и т.п.; заданий с выбором одного ответа

Таблица 8

Задание	Баллы за выполнение заданий (% участников ЕГЭ)				
	1	2	3	4	5
30	0,95	0,95			
31	2,8	2,0			
32	4,0	0,35	0,05	0	
33	2,7	0,77	0,11	0,02	
34	0,11	0,03	0		
35	1,5	0,08	0,02		

из четырёх предложенных. Это позволит более точно выявлять пробелы в знаниях и затруднения в применении этих знаний при выполнении заданий. И только на заключительном этапе подготовки к экзамену можно использовать задания формата ЕГЭ.

Можно сделать общий вывод о том, что экзаменуемые из этой группы не проявили умений самостоятельно оценивать уровень собственных знаний и выстраивать необходимую траекторию самообразования, систематизации и обобщения знаний. А также не проявили должную ответственность при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене.

Группа 2 — *удовлетворительная подготовка (первичный балл: 12–30; тестовый балл: 34–60)*.

Наиболее успешно (средний процент выполнения — 60 или выше) данной группой экзаменуемых были выполнены задания 2, 5, 7, 10, 22, 23, 28, с помощью которых проверяют усвоение следующих элементов содержания: «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам», «Классификация и номенклатура неорганических веществ», «Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей», «Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена», «Взаимосвязь неорганических веществ».

Это свидетельствует о том, что у данной группы экзаменуемых успешно сформированы следующие умения: характеризовать закономерности изменения свойств химических элементов и их соединений по группам и периодам Пери-

одической системы химических элементов Д.И. Менделеева; классифицировать и называть неорганические вещества, определять химические свойства веществ как электролитов.

Экзаменуемые из этой группы слабо усвоили большинство элементов содержания курса органической химии (задания с 11 по 18). Даже задание, проверяющее овладение умением классифицировать и называть органические вещества, выполнено недостаточно успешно (57,5%). Слабо усвоены знания свойств изученных кислород- и азотсодержащих органических веществ (не выше 50%).

Умение решать задачи базового уровня сложности у этой группы экзаменуемых сформировано недостаточно прочно. Наибольшие трудности у них вызвали задачи, решение которых предусматривало использование понятия «массовая доля вещества в растворе» (42,5%), а также проведение вычислений по уравнению химической реакции (45,8%). Немного лучше экзаменуемые справились с термодинамическими расчётами и задачами на вычисление объёмных соотношений газов в химических реакциях (57,8%). Все перечисленные виды расчётов формируются ещё в начале изучения курса химии, то есть в основной школе.

Задания части 2 экзаменационной работы экзаменуемые из этой группы выполнили несколько лучше, чем из группы 1. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом экзаменуемыми группы 2 представлены в табл. 9.

Отметим, что за выполнение заданий 30 и 31 большее число выполнивших эти задания получили максимальные 2 балла.

Таблица 9

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	15,5	6,5	12,3	—	—	—
31	30,3	12,0	24,3	—	—	—
32	12,7	24,4	8,8	2,4	0,42	—
33	15,0	15,6	13,4	6,0	2,5	0,92
34	0,75	2,2	0,29	0,03	0,03	—
35	8,4	15,0	2,1	2,0	—	—

Это говорит о том, что они могут продемонстрировать понимание сущности протекающих реакций — составить электронный баланс окислительно-восстановительного процесса или ионные уравнения реакции ионного обмена.

Остальные задания с развёрнутым ответом были выполнены с успешностью в среднем не выше 13%. При этом надо отметить, что некоторые экзаменуемые из этой группы, которые приступили к выполнению задания 35, смогли получить 1 балл за проведение расчётов по нахождению молекулярной формулы органического вещества, но продвинуться дальше и установить структуру вещества удалось лишь немногим.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что экзаменуемые с удовлетворительным уровнем подготовки продемонстрировали усвоение некоторых ведущих теоретических понятий курса химии и основ неорганической химии. Но при этом недостаточно усвоены знания о строении и свойствах органических веществ. Слабо сформированы навыки проведения расчётов по химическим формулам и уравнениям химических реакций. Тем не менее можно говорить о сформированности основ химической грамотности, которая позволяет в дальнейшем продолжать изучение химии в вузах.

Сравнительно низкие результаты выполнения большинства заданий свидетельствуют о недостаточной системности знаний, что проявляется в слабом владении знаниями о химических свойствах неорганических и органических веществ, непонимании закономерностей протекания химических реакций, незнании признаков и условий протекания изученных реакций и др.

Большой (по сравнению с предыдущей группой) набор умений позволил данной группе экзаменуемых выполнить не только 12 заданий базового уровня сложности, но и набрать баллы при выполнении отдельных заданий повышенного и высокого уровней сложности.

При подготовке к экзамену для обучающихся с удовлетворительным уровнем подготовки целесообразно использовать задания, в которых для решения требуется последовательное выполнение нескольких

(трёх-четырёх) мыслительных операций, в том числе основывающихся на владении знаниями из разных тематических разделов. Например, это может быть задание, содержащее перечень веществ, где требуется составить уравнения возможных реакций между ними: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должен быть составлен электронный баланс или должны быть написаны ионные уравнения. Очень важно в процессе подготовки использовать задания, предусматривающие работу с информацией, представленной в различной форме — схема, таблица, рисунок и др., с последующим ответом на вопросы к ней.

Группа 3 — хорошая подготовка (первичный балл: 31–47; тестовый балл: 61–80).

Большинство заданий базового уровня сложности выполнены экзаменуемыми из этой группы с успешностью выше 70% (см. рис. 1). Это позволяет говорить о том, что ими успешно освоены знания, относящиеся ко всем содержательным блокам. Они хорошо владеют химическими понятиями и понимают существование взаимосвязи между ними, демонстрируют понимание закономерностей изменения свойств химических элементов и образуемых ими веществ по группам и периодам, знают химические свойства неорганических и органических веществ, понимают закономерности протекания химических реакций и др. Сформированная система химических знаний позволяет осуществлять разнообразные мыслительные операции во взаимосвязи, при выполнении заданий различного уровня сложности.

Экзаменуемых из данной группы показали прочно сформированные умения, предполагающие осуществление нескольких последовательных мыслительных операций: характеризовать химические свойства простых и сложных веществ на основании их состава и строения, прогнозировать продукты и признаки реакций, определять возможность протекания химических реакций с учётом условий их проведения и т. п.

При этом отметим сравнительно низкие проценты выполнения заданий с порядковыми номерами 14 (64,8), 19 (63,2) и 20 (48,8). Эти задания ориентированы на проверку следующих элементов содер-

жания: «Характерные химические свойства кислородсодержащих органических веществ и способы их получения (в лаборатории)»; «Классификация химических реакций в неорганической и органической химии»; «Скорость реакции, её зависимость от различных факторов». Обратим внимание на то, что выполнение заданий 19 и 20 предполагало выбор нескольких (от 1 до 5) ответов из пяти предложенных. Такой формат условия задания вызвал определённые затруднения у выпускников. Многие из них не смогли указать все необходимые классификационные признаки реакции или факторы, влияющие на скорость конкретной реакции, указанной в условии.

Задания высокого уровня сложности в большинстве своём были достаточно уверенно выполнены экзаменуемыми из данной группы. Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемым из группы 3 представлены в табл. 10.

Задания 30 и 31 достаточно успешно выполнены этой группой экзаменуемых: в большинстве своём они выполнили задания полностью и получили максимальные 2 балла. Задания 32 и 33 выполнены менее успешно, набрать максимальный балл удалось небольшому числу экзаменуемых. Наиболее трудной оказалась задача 34, большинство приступивших к её решению справились только с составлением уравнений реакций тех химических процессов, которые описаны в условии задачи. Получить максимальный балл удалось лишь немногим выпускникам. Более успешно была решена задача 35. Условия этих задач практически не изменялись в течение последних лет проведения экзамена, поэ-

тому экзаменуемые смогли использовать известный им алгоритм решения задачи и при условии грамотного подхода к составлению структурной формулы неизвестного органического вещества смогли выполнить задание полностью — на максимальный балл.

Обратим также внимание ещё и на тот факт, что умение распределить свои время и силы в процессе выполнения экзаменационной работы является важным дифференцирующим фактором определения уровня подготовленности экзаменуемых. На этот фактор надо обратить внимание выпускников при организации их самостоятельной работы при подготовке к экзаменам.

Существенным моментом в процессе подготовки может стать решение заданий, выходящих за рамки форматов и моделей, встречающихся в экзаменационных работах. Это позволит сформировать у обучающихся умение самостоятельно разрабатывать алгоритм решения в случае нестандартных формулировок заданий. Вряде случаев целесообразно прописывать в общем виде порядок нахождения физических величин, без проведения промежуточных арифметических вычислений.

Группа 4 — отличная подготовка (первичный балл: 48–58; тестовый балл: 82–100).

Экзаменуемые из этой группы показали уверенное овладение всеми проверяемыми элементами содержания курса химии на всех уровнях сложности. Отметим, что практически все задания части 1 экзаменационной работы выполнены ими с успешностью выше 90%. Это свидетельствует о том, что уверенное владение

Таблица 10

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	55,6	9,6	50,8	—	—	—
31	66,1	11,0	60,6	—	—	—
32	47,2	21,1	29,0	23,9	9,5	—
33	60,0	8,5	18,4	22,3	19,9	21,5
34	8,3	17,4	5,1	0,82	0,77	—
35	39,9	28,0	7,9	25,4	—	—

системой химических знаний позволяет данной группе экзаменуемых успешно комбинировать химические понятия в зависимости от условия и уровня сложности заданий. Большое значение при выполнении заданий играет высокий уровень сформированности у них метапредметных умений, которые предусматривают умения находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать её и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями условий.

Такие результаты свидетельствуют о том, что эти выпускники *осознанно владеют* теоретическим и фактологическим материалом курса — основными понятиями, законами, теориями и языком химии, а также *умеют*: создавать обобщения; устанавливать аналогии; применять знания в изменённой и новой ситуациях, например не только для объяснения сущности изученных типов химических реакций, но и для прогнозирования условий протекания конкретных реакций и образующихся при этом продуктов; устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания; осуществлять расчёты различной степени сложности по химическим формулам и уравнениям химических реакций; объективно оценивать реальные ситуации; использовать свой опыт для получения новых знаний, нахождения и объяснения необходимых способов решений.

При этом обратим внимание на оказавшийся ниже остальных результат выполнения заданий 19 (86,2%) и 20 (76,8%), проверяющих умение определять классификационные признаки заданной хи-

мической реакции и факторы, влияющие на скорость реакции. Своё влияние на это явно имел формат задания — неопределённое количество правильных элементов ответа. Некоторые экзаменуемые указали не все элементы ответа, то есть не выполнили задание полностью.

Результаты выполнения заданий высокого уровня сложности значительно отличаются по своей динамике от результатов предыдущих групп экзаменуемых. Если в группах 1–3 мы наблюдали постепенное уменьшение процента экзаменуемых, которые получали каждый следующий балл при выполнении задания высокого уровня сложности, то в группе 4 наблюдается обратная картина: процент получения более высокого балла за выполнение задания возрастает. Выполнение заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми группы 4 представлено в табл. 11.

Результаты выполнения заданий показывают, что бо льшая часть экзаменуемых выполнила задания с развёрнутым ответом на максимальный балл.

Отметим при этом, что задание 34 оказалось трудным для выполнения многим даже для экзаменуемых из этой группы. При его выполнении большинство экзаменуемых смогло составить уравнения реакций, о которых идёт речь в условии задания, но далеко не все смогли правильно соотнести заданные физические величины с химической сутью задания и выстроить дальнейший логический путь решения задачи — выявить математическую зависимость и на её основе составить математическое уравнение для нахождения промежуточных и конечной неизвестных физических величин.

Таблица 11

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	88,0	5,2	85,4			
31	90,9	4,8	88,6			
32	84,6	1,8	11,1	31,2	55,2	
33	92,4	0,22	1,8	7,9	15,8	74,3
34	50,9	24,7	22,2	11,1	25,3	
35	86,5	9,2	6,7	78,9		

Дело в том, что составление развёрнутого ответа на задания высокого уровня сложности требует от экзаменуемых глубокого анализа условия каждого задания. Последующее выстраивание элементов ответа будет напрямую зависеть от того, насколько чётко выпускник осознал, какие понятия, формулы, уравнения реакций и в какой последовательности он будет использовать при решении расчётных задач. Необходимо обратить внимание на то, что при оформлении развёрнутого ответа необходимо указывать размерность используемых в процессе решения физических величин, тщательно отслеживать логику рассуждений и соответствие их условию задания.

Обучая школьников приёмам работы с различными типами контролирующих заданий (с кратким ответом и развёрнутым ответом), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без тщательного анализа его условия и выбора адекватной последовательности действий. Одновременно важным становится формирование у обучающихся умения рационально использовать время, отведённое на выполнение тестовой работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

При анализе результатов экзамена следует обратить внимание на то, что ФК ГОС и ФГОС СОО, определяющие содержание КИМ ЕГЭ и уровень требований к уровню образовательной подготовки выпускников, предусматривают изучение химии на базовом и профильном/углублённом уровне. Поэтому в экзаменационные варианты обязательно включаются задания, предусматривающие контроль качества усвоения материала на разных уровнях. Более того, следует признать, что изучение предмета на базовом уровне (1–2 часа в неделю) не может быть достаточным для дальнейшего обучения абитуриентов химических, химико-технологических, медицинских и других вузов естественнонаучного профиля. Следовательно, при сохранении определённого количества заданий, ориентированных на базовый уровень изучения курса химии, существенно большее значение приобретают задания повышенного и высокого уровней сложности.

Именно они выполняют роль главных индикаторов, иллюстрирующих способность экзаменуемого свободно ориентироваться в химическом материале и применять умения в различных комбинациях.

Подчеркнём, что «натаскивание» на типовые формулировки заданий — это крайне неэффективный способ подготовки к экзамену. Три-четыре заученных алгоритма решения типовых заданий никак не помогут участнику ЕГЭ получить балл, достаточный для поступления в вуз. Более того, даже изменение порядка слов в типовом задании нередко приводит экзаменуемых в ступор, притом что ни прочных химических знаний, ни навыков анализа условий заданий и самостоятельного построения пути решения у них не сформировано. Можно предположить, что именно уход от шаблонности в формулировках заданий является поводом для рассуждений о неоправданной сложности многих заданий. Следует понимать, что **единственный путь сдачи экзамена на высокий балл — полноценное освоение системы химических знаний и развитие у обучающихся предметных и метапредметных умений.**

Для понимания основных сложностей, возникающих у экзаменуемых при выполнении заданий, проанализируем формулировки заданий и типичные ошибки в ответах участников ЕГЭ.

Продолжают вызывать сложности задания 1–3, объединённые единым контекстом, представленном в виде перечня химических элементов (см. пример 9).

Формулировка вопроса в задании 1 уже не первый год вызывает у экзаменуемых неоправданные сложности. Анализ результатов показывает, что значительная доля экзаменуемых в качестве правильного ответа указывает 1 и 2, то есть калий и натрий. Можно с уверенностью утверждать, что выбор делается на основе формального анализа положения данных элементов в одной (I) группе, понимая, что у них на внешнем уровне по одному электрону. Однако это ответ неверный.

Так в чём же заключается проблема в выполнении данного задания? Их две. Во-первых, экзаменуемые не понимают разницы между словами «сходный» и «одинаковый». И это является следствием второй проблемы: экзаменуемые

Пример 9

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов.

1) К 2) Na 3) Cr 4) Mg 5) Se

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

- 1) Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют одинаковую электронную конфигурацию внешнего слоя.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

- 2) Из указанных в ряду химических элементов выберите три *s*-элемента.

Расположите выбранные элементы в порядке возрастания восстановительных свойств образуемых ими простых веществ.

Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--

- 3) Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые могут иметь одинаковую степень окисления в составе образованных ими кислородсодержащих анионов.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

не записывают электронную конфигурацию, так как если бы они это сделали, то поняли бы, что конфигурации $4s^1$ (у калия) и $3s^1$ (у натрия) могут считаться сходными, но никак не одинаковыми. А вот у калия и хрома, несмотря на нахождение в разных группах, конфигурация одинаковая — $4s^1$, так как у хрома — *d*-элемента — часть электронов ($3d^5$) располагается на предвнешнем подуровне. Таким образом на внешнем уровне у хрома именно один электрон — ровно столько, сколько и у калия.

Аналогичные проблемы возникают и при следующей формулировке задания: «Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковое число неспаренных электронов». Как и в случае с приведённой выше формулировкой, из-за незаписанной конфигурации (по ячейкам) экзаменуемые допускают ошибки в определении количества электронов, в том числе неспаренных.

В задании 2, при всей кажущейся простоте формулировки условия, одной из основных проблем является именно невнимательное прочтение условия задания. Так, нередко упускается из виду, что речь идёт не только о выборе трёх элементов,

но и об их принадлежности к определённому типу элементов: данному в задании *s*-элементам.

Часто встречающейся ошибкой является расположение элементов в обратном порядке, например не возрастания, а убывания. Другой вариант ошибок связан с недостаточно чётким пониманием закономерностей изменения свойств в ряду веществ, образованных выбранными элементами: оксидами, гидроксидами, водородными соединениями.

Наибольшие сложности в первых трёх заданиях вызывает задание 3. Вариантами условий задания 3 в экзаменационных вариантах этого года были вопросы про одинаковые степени окисления двух атомов элементов в кислородсодержащих анионах или задания, предусматривающие выбор двух элементов с одинаковой разностью значений высших и низшей степеней окисления. Вызывает недоумение факт, что появление дополнительного действия в виде нахождения разности между высшей и низшей степенями окисления или сравнение нескольких цифр вызвало у экзаменуемых сильную растерянность, хотя осуществленные арифметических действий в пределах

восьми единиц не должно становиться серьёзной проблемой для выпускников школы. Вместе с тем это также свидетельствует об ограниченности действий, которые обучающиеся могут совершать с известными данными.

В приведённой выше формулировке задания 3 по условию проверяется умение определять степени окисления в кислородсодержащих анионах. Исходя из результатов выполнения данного задания, можно утверждать, что причина ошибок кроется в нежелании записывать формулы, а ещё лучше требуемых по условию веществ, образованных данными химическими элементами.

Другой причиной низких результатов выполнения заданий может являться излишняя направленность на ранее отработанные формулировки и появление новых нюансов в условии, отличающихся от условий заданий в демоверсии, что делает для некоторых экзаменуемых задание практически невыполнимым.

При этом в каждый демонстрационный вариант была включена фраза: «При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена (ЕГЭ) 2021 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, не отражают всех элементов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2021 г.». Об этой фразе, видимо, забыли те, кто плохо справился с заданием 4, в котором кроме вида химической связи речь также шла о молекулярном или немолекулярном строении вещества или о типе кристаллической решётки, как это и предусмотрено обобщённым планом экзаменационного варианта.

4 Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует и ионная, и ковалентная химическая связь.

- 1) хлорид фосфора(III)
- 2) серная кислота
- 3) фосфат калия
- 4) сульфат аммония
- 5) аммиак

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

Для успешного выполнения заданий данной линии необходимо рядом с каждым из веществ записать формулу вещества, вид химической связи и тип кристаллической решётки. Причём целесообразно записать сначала что-то одно, а потом другое. Только после записи результатов рассуждений следует приступать к выбору ответа. Попытка умозрительных размышлений, как правило, приводит к ошибкам в ответе, а кроме того, не оставляет опорных записей для перепроверки ответов на завершающем этапе работы.

Уже не первый год вызывает трудности задание 7, которое охватывает два основных элемента содержания и предусматривает серьёзный анализ информации, сформулированной в текстовой форме. Необходимо обратить внимание на класс исходного вещества или определить его, исходя из признаков протекания реакции с веществами из предложенного в задании перечня.

7 В одну из двух пробирок с осадком гидроксида цинка добавили раствор сильной кислоты X, а в другую — раствор сильного электролита Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали полное растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые участвовали в описанных реакциях.

- 1) хлорид бария
- 2) нитрат лития
- 3) азотная кислота
- 4) уксусная кислота
- 5) гидроксид калия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Следует заметить, что важным условием для правильного выполнения подобных заданий из содержательного блока «Химическая реакция» является владение номенклатурой неорганических и органических веществ. Для максимальной уверенности в правильности решения заданий, предусматривающих анализ химических свойств веществ и вероятности

протекания реакций между ними, прогнозирование продуктов реакций и возможности осуществления последовательных превращений, необходимо составлять уравнения реакций или их схемы. Нередко именно ошибки в этих элементах знаний не позволяют экзаменуемым правильно справиться с заданиями.

Много лет назад в варианте появилось традиционное для курса химии задание 8 на установление соответствия между исходными веществами и продуктами реакций. Одним из основных заблуждений при их выполнении является уверенность в возможности безошибочного решения таких заданий «в уме». Но, как показывает практика, в этом случае нередко из внимания выпадают нюансы и всплывают недочёты, которые маловероятны при самостоятельном прогнозировании на первом этапе продуктов реакций, и только потом уже соотнесении с предложенными в правом столбце продуктами реакций. Не вызывает сомнений, что некоторые варианты ответов являются маловероятными, что сужает вариативность выбора. В связи с этим оптимальным подходом к решению данного задания является прогнозирование возможности протекания реакций, анализируя столбец «реагенты» «по вертикали», то есть сначала определяя вероятность взаимодействия вещества А с первым веществом каждого ряда. Уже на этом этапе некоторые ряды будут исключены из дальнейшего рассмотрения.

Очевидно, что в уровне сложности заданий возможны незначительные колебания, так как перечни веществ различаются, а следовательно, их свойства могут быть усвоены учащимися с различной степенью успешности. Однако изучение классификаций, свойств веществ различных классов/групп, к которым они относятся, школьной программой профильного уровня точно предусмотрено, что и отражено в кодификаторе элементов содержания. Следовательно, ощущение «новизны» заданий в экзаменационных вариантах этого года возникло только у экзаменуемых, не овладевших умениями обобщать изученный материал и переносить сформированные знания и умения в новые ситуации.

Данный фактор является одной из основных причин сложностей, которые вызывают задания 9 и 16. Приведём примеры этих заданий.

В этом, а также в приведённом ниже задании 16 по разделу «Органическая химия», важнейшую роль играют условия проведения реакций, которые указаны рядом с веществами или над стрелкой. Именно они во многом и определяют состав продукта реакции. В обоих случаях важно приучить обучающихся дописывать продукты для исходных пар веществ, указанных в левом столбце.

В 2021 году первые задания, проверяющие умения классифицировать вещества (19) и определять характер влияния различных факторов на скорость химической

- 8 Установите соответствие между веществом и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) Cl_2	1) $\text{Ag}, \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$
Б) BaBr_2	2) $\text{H}_2\text{O}, \text{KOH}, \text{NaOH}$
В) SO_2	3) $\text{SO}_3, \text{NaOH}, \text{KOH}$
Г) ZnO	4) $\text{Na}_2\text{SO}_3, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, \text{AgNO}_3$
	5) $\text{O}_2, \text{Br}_2, \text{N}_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

	А	Б	В	Г

- 9 Установите соответствие между исходными веществами и продуктом(-ами), который(-е) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Zn и NaOH (при сплавлении)
 Б) ZnSO₄ (изб.) и NaOH
 В) ZnO и NaOH (р-р)
 Г) ZnSO₄ и NaOH (изб.)

ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1) Na₂ZnO₂ и H₂O
 2) Na₂[Zn(OH)₄] и H₂
 3) Na₂[Zn(OH)₄] и Na₂SO₄
 4) Zn(OH)₂ и Na₂SO₄
 5) Na₂ZnO₂ и H₂
 6) Na₂[Zn(OH)₄]

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

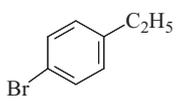
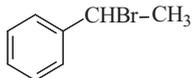
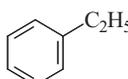
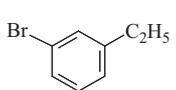
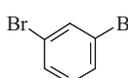
А	Б	В	Г

- 16 Установите соответствие между схемой реакции и продуктом, который преимущественно образуется в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

- А) этилбензол + бром $\xrightarrow{\text{FeBr}_3}$
 Б) этилбензол + бром $\xrightarrow{\text{свет}}$
 В) бензол + бромэтан $\xrightarrow{\text{AlBr}_3}$
 Г) бензол + бром $\xrightarrow{\text{AlBr}_3}$

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) 
 2) 
 3) 
 4) 
 5) 
 6) 

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

реакции (20), были предложены в тех же формулировках, но они не предусматривали знания точного количества правильных ответов для выбора. Результаты выполнения данных заданий (ср. 45 и 37% соответственно) говорят об их снижении по сравнению с 2020 г. на 18–23%. Данный факт свидетельствует о том, что ранее при выборе ответа экзаменуемые нередко действовали методом исключения. При предложенном подходе к определению правильного ответа каждый из предложенных дистракторов анализируется более внимательно и менее формально.

За последние несколько лет наиболее стабильными в плане формулировок оставались задания 21–26, относящиеся к блоку «Химическая реакция». Сложившиеся за много лет подходы к их формулированию позволяют экзаменуемым уверенно отрабатывать алгоритмы их решения. При этом важно помнить о возможности смещения акцентов в формулировках на разные аспекты одного и того же процесса. Так, на позиции 22 могут встретиться задания, предусматривающие не определение продуктов электролиза, а выбор способов получения веществ. Задания с такой спецификой условия выполняются, как правило, на 10–15% хуже. При этом в демонстрационном варианте приведены обе версии его условия.

Во многих вариантах 2021 г., так же как и в 2020 г., встретились формулировки задания 24, в которых формулы веществ приведены в ионном, а не молекулярном виде,

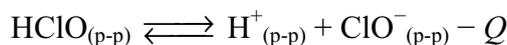
а для добавляемых веществ указано твёрдое агрегатное состояние. Существенную сложность данный фактор мог вызвать лишь в том случае, если экзаменуемый при подготовке к экзамену анализировал не принципы смещения химического равновесия, а лишь влияние факторов на состояние равновесия в конкретных реакциях в тренировочных заданиях и не пытался разобраться в сути процессов, определяющих такое влияние. Приведём пример условия задания 24.

Особое внимание при подготовке следует уделять заданиям высокого уровня сложности с развёрнутым ответом части 2.

Второй год в формулировки условий заданий 30 и 31 включены уточнения, ограничивающие вариативность химических реакций, которые можно составить из предложенного перечня веществ. Эти уточнения конкретизируют признаки протекания реакций (или их отсутствие), состав, класс/группу вещества, вступающего в реакцию или образующегося в результате неё, и др.

Данные элементы условия, которые выделены в нашем примере курсивом, могут по-разному влиять на подходы к выполнению данных заданий и успешность их выполнения. В любом случае начинать выполнение задания 30 следует с составления пар реагентов, в которых одно из веществ может проявлять окислительные, а другое — восстановительные свойства. На втором этапе решения следует спрогнозировать признаки протекания реакций

24 Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) повышение температуры
- Б) понижение давления
- В) добавление серной кислоты
- Г) добавление твёрдого гипохлорита натрия

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в сторону прямой реакции
- 2) смещается в сторону обратной реакции
- 3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: гидрокарбонат магния, гидроксид натрия, перманганат натрия, серная кислота, нитрит натрия, гидрокарбонат бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

30 Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию *зелёного раствора*. Выделение осадка в ходе реакции *не наблюдается*.

В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

31 Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми протекает *с выделением газа*. Образование осадка в ходе данной реакции *не наблюдается*. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

между выбранными парами, в том числе с учётом возможности использовать различную среду раствора, при наличии кислоты и щёлочи в списке. На следующем этапе следует выбрать те из предложенных вариантов взаимодействия, которые удовлетворяют всем факторам, указанным в условии задания.

В некоторых случаях выбор окислителя и восстановителя можно начать с учётом указанных признаков: это возможно, например, в тех случаях, когда речь идёт об окрашенных растворах. Как следует из комментариев, в любом случае для подбора реагентов и составления уравнений реакций с учётом «дополнительных фильтров» нужно перебрать несколько вариантов, а не записывать любой вариант окислительно-восстановительной реакции, как было ранее.

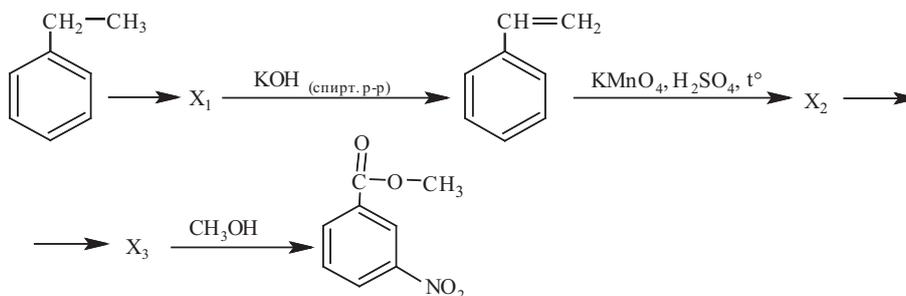
Сходный подход к рассуждениям, только с учётом необходимости составления реакции ионного обмена, можно при-

менить и для решения задания 31. Главное отличие — выбрать нужно вещества, взаимодействие между которыми происходит без изменения степени окисления.

Задания 32 и 33 изменений практически не претерпели. Следует обратить внимание на увеличение в задании 33 количества «X» в цепочке превращений, в том числе расположенных подряд. Это увеличивает вариативность решения задания и усиливает его направленность на умения анализировать химические свойства известных по условию веществ, учитывать способы их получения и на основании этого прогнозировать состав пропущенных веществ.

Как видно из приведённой выше схемы реакции, отправными точками для размышления являются три вещества. Состав вещества X_1 можно определить на основании знания химических свойств аренов, но с учётом условия, определяющего способ получения стирола. Состав

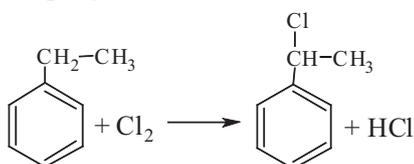
33 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

же вещества X_3 можно спрогнозировать по конечному продукту цепочки превращений, так как получение сложного эфира под действием метанола возможно только из карбоновой кислоты.

Одна из наиболее существенных сложностей в данном задании — это прогнозирование продукта первой реакции: в какой из групп пройдёт замещение атома водорода на галоген. Очевидно, что в реакционной смеси будут оба продукта, но в условии задания отмечено, что нужно указывать «преимущественно образующийся продукт».



В данном случае замещение идёт в группе атомов $-CH_2-$ и запись другого продукта будет считаться ошибкой.

Наибольшее внимание не первый год вызывает задание 34 — комбинированная расчётная задача. Комбинированная она потому, что включает в себя различные виды расчётов по формулам и уравнениям реакций. Каждый из видов расчётов, как правило, не вызывает затруднений у хорошо подготовленных школьников, имеющих хорошие знания по математике, так как в некоторых заданиях необходимо решить уравнение с одной переменной.

При анализе всего многообразия заданий 34, приведённых в демоверсии, репетиционных вариантах и сборниках заданий, можно легко убедиться, что их химическая составляющая не выходит за рамки курса химии, изучаемого даже на базовом уровне. Это подтверждается и записываемыми при их решении уравнениями реакций. Не появилось за последнее время и новых формул, по которым осуществляется решение данных задач, их количество ограничивается тремя-четырьмя. По сути, эти два элемента ответа являются основными для получения 1–2 баллов за это задание. Дальнейшие шаги в решении предполагают глубокое погружение в описание химических процессов и действий, изложенных в условии задания. Именно по этой причине выполнить правильно 3-й и 4-й элементы ответа удаётся далеко не всем,

но происходят существенные затраты времени. Понимание данного факта нередко вынуждает экзаменуемых торопиться при выполнении других заданий, что провоцирует появление случайных ошибок.

Данное задание действительно является наиболее сложным в варианте. Процент его выполнения колеблется в интервале значений 5–15%. Наличие подобного задания в экзаменационном варианте — это абсолютно закономерное явление, так как именно оно выполняет, как правило, функцию дифференциации высокобалльников по уровню подготовки.

В 2021 году были использованы варианты условий заданий, которые встречались в последние три-четыре года. В это период ежегодно в условие включались новые нюансы, влияющие не только на химическую суть процессов, но и на логику рассуждений. В прошлом году таким нюансом стало разделение смеси на две части. В предыдущие годы использовались задачи с опорой на тему «Электролиз растворов», про смеси и помещение металлических пластин в растворы и др. Были и задания, включавшие данные о мольном соотношении элементов, находящихся в реакционной смеси и вступающих в химические реакции, то есть того, что в обсуждениях участников экзамена 2020 г. получило названия «атомистика» и «атомизация».

Постараемся ответить на главный вопрос: почему эти задания вызывают такие сложности, если и химизм процесса, и основные формулы обучающимся знакомы? Прежде всего потому, что решение таких заданий требует от экзаменуемых выходить за рамки отработанных ранее шаблонов, то есть они не предполагают единообразного алгоритма решения. Показательно, что на первых порах каждое новое задание вызывает трудности, но, как только алгоритм становится известным и понятным, задача решается на много успешнее. Именно такой эффект и наблюдался с заданиями 34, использовавшимися в досрочный период проведения экзамена: включённые в резервные дни аналогичные по алгоритму задания этой линии показали многим экзаменуемым существенно проще, чем задания других вариантов. Более высокий процент выполнения в этом году (в среднем

на 10–15%) продемонстрирован и по заданиям на «атомистику», которые в прошлом году вызвали существенные сложности. Это лишний раз подтверждает необходимость подготовки не к определённым алгоритмам решения, а к умению работать с предложенными в условии конкретными данными.

Следует обратить внимание на то, что за многие годы проведения экзамена на этой позиции экзаменационного варианта было использовано большое многообразие расчётных задач. Некоторые из них будут использованы и в дальнейшем, но обязательно будут встречаться и обновлённые варианты условий заданий линии 34. В связи с этим важно не фокусировать внимание на отдельных составляющих задачи и не выбирать ранее использовавшиеся схемы решения, а вырабатывать алгоритм для конкретной задачи с учётом всех данных, приведённых в её условии.

Возможно, для некоторых обучающихся, имеющих в школе минимальное количество часов на подготовку, целесообразно сосредоточиться на отработке расчётных задач 27–29, включённых в часть 1, так как результаты их выполнения свидетельствуют о серьёзных проблемах в этом компоненте. Средний процент выполнения данных заданий находится в интервале 52–62. А в совокупности они дают 3 балла, которые получить намного вероятнее.

Один из самых частых вопросов, который возникает в процессе подготовки к экзамену, — что делать при минимальном количестве часов (1–2 часа в неделю), отведённых на изучение химии в 10–11 классах? Ответ очевиден: в этом случае потребуются большая самостоятельная работа учащегося по углублению и расширению своих знаний и отработке умений. Очевидно, что и использование учебника базового уровня не является оптимальным средством для подготовки к ЕГЭ. Необходимо использование учебных пособий или электронных ресурсов, в которых материал изложен на углублённом уровне. Только при таком подходе сохраняется возможность сформировать серьёзный фундамент химических знаний, который необходим для качественной подготовки в вузе врачей, специалистов, готовых соз-

давать новые технологические аппараты, материалы, лекарства и др. в непростое для всего человечества время.

Важно понимать, что результаты экзаменуемых определяются многими факторами. Одним из них является индивидуальная система работы с учеником, планирующим сдавать ЕГЭ. Только системное изучение материала, предусматривающее познание закономерностей и принципов взаимодействия веществ, в совокупности с формированием умения мыслить нестандартно при решении заданий является главным залогом успеха в подготовке к экзамену.

Система оценки качества школьного химического образования за последнее десятилетие претерпела существенные изменения. Главным образом, они связаны с введением ФГОС, который наряду с системно-деятельностным подходом направил внимание учителей на важность достижения метапредметных результатов освоения основных образовательных программ. Указанные особенности стандарта отражены в содержании КИМ ОГЭ 2020–2022 гг. Аналогичная работа по совершенствованию моделей заданий с учётом требований ФГОС проведена и в отношении КИМ ЕГЭ (перспективная модель экзаменационного варианта ЕГЭ на основе ФГОС прошла обсуждение в экспертном сообществе, новые модели заданий были апробированы).

Следует заметить, что необходимость регулярного обновления и уточнения формулировок заданий ЕГЭ вызвана рядом причин. Одна из них обусловлена постепенным снижением дифференцирующей способности заданий, то есть их способностью чётко отражать различия в уровне владения выпускниками теми или иными умениями. Например, в формулировке условий заданий 3 и 4, направленных на проверку умения определять степени окисления и особенности строения (вид химической связи, тип кристаллической решётки), были внесены уточнения, которые предусматривали выполнение дополнительных мыслительных операций: сравнение, классификация, нахождение разности и др.

Приведём примеры заданий линии 4, применявшихся в 2019 и 2020 гг.

- 4 (2019 г.) Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

- 1) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$
- 2) HClO_3
- 3) NH_4Cl
- 4) HClO_4
- 5) Cl_2O_7

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

- 4 (2021 г.) Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения с ковалентной полярной связью.

- 1) Na_2SO_4
- 2) HCOOH
- 3) CH_4
- 4) CaO
- 5) Cl_2

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

Как видно из приведённых примеров, по сравнению с формулировкой 2019 г. в 2021 г. в задание было добавлено дополнительное условие — вторая характеристика строения вещества (тип кристаллической решётки, молекулярное/немолекулярное строение), которое само по себе не является сложным для усвоения. Однако сочетание двух факторов при выборе правильных ответов у экзаменуемых с невысоким уровнем подготовки вызвало существенные затруднения. Аналогичная ситуация

с изменениями в условии задания 3: введение ещё одной простейшей мыслительной операции (нахождение разности, определение степени окисления в анионе) привело к значительному ухудшению результатов выполнения.

Приведённые факты являются подтверждением мысли о необходимости фокусировать внимание при подготовке к экзамену не на конкретных формулировках, а на самом материале, который является содержательной основой для разработки заданий. Для уточнения контролируемых заданием элементов содержания необходимо воспользоваться обобщённым планом экзаменационного варианта, являющимся приложением к спецификации КИМ ЕГЭ.

Повышение дифференцирующей способности данных заданий стало одной из важных причин сохранения их и в экзаменационном варианте перспективной модели 2022 г.

Причиной уточнения формулировок условий заданий 30 и 31, кроме постепенного повышения процента их выполнения, стала излишняя вариативность в подходах к решению. Данный момент создавал дополнительные трудности в оценивании, так как снижалось единообразие трактовок экспертами правильности решения.

Приведём примеры заданий 2019 г.

Решения заданий в приведённых формулировках допускали большое количество вариантов записей продуктов реакций, и однозначно оценить возможность их образования во многих случаях было затруднительно.

Приведём примеры дополненных формулировок заданий 26 и 27 экзаменационного варианта 2022 г. (приведена нумерация демонстрационного варианта 2022 г.).

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Cs 2) C 3) O 4) Cr 5) N

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между значениями их высшей и низшей степеней окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

Примеры заданий 2019 г.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 30** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций, используя не менее двух веществ из предложенного перечня. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.
- 31** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

Внесённые в формулировки заданий уточнения — классификационные признаки исходных веществ или продуктов реакций, признаки протекания предполагаемой реакции — привели обучающихся к необходимости анализировать большее число химических процессов с точки зрения соответствия условию, однако и возможных вариантов правильных решений стало существенно меньше. Кроме того, включение в условие задания дополнительных фильтров, определяющих подходы к отбору веществ, также способствовало усилению практико-ориентированной направленности задания.

Приведённые примеры иллюстрируют продуманность и планомерность работы по повышению дифференцирующей способности заданий, усилению их метапредметной и практико-ориентированной направленности, а следовательно, и эффективности действующей модели КИМ ЕГЭ в целом. Вместе с тем предпринимаемые шаги предусматривают преемственность перспективной модели КИМ

с действующей моделью, а главное, постепенность приведения КИМ ЕГЭ в соответствие с требованиями ФГОС.

О целесообразности учёта преемственности свидетельствуют результаты ЕГЭ по химии последних лет: большинство используемых заданий уже в настоящее время имеют высокую дифференцирующую способность и чёткую направленность на контроль сформированности предусмотренных ФГОС умений и элементов содержания. В частности, в проекте экзаменационного варианта 2022 г. сохранены задания, успешное выполнение которых базируется на следующих умениях: определять возможность протекания химических реакций, на основании состава реагирующих веществ или по их названиям/формулам прогнозировать состав продуктов реакций и составлять уравнения реакций с учётом признаков их протекания. Теоретической основой для решения таких заданий является понимание взаимосвязи понятий «состав» — «строение» — «свойства», а также знания и умения, сформированные

Примеры заданий 2022 г.

Для выполнения заданий 26 и 27 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 26** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.
- 27** Из предложенного перечня веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

в процессе проведения реального химического эксперимента. Кроме выше названных, к таковым можно отнести задания 6, 7, 12–15, 19, 20, 23, 29, 30 действующей модели. Указанные выше умения имеют определяющее значение и для выполнения наиболее сложных заданий — расчётных задач 33 и 34. Решение подобных заданий предполагает сформированность умений анализировать текстовую информацию, изложенную в условии задания, а затем преобразовывать её в химические уравнения и проводить последовательные вычисления физических величин.

В процессе совершенствования КИМ ЕГЭ 2022 г., ориентированных на ФГОС, было акцентировано внимание на реализации системно-деятельностного подхода, а также на усиление метапредметной составляющей заданий. О поддержке предпринимаемых в этом направлении шагов, а также о важности увеличения количества заданий с метапредметной направленностью шла речь и в ряде отзывов о перспективной модели экзаменационного варианта, полученных по результатам её апробации. Многие из высказанных в отзывах предложений и замечаний были приняты во внимание.

Одним из наиболее значимых направлений обновлений моделей заданий стало смещение акцентов сторону контроля сформированности элементов функциональной грамотности: читательской, математической и естественнонаучной. Так, в экзаменационный вариант 2022 г. пред-

лагается включить задание, предусматривающее не только работу с текстом, но и работу с данными таблицы, а в дальнейшем и с графическим изображением. Примером задания, информация в котором представлена в виде таблицы, является обновлённая форма задания 5, которое направлено на проверку умения определять принадлежность неорганических веществ к тому или иному классу (группе).

Приведём пример задания 5.

Для решения задания 5 от экзаменуемых требуется проанализировать состав девяти веществ, выявить среди них те, которые принадлежат к указанным в условии задании классам/группам. На следующем этапе необходимо соотнести буквенные и цифровые обозначения выбранных веществ. Таким образом, данное задание содержит элементы как выбора ответа, так и установления соответствия.

Для решения задания 5 в такой формулировке возможны два подхода: первый предусматривает поиск в таблице веществ, приведённых под буквами А, Б и В; второй подход предусматривает на первом этапе определение классов/групп всех веществ, приведённых в таблице, а затем — выбор из них тех, которые соответствуют классам/группам, указанным под буквами А, Б и В.

Ещё одним направлением совершенствования КИМ по химии можно считать включение заданий, акцентирующих внимание на сформированности метапредметных результатов обучения: сравнение, классификация, анализ, установление

- 5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) двухосновной кислоты; Б) средней соли; В) амфотерного гидроксида.

1	NaH_2PO_4	2	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	3	HNO_2
4	H_2SO_3	5	H_3P	6	ZnO
7	Zn	8	NH_4NO_3	9	$\text{Fe}(\text{OH})_2$

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

причинно-следственных связей и др. Например, в задании 21 на основе формул неорганических веществ необходимо не только определить среду раствора, характеристикой которой является величина pH, но и на основе сравнения состава расположить вещества в соответствии с изменением её значения. В качестве справочного материала экзаменуемым будет предложена шкала pH и сведения о понятии «молярная концентрация». Указанную направленность имеют и другие задания, ранее включённые в экзаменационный вариант. Задания 6 и 31 являются, по сути, «мысленным экспериментом», так как для составления четырёх уравнений реакций необходимо учитывать все описанные в условии данные об условиях и признаках протекания реакций.

Во многих поступивших отзывах о перспективной модели КИМ было обращено внимание на повышение уровня сложности предложенных моделей заданий. При этом время, отведённое на выполнение работы, увеличено не было. Следует заметить, что количество заданий было сокращено до 34 (за счёт исключения одного задания и объединения двух заданий, направленных на контроль близких по содержанию и/или осуществляемым мыслительным операциям). Освободившееся время может быть затрачено экзаменуемыми на выполнение заданий повышенного и высокого уровней сложности. С учётом внесённых в спецификацию изменений (в обобщённом плане варианта) был уточнён уровень сложности ряда заданий, в формулировки условий которых были внесены коррективы. На целесообразность данного шага также было указано в ряде отзывов, поступивших из регионов.

Принято во внимание предложение исключить из задания 34 (расчётная задача на вывод молекулярной формулы органического вещества) дополнительное действие, предусматривающее выполнение расчётов с учётом выхода продукта реакции.

В качестве перспективы дальнейших изменений в КИМ ЕГЭ 2023–24 гг. можно обозначить дальнейшее усиление компетентностной направленности заданий. В частности, планируется включение задания, построенного на материале, име-

ющем практическую значимость в повседневной жизни.

Внесение в экзаменационный вариант 2022 г. описанных изменения предполагает проведение методической работы, направленной на изложение подходов к формированию знаний и умений, востребованных при выполнении новых заданий. Особого внимания заслуживает разъяснение методов работы с информацией, представленной в различной форме.

Так, предложена обновлённая модель задания по теме «Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная».

Предлагаемая модель включает в себя справочную информацию, которая раскрывает некоторые содержательные аспекты выполнения задания. Ещё одной особенностью обновлённой модели является включение в условие дополнительной мыслительной операции — выстраивание веществ в последовательности, устанавливаемой на основании значения pH. Для этого, как и ранее, необходимо проанализировать состав веществ и определить характер протекания гидролиза каждого из ионов, входящих в состав каждого из четырёх веществ, и спрогнозировать на качественном уровне среду растворов.

В другом задании (23), направленном на проверку сформированности умения характеризовать состояние химического равновесия, экзаменуемым предлагается таблица, включающая сведения о концентрации реагентов в исходный момент и в равновесном состоянии.

В данном задании от экзаменуемых требуется проанализировать приведённые в таблице данные о концентрациях веществ на различных этапах протекания обратимой реакции и провести необходимые расчёты недостающих данных. Приведём пример решения данного задания.

Как можно заметить, в таблице, представленной в условии задания, пропущено три значения концентраций.

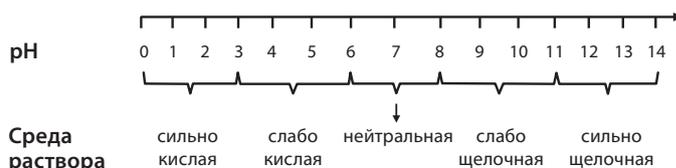
Значение исходной концентрации оксида серы(VI) ($SO_{3(исх)}$) можно определить, исходя из общей логики протекания процесса: в начальный момент реакции концентрация продукта реакции равна 0, так как исходные вещества ещё не прореагировали.

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

Концентрация (молярная, моль/л) — показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») — водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала pH водных растворов электролитов



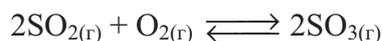
21 Для веществ, приведённых в перечне, определите среду их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1) Na_2SO_4
- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- 3) K_2SO_3
- 4) HClO_3

Запишите номера веществ в порядке возрастания значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

23 В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции в реакционной системе



установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию кислорода и равновесную концентрацию оксида серы(IV).

Реагент	SO_2	O_2	SO_3
Исходная концентрация, (моль/л)	0,6		
Равновесная концентрация, (моль/л)		0,3	0,4

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,3 моль/л
- 4) 0,4 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Пример 1

В таблице приведена растворимость бромидов калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре.

Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	60	65	71	76	86	95	103

Определите, сколько граммов бромидов калия выпадет в осадок при охлаждении 250 г насыщенного при 80°C раствора до температуры 20°C. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ г.

Для дальнейшего решения целесообразно сделать предположение о том, что объём реактора равен 1 л. Тогда из уравнения реакции следует, что:

$n(\text{SO}_2 \text{ прореагировало}) = n(\text{SO}_3 \text{ образовалось}) = 0,4 \text{ моль}$

А так как на начальном этапе реакции количество вещества оксида серы(IV) было 0,6 моль, то можно вычислить $n(\text{SO}_2)$ в состоянии равновесия:

$n(\text{SO}_2 \text{ осталось}) = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ моль}$
 $Y = 0,2 \text{ моль/л} - \text{ответ 2.}$

Для понимания количества вещества кислорода на начальном этапе реакции (исходного) следует определить, сколько кислорода прореагировало. Это можно сделать также по уравнению реакции.

$n(\text{O}_2 \text{ прореагировало}) = 0,5n(\text{SO}_3 \text{ образовалось}) = 0,2 \text{ моль}$

Следовательно, $n(\text{O}_2 \text{ было}) = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ моль}$

Таким образом, $X = 0,5 \text{ моль/л} - \text{ответ 5.}$

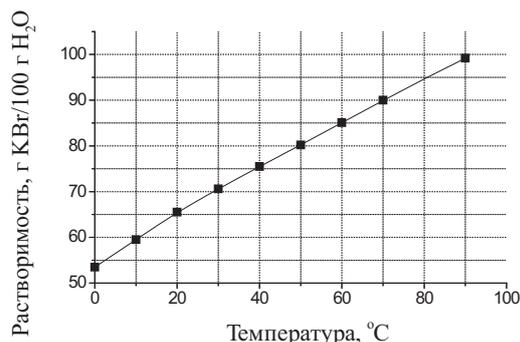
Из представленного решения следует, что задание не предполагает сложных арифметических расчётов. Главным образом, от экзаменуемых потребуются продемонстрировать сформированность умения использовать информацию о количественных соотношениях веществ, отражаемых с помощью коэффициентов в уравнении химической реакции.

Так, в качестве возможных вариантов для ЕГЭ 2023–24 гг. могут служить следующие примеры заданий 1 и 2.

Приведённая зависимость растворимости от температуры может быть представлена не в форме таблицы, а с помощью графика, как, например, в следующем задании.

Пример 2

На графике приведена растворимость бромидов калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре. Определите, сколько граммов бромидов калия выпадет в осадок при охлаждении 250 г насыщенного при 80°C раствора до температуры 19°C.



Предлагаемый акцент на контроле компонентов функциональной (естественнонаучной и читательской) грамотности является продолжением ранее начатой работы по совершенствованию КИМ в аспекте контроля достижения метапредметных результатов обучения. При этом содержательной основой заданий остаётся система химических знаний, которая является важнейшей составляющей успешного обучения в профильных вузах.

В качестве перспективы дальнейших изменений в КИМ ЕГЭ 2023–24 гг. можно обозначить дальнейшее усиление компетентностной и практико-ориентированной направленности заданий. Не менее значимым является сохранение внимания к метапредметным умениям и информационной грамотности. Для реализации этих направлений возможно включение новых заданий в часть 2 экзаменационного варианта.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по физике

**Демидова
Марина Юрьевна**

доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник
ФГБНУ «ФИПИ», руководитель комиссии по разработке
КИМ для ГИА по физике,
demidova@fipi.ru

**Грибов
Виталий Аркадьевич**

кандидат физико-математических наук, доцент МГУ
имени М.В. Ломоносова, заместитель руководителя
комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике,
fipi@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по физике, основные результаты ЕГЭ по физике в 2021 г., анализ результатов по блокам умений, анализ результатов по группам учебной подготовки, изменения КИМ ЕГЭ-2022 по физике.

Контрольно-измерительные материалы ЕГЭ по физике 2021 г. состояли из двух частей и включали в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 24 задания с кратким ответом: с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел; на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. Часть 2 содержала восемь заданий (два задания с кратким ответом и шесть заданий с развёрнутым ответом), объединённых общим видом деятельности — решение задач.

В экзаменационной работе по физике контролировались элементы содержания из всех разделов (тем) школьного курса физики: «Механика» (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны); «Молекулярная физика» (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика); «Электродинамика и основы СТО» (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО); «Квантовая физика и элементы астрофизики» (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра, элементы астрофизики). Наиболее важные содержательные элементы могли проверяться заданиями разных уровней сложности. В целом все серии вариантов обеспечивают диагностику освоения всех включённых в кодификатор содержательных элементов.

Экзаменационная работа включала в себя задания трёх уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Задания базового уровня были представлены только в части 1 работы: 21 задание с кратким ответом, из которых 13 заданий с записью ответа в виде числа или слова, и восемь заданий на соответствие или изменение физических величин. Задания повышенного уровня — это три задания с кратким ответом в части 1, два задания с кратким ответом и два задания с развёрнутым ответом в части 2. Эти задания направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать расчётные

и качественные задачи. В части 2 было представлено четыре задания с развёрнутым ответом высокого уровня сложности, представляющих собой расчётные задачи. Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего общего образования по физике, соответствует требованиям стандарта для изучения физики на базовом уровне. Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяло оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в вузе.

Часть 2 экзаменационной работы полностью посвящена решению задач. Каждый вариант включал в себя задачи различного уровня сложности по всем разделам, что позволяло проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания.

Содержание КИМ ЕГЭ по физике в 2021 г. оставлено без изменений по сравнению с экзаменационной работой 2020 г. Минимальная граница составляла 11 первичных баллов. Максимальный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы составлял 53 балла. На выполнение

всей экзаменационной работы отводилось 235 минут.

Число участников основного периода ЕГЭ по физике в 2021 г. составило 129 907 человек, среди которых 95% — это выпускники текущего года. В течение последних лет наблюдается постепенное снижение численности участников экзамена: 140 711 человек в 2020 г., 152 493 человека в 2019 г., 153 928 человек в 2018 г.

Наибольшее число участников ЕГЭ по физике отмечается в г. Москве (10 557), Московской области (6589), г. Санкт-Петербурге (5497), Краснодарском крае (4739), Самарской области (4402) и Республике Башкортостан (3908).

Средний балл ЕГЭ по физике 2021 г. немного повысился по сравнению с прошлым годом. Распределение участников экзамена по тестовым баллам и, соответственно, по уровням подготовки продемонстрировало усиление дифференциации результатов: возросла доля участников, не достигших минимальной границы, и увеличились доли выпускников с повышенным (61–80 баллов) и высоким (81–100 баллов) уровнями подготовки.

На рисунке 1 представлено распределение результатов участников ЕГЭ по физике по первичным баллам.

Минимальный балл ЕГЭ по физике в 2021 г., как и в 2020 г., составил 36 т.б., что соответствует 11 первичным баллам. Доля участников экзамена, не преодолевших минимального балла в 2021 г.,

Распределение участников ЕГЭ-2021 по физике по первичным баллам (максимальный балл – 53)

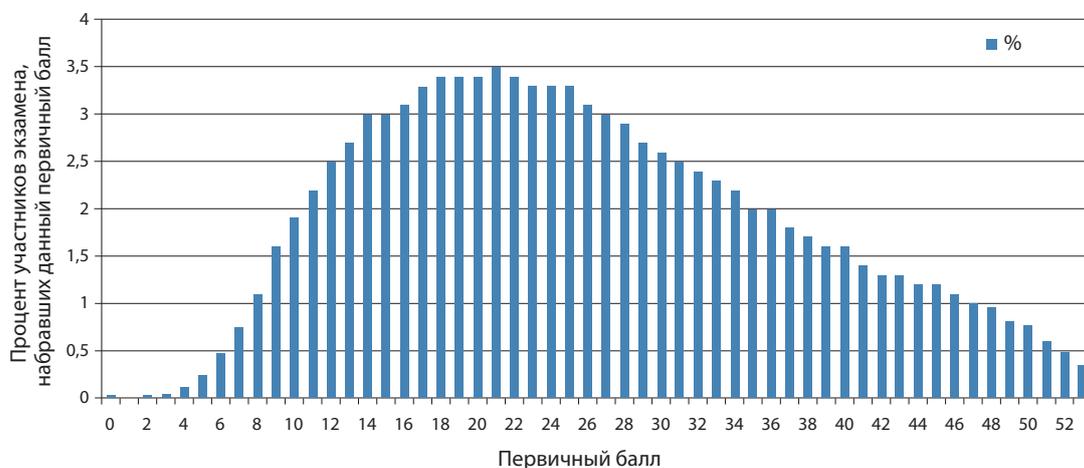


Рис. 1

Таблица 1

Раздел курса физики	Средний % выполнения по группам заданий	
	2020 г.	2021 г.
Механика	58,8	59,1
Молекулярная физика	54,4	57,4
Электродинамика и основы СТО	48,1	49,5
Квантовая физика и элементы астрофизики	55,4	52,5

составила 6,44%, что сопоставимо с аналогичными показателями 2020 и 2019 гг. (в 2020 г. — 5,79%; в 2019 г. — 7,11%).

Стобалльники есть в 61 регионе, в 2020 г. таких регионов было 64, а в 2019 г. — 61.

В 2021 году доля участников экзамена, набравших 81–100 баллов, составила 9,7%, что немного выше показателя прошлого года.

Приведём общие результаты выполнения экзаменационной работы по трём направлениям: для групп заданий по разным тематическим разделам; для групп заданий, проверяющих сформированность различных способов действий, и для групп заданий различного уровня сложности.

В таблице 1 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики в течение двух лет.

С учётом изменения тематики задач с развёрнутым ответом можно говорить о стабильном результате. К сожалению, результаты выполнения заданий по электродинамике остаются существенно ниже, чем по остальным разделам. Традиционно наиболее высокие результаты демонстрируются для заданий по механике.

В таблице 2 приведены результаты выполнения групп заданий, направленных на

оценку различных способов действий, формируемых в процессе обучения физике.

Данные таблицы 2 демонстрируют стабильность показателей для применения законов и формул в типовых учебных ситуациях и для анализа и объяснения явлений и процессов. Результаты по группе заданий на проверку методологических умений улучшились. Отрадно отметить, что выросли средние результаты решения задачи части 2 работы. Это произошло преимущественно за счёт роста результатов высокобалльников.

В таблице 3 представлены результаты выполнения работы по группам заданий различного уровня сложности, включая результаты для групп с различным уровнем подготовки.

По сравнению с прошлым годом задания базового и повышенного уровней выполняются на том же уровне. Однако отмечен рост результатов для заданий высокого уровня. Таким образом, высокобалльники, прежде всего, улучшили результаты по решению расчётных задач высокого уровня сложности. Как и в 2020 г., можно говорить о продолжающемся росте дифференциации между слабо подготовленной группой участников экзамена и группой высокобалльников.

Таблица 2

Способы действий	Средний % выполнения по группам заданий	
	2020 г.	2021 г.
Применение законов и формул в типовых учебных ситуациях	67,7	66,0
Анализ и объяснение явлений и процессов	62,1	62,8
Методологические умения	70,9	75,5
Решение задач	20,7	24,5

Таблица 3

Группы заданий различного уровня сложности	Средний % выполнения по группам заданий	
	2020 г.	2021 г.
Базового уровня	65,6	65,9
Повышенного уровня	44,3	45,0
Высокого уровня	13,2	16,0

На рисунке 2 приведена диаграмма средних процентов выполнения по каждой линии заданий для экзаменационной работы 2021 г.

Исходя из общепринятых норм, содержательный элемент или умение считается усвоенным, если средний процент выполнения соответствующей им группы заданий с кратким и развернутым ответами превышает 50%.

По результатам выполнения групп заданий, проверяющих одинаковые элементы содержания и требующих для их выполнения одинаковых умений, можно говорить об усвоении элементов содержания и умений:

- вычислять значение физической величины с использованием изученных законов и формул в типовой учебной ситуации: второй закон Ньютона, сила упругости, сила трения, закон всемирного тяготения, закон сохранения механической энергии, кинетическая энергия, импульс тела, закон сохранения импульса, гидростатическое давление столба жидкости, условие равновесия рычага, скорость звука, зависимость средней кинетической энергии теплового

движения молекул от температуры, основное уравнение МКТ, уравнение состояния идеального газа, работа газа, первый закон термодинамики, количество теплоты, КПД тепловой машины, относительная влажность воздуха, количество теплоты, формула для силы тока, закон Ома для участка цепи, период полураспада;

- устанавливать соответствие физических величин, характеризующих процессы, и формул, по которым их можно рассчитать: движение тела под углом к горизонту; параметры газа в изопроцессах; формулы, характеризующие изменение агрегатных состояний вещества; ток в цепях постоянного тока с последовательным и параллельным соединением проводников; преломление света;

- интерпретировать графики, отражающие зависимость физических величин, характеризующих равномерное и равноускоренное движение тела, свободное падение тела, изменение агрегатных состояний вещества, электромагнитные колебания в колебательном контуре;

- определять путь, пройденный телом, по графику зависимости скорости от

Средний процент выполнения по линиям заданий

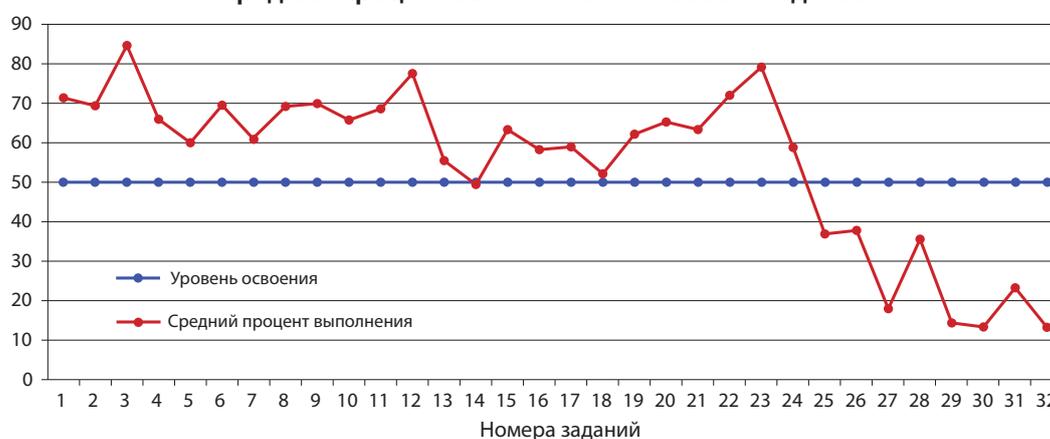


Рис. 2

времени; скорость по графику зависимости координаты от времени, ускорение по графику зависимости проекции скорости от времени, строить изображение в собирающей линзе;

- определять направление силы Ампера, силы Лоренца, состав атома и атомного ядра, массовое и зарядовое числа ядер в ядерных реакциях;

- анализировать изменения характера физических величин для следующих процессов и явлений: вращательное движение диска, движение спутников, изменение параметров газов в изопроцессе, изменение параметров конденсатора, плавание тел, изменение параметров цепи постоянного тока, явление фотоэффекта, изменение числа частиц при радиоактивных превращениях;

- проводить комплексный анализ физических процессов: равноускоренное движение; движение под действием силы трения по наклонной плоскости; движение тела, брошенного под углом к горизонту; равномерное и равноускоренное движение, представленное в виде графика зависимости координаты от времени; колебания математического маятника (данные таблицы); изопроцессы в идеальном газе, представленные при помощи графика; проводники и диэлектрики в электростатическом поле; взаимодействие заряженных тел; насыщенные и ненасыщенные пары, влажность воздуха; возникновение ЭДС индукции в движущемся проводнике; преломление света;

- записывать показания измерительных приборов (динамометр, термометр, амперметр, вольтметр) с учётом погрешности измерений;

- выбирать недостающее оборудование для проведения косвенных измерений и экспериментальную установку для проведения исследования;

- характеризовать свойства космических объектов (планеты Солнечной системы, спутники планет, звёзды) с использованием табличных данных и диаграммы Герцшпрунга–Рессела.

К дефицитам можно отнести умения, которые контролировали группы заданий:

- определять значение физической величины с использованием изученных законов и формул в типовой учебной си-

туации: сила Архимеда при плавании тела; независимость периода колебаний математического маятника от массы груза; сравнение работы газа с использованием графика зависимости давления от объёма; закон Кулона; совместное использование закона Кулона и закона сохранения заряда; закон Ома для участка цепи (расчёт цепей постоянного тока); формула Томсона, ЭДС самоиндукции, частота электромагнитных колебаний в колебательном контуре, импульс фотона; закон радиоактивного распада;

- анализировать изменения характера физических величин для следующих процессов и явлений: плавание тел; движение заряженной частицы в магнитном поле (период обращения); явление фотоэффекта (максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона); излучение света атомом;

- интерпретировать графики, отражающие зависимость физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в колебательном контуре (графики для энергии электрического и магнитного полей);

- определять направление силы Ампера, действующей на проводник с током со стороны другого проводника, и силы Лоренца, действующей на заряженную частицу, движущуюся вдоль проводника с током;

- снимать показания приборов: манометр (по фотографии экспериментальной установки);

- решать расчётные задачи повышенного уровня сложности;

- решать качественные задачи;

- решать расчётные задачи высокого уровня сложности.

Рассмотрим более подробно основные результаты выполнения групп заданий, проверяющих различные способы действий.

Применение законов и формул в типовых учебных ситуациях

В экзаменационную работу было включено десять заданий базового уровня с кратким ответом в виде числа, которые в совокупности по всем вариантам проверяли понимание всех основных законов и формул курса физики средней школы.

Как видно из приведённого выше перечня проверяемых элементов содержания, большинство из них можно отнести к освоенным. Остановимся на трудностях, которые испытывали участники экзамена, выполняя задания базового уровня сложности на применение законов и формул в типовых учебных ситуациях.

Традиционно вызывают сложности задания на квадратичные зависимости, связанные с законом всемирного тяготения и законом Кулона (см. примеры 1 и 2).

Пример 1
(средний процент выполнения — 46)

Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии 40 см друг от друга. Каково расстояние между шариками вдвое большей массы, если модуль сил гравитационного взаимодействия между ними такой же, как и между первыми двумя шариками?

Ответ: _____ 80 _____ см.

Пример 2
(средний процент выполнения — 36)

Одинаковые положительные точечные заряды $q = 2 \times 10^{-8}$ Кл расположены в вакууме на расстоянии 0,3 м друг от друга. Определите модуль сил, с которыми заряды действуют друг на друга.

Ответ: _____ 0,04 _____ мН.

Как видно из приведённых выше примеров, задания на расчёт величины оказываются более сложными, чем задания на сравнение величин при изменении других величин, входящих в формулу. Анализ веера ответов показывает, что ошибки связаны прежде всего с действиями со степенями и, соответственно, с неверным переводом в должные единицы. У этих заданий очень высокий коэффициент дискриминации, то есть слабо подготовленные участники ЕГЭ с ними практически не справляются, а сильные выполняют хорошо. Например, для задания из примера 2 процент выполнения для группы слабых участников экзамена составляет 1,5, а для группы сильных — 81. Это говорит о необходимости налаживания более плотных межпредметных связей с математикой. Возможным вариантом является использование специальных тренажёров по вы-

полнению заданий базового уровня с использованием разнообразных расчётов в рамках домашних заданий именно для слабых (с точки зрения математической подготовки) обучающихся.

К сожалению, существенные затруднения вызывают задания с использованием лишних данных. Пример такого задания на расчёт силы Архимеда приведён ниже.

Пример 3
(средний процент выполнения — 46)

Полый стальной шар массой 10 кг плавает на поверхности озера. Объём шара равен 15 дм³. Чему равна сила Архимеда, действующая на шар?

Ответ: _____ 100 _____ Н.

Здесь часть участников ЕГЭ считают силу Архимеда по привычной формуле, через плотность воды и объём шара, не обращая внимания на то, что шар плавает, а значит, выталкивающая сила равна по модулю силе тяжести, действующей на шар.

Среди заданий на колебания сложной оказалась группа заданий на изменение периода или частоты колебаний математического маятника, в которых кроме длины нити изменяли ещё и массу груза (см. пример 4).

Пример 4
(средний процент выполнения — 44)

Во сколько раз уменьшится частота малых свободных колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 9 раз, а массу груза уменьшить в 4 раза?

Ответ: в _____ 3 _____ раз(а).

Две трети экзаменуемых не знали о независимости частоты колебаний от массы груза и пытались получить ответ, комбинируя формулу для математического и пружинного маятников. Это результат своеобразного проявления «меловой физики». Необходимо при изучении колебаний математического и пружинного маятников обязательно проводить исследование зависимости или независимости периода колебаний маятников от различных величин. В этом случае формулы осваиваются и запоминаются гораздо быстрее и качественнее.

Как и в прошлом году, ниже ожидаемого выполнены задания на совместное использование закона Кулона и закона сохранения заряда (см. пример 5). Проблема здесь — в определении зарядов шариков после взаимодействия.

Пример 5

(средний процент выполнения — 40)

Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = -8$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние?

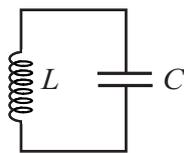
Ответ: в _____ 8 _____ раз(а).

По сравнению с прошлыми годами снизились результаты выполнения заданий на понимание формул, описывающих изменение силы тока и напряжения при свободных электромагнитных колебаниях в контуре. Ниже приведён пример задания текущего года на определение периода колебаний колебательного контура с использованием формулы для изменения напряжения на обкладках конденсатора. Средние проценты выполнения этого задания в предыдущих годах: 37 в 2018 г., 31 в 2019 г.

Пример 6

(средний процент выполнения — 29)

В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = \pi \cdot 10^6$ с⁻¹. Определите частоту колебаний силы тока в контуре.



Ответ: _____ 500 _____ кГц.

Аналогичные задания для механических колебаний выполняются более успешно, что говорит о проблеме с переносом знаний о механических колебательных процессах на электромагнитные колебания.

В разделе «Квантовая физика и элементы астрофизики» только одна группа заданий была выполнена ниже уровня освоения материала (см. пример 7).

Пример 7

(средний процент выполнения — 40)

Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид: $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0,05$ с⁻¹. Определите период полураспада этих ядер.

Ответ: _____ 20 _____ с.

В данном случае больше половины экзаменуемых не владеют математической записью закона радиоактивного распада, хотя, судя по результатам выполнения других заданий, хорошо представляют себе физический смысл периода полураспада.

Применение законов и формул проверялось в КИМ по физике и заданиями на соответствие, в частности физических величин и формул, по которым их можно рассчитать. Средние проценты выполнения таких заданий по механике — 63, по молекулярной физике — 64, по электродинамике — 51. Приведём пример задания, вызвавшего наибольшие затруднения (см. пример 8).

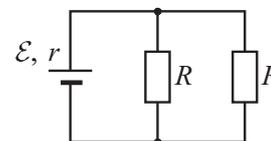
В этом задании с нахождением мощности тока, выделяющегося на одном из резисторов, справились 32% обучающихся. И основной ошибкой здесь был выбор ответа 1, то есть ошибка в определении силы тока через один из резисторов. Основное же затруднение было связано с непониманием физического смысла мощности сторонних сил (мощности, выделяемой на внешнем и внутреннем участках цепи).

Рассмотрим задания, в которых необходимо было проявить умение понимать и интерпретировать графики различных зависимостей. В целом участники экзамена показали высокие результаты при выполнении заданий линии 1 на определение ускорения и пути по графику зависимости проекции скорости от времени и на определение скорости по графику зависимости координаты от времени. Результат выполнения этой группы заданий составил 71%. Выше границы освоения оказались и результаты заданий на соответствие, в которых необходимо было установить соответствие между видом зависимости и физической величиной для случаев движения тела по наклонной плоскости, движения тела, брошенного под углом к горизонту, и равноускоренного движения,

Пример 8

(средний процент выполнения — 19)

Электрическая цепь на рисунке состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС E и внутренним сопротивлением r и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением R , включённых параллельно. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) мощность тока, выделяющаяся на одном из резисторов R

Б) мощность сторонних сил в источнике тока

- 1) $\frac{E^2 R}{2 \left(r + \frac{R}{2} \right)^2}$
- 2) $\frac{E^2}{r + \frac{R}{2}}$
- 3) $\frac{E^2 R}{4 \left(r + \frac{R}{2} \right)^2}$
- 4) $\frac{E^2 r}{\left(r + \frac{R}{2} \right)^2}$

Ответ:

А	Б
3	2

представленного в виде графика зависимости координаты от времени (средний процент выполнения — 58).

Несколько хуже выполнены аналогичные задания в разделе «Электродинамика». Так, с определением заряда, прошедшего по проводнику с течением времени, по графику зависимости силы тока от времени справляется 51% выпускников. С определением модуля ЭДС самоиндукции по графику зависимости силы тока от времени — 52% участников экзамена. Традиционные проблемы возникают с распознаванием графиков электромагнитных колебаний в контуре (см. пример 9).

В этом задании полностью верный ответ смогли привести всего 24% участников экзамена. Как показывает анализ веера ответов, основная ошибка состояла именно в узнавании графика для энергии магнитного поля катушки. Судя по вееру ответов,

часть участников, верно интерпретировавших это график как график для энергии, не смогла оценить начальные условия (минимальное значение в начальный момент времени) и соотнести это с отсутствием тока в катушке в начальный момент времени и, следовательно, с энергией магнитного поля катушки.

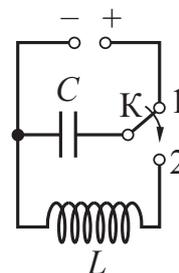
Наибольшие затруднения отмечены для заданий на сравнение работы газа с использованием графика зависимости давления от объёма. Пример такого задания приведён ниже (см. пример 10).

Можно предположить, что основным затруднением здесь оказалось отсутствие цифр на осях графика, вызвавшее необходимость определять работу по площади под клеточкам.

Другим заданием, традиционно вызывающим затруднения, является определение удельной теплоты плавления или

Пример 9

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого (T — период колебаний).

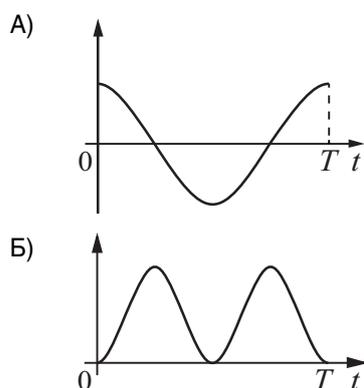


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) заряд левой обкладки конденсатора
- 3) модуль напряжения на конденсаторе
- 4) заряд правой обкладки конденсатора

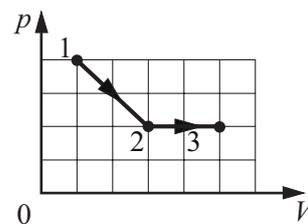
Ответ:

А	Б
4	1

Пример 10

(средний процент выполнения — 37)

На pV -диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ работ газа в процессах 1–2 и 2–3?

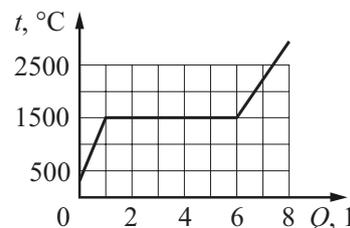


Ответ: _____ 1,5 _____.

Пример 11

(средний процент выполнения — 39)

Брусек из неизвестного металла массой 2 кг поместили в печь и стали его нагревать. На рисунке приведён график зависимости температуры металла t от переданного ему количества теплоты Q . Чему равна удельная теплота плавления металла?



Ответ: _____ 250 _____ кДж/кг.

парообразования по графикам зависимости температуры вещества от полученного количества теплоты (пример 11).

Наиболее распространённые неверные ответы здесь — 300 и 50, то есть экзаменуемые либо не учитывали время нагревания

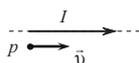
бруска до температуры плавления, либо вообще не помнили формулу для удельной теплоты плавления, оперируя с температурой плавления.

Задания линии 13 оценивали умение определять направление векторных величин: вектора магнитной индукции тока, силы Ампера и силы Лоренца. В среднем результат выполнения заданий этой линии в 2021 г. составил 56%, что ниже показателя прошлого года — 61%. Это связано с тем, что наиболее простые задания на определение направления силы Кулона в этом году не использовались. Затруднения вызвали две серии заданий (см. примеры ниже).

Пример 12

(средний процент выполнения — 45)

Протон p имеет скорость \vec{v} направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (**вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя**) действующая на протон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).

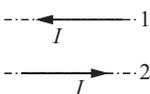


Ответ: _____ вверх _____.

Пример 13

(средний процент выполнения — 44)

Как направлена относительно рисунка (**вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя**) сила Ампера, действующая на проводник 1 со стороны проводника 2 (см. рисунок), если проводники тонкие, длинные, прямые, параллельные друг другу? (I — сила тока.) Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ вверх _____.

В обеих сериях заданий необходимо было знать, как взаимодействуют сонаправленные и противоположно направленные проводники с током. Порядка 20% участников экзамена указали ответ «вниз», то есть ошиблись с направлением силы, верно определив прямую, вдоль которой она действует. В примере с движением протона ошибка состояла в определении направления тока. Конечно, в процессе обучения необходимо полностью разби-

рывать механизм возникновения силы Ампера (или силы Лоренца) в подобных случаях, то есть направление магнитного поля вокруг проводника с током и применение правила левой руки для определения направления действия силы, но в случае таких простых заданий не стоит забывать об использовании простейшего правила взаимодействия токов.

Анализ и объяснение явлений и процессов

Умения анализировать и объяснять протекание различных физических явлений и процессов проверялись в экзаменационной работе заданиями на соответствие (изменение величин) и на множественный выбор (двух верных утверждений из пяти предложенных). В каждом экзаменационном варианте встречалось по три задания на определение характера изменения физических величин в различных процессах: по механике, по электродинамике и квантовой физике. Средний процент выполнения этих линий заданий по механике составил 70, по электродинамике — 59, по квантовой физике — 63.

К проблемным можно отнести две группы заданий на анализ изменения физических величин (см. примеры ниже).

Пример 14

(средний процент выполнения — 34)

В первом опыте частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Во втором опыте та же частица движется в том же магнитном поле по окружности большего радиуса. Как при переходе от первого опыта ко второму изменились кинетическая энергия частицы и период её обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия частицы	Период её обращения
1	3

В этом задании 35% экзаменуемых смогли верно указать увеличение кинетической энергии частицы, поняв, что увеличение радиуса движения частицы в магнитном поле связано с ростом её скорости, а значит, и кинетической энергии. А вот тот факт, что период обращения частицы в магнитном поле не зависит от скорости её движения, знают (или могут получить соответствующую формулу) лишь 24% от общего числа участников, выполнявших данных вариант.

Пример 15

(средний процент выполнения — 41)

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого модуль запирающего напряжения и максимальная скорость фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения	Максимальная скорость фотоэлектронов
3	3

Почти 44% участников экзамена указали в этом задании ответы 23 и 32, продемонстрировав тот факт, что они не понимают связи между модулем запирающего напряжения и максимальной кинетической энергией фотоэлектронов (а значит, и максимальной скоростью). Но при этом понимают, что изменение интенсивности падающего излучения не должно влиять на характеристики фотоэлектронов. Остальные же указали на изменение обеих величин, то есть продемонстрировали непонимание законов фотоэффекта.

Задания на множественный выбор по механике, молекулярной физике и электродинамике относились к повышенному уровню сложности. Результаты

выполнения показывают, что эти группы заданий можно отнести к освоенным. При этом средние результаты по темам: по механике — 60%; по молекулярной физике — 69%; по электродинамике — 58%. При общих хороших результатах можно отметить группы заданий, для которых процент для 2 баллов оказался существенно ниже, чем для других групп (зависимость силы трения, действующей на тело на наклонной плоскости, от угла наклона плоскости к горизонту, и задание из примера 16).

Пример 16

Мальчик поднимает вверх гирию массой 10 кг, действуя на неё постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Если мальчик приложит к гире направленную вертикально вверх силу 90 Н, он не сможет её поднять.
- 2) Гиря действует на руку мальчика с силой 100 Н, направленной вниз.
- 3) Вес гири равен 120 Н и направлен вверх.
- 4) Равнодействующая сил, действующих на гирию, равна 240 Н и направлена вверх.
- 5) Ускорение гири равно 2 м/с².

Ответ:

1	5
---	---

В этом задании утверждение 1 выбрали 85% выпускников, верно соотнеся силу тяжести, действующую на гирию, и величину предложенной силы. А утверждение 5 указали лишь 14% участников экзамена. Основной ошибкой был выбор утверждения 2 (49% экзаменуемых), то есть непонимание или неверное применение третьего закона Ньютона.

Элементы астрофизики в КИМ проверялись линией 24 заданий на множественный выбор двух утверждений из пяти предложенных. Здесь предлагались задания на базе таблиц с характеристиками планет или звёзд и на базе диаграммы Герцшпрунга–Рессела. Затруднения возникли лишь при работе с таблицей с характеристиками планет, в которой необходимо было сравнивать объёмы планет (по заданному диаметру) и длительность

суток на разных планетах (средний процент выполнения составил 46). В среднем по этой линии заданий результаты оказались сравнимы с прошлым годом — 59% (в 2020 г. — 58%).

Методологические умения

Каждый вариант содержал два задания базового уровня сложности, которые были направлены на оценку методологических умений.

Задание 22 проверяло умение записывать показания измерительных приборов с учётом заданной погрешности измерений. В тексте задания либо указывалось, что погрешность равна цене деления прибора, либо предлагалось конкретное значение абсолютной погрешности. Средний процент выполнения этой линии заданий в этом году составил 72. Если сравнивать результаты выполнения отдельных групп заданий, то несколько хуже участники экзамена справляются с заданиями, в которых представлены не рисунки или фото отдельных шкал приборов, а фотографии установки, содержащие два различных прибора (например, вольтметр и амперметр, термометр и манометр). В этом случае часть обучающихся затрудняется верно выбрать указанный прибор.

Второе задание из этого блока проверяло умение выбирать оборудование для проведения опыта по указанной цели опыта (измерение какой-либо величины) или гипотезе исследования (зависимости одной физической величины от другой). Предлагались модели заданий с выбором двух строк таблицы, в которых предлагались характеристики экспериментальной установки, или двух предметов из перечня оборудования. Во втором случае (для косвенных измерений) процент выполнения оказался немного выше. В целом же средний процент выполнения заданий этой линии составил 79.

Решение задач

В каждом экзаменационном варианте предлагалось по восемь задач по разным темам школьного курса физики. Две расчётные задачи повышенного уровня сложности предлагались в виде заданий

с кратким ответом, а одна — с развёрнутым ответом. На позиции 25 преимущественно стояла задача по молекулярной физике; на позиции 26 — в основном задачи по оптике, а на позиции 28 — задача по механике. Средний процент выполнения заданий с кратким ответом составил 37,5, а решения задачи по механике с развёрнутым ответом — 36.

Среди заданий с кратким ответом на молекулярную физику наиболее успешно были решены задачи на уравнение теплового баланса. Наиболее сложной оказалась задача, приведённая в примере 17.

Пример 17

Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жёсткими стенками объёмом $0,6 \text{ м}^3$. При охлаждении его давление снизилось на $3 \cdot 10^3 \text{ Па}$. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ $2,7$ _____ кДж.

Лишь 27% участников экзамена смогли верно указать ответ в этом задании (с учётом ответа, представленного не только в килоджоулях, но и в джоулях). Примерно 13% допустили ошибку в формуле для внутренней энергии, опустив коэффициент $3/2$. А остальные, очевидно, не справились с ситуацией, когда вместо привычного изменения объёма при постоянном давлении предлагалась обратная ситуация.

Среди заданий по оптике предлагались сюжеты на расчёт изображений в линзах и на дифракционную решётку. Из задач с использованием линз самыми сложными оказались те, в условии которых приводилось значение увеличения предмета (см. пример ниже).

Пример 18

(средний процент выполнения — 20)

Линза с фокусным расстоянием $F = 0,5 \text{ м}$ даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 5 раз. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ $0,6$ _____ м.

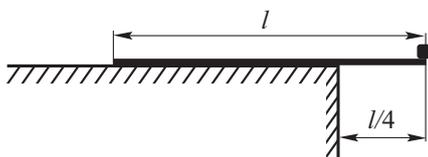
В заданиях на применение формулы для дифракционной решётки предлагалось определить количество дифракционных максимумов, которые можно наблюдать при помощи данной решётки.

К сожалению, большинство выпускников указывало в ответе максимальный порядок спектра, часть удваивала это число, забывая про нулевой максимум. В среднем лишь 37% смогли дать верные ответы для этих несложных задач.

Среди задач по механике с развёрнутым ответом самой сложной оказалась задача по статике (см. пример 19).

Пример 19

Деревянная линейка длиной $l = 60$ см выдвинута за край стола на $1/4$ часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на её правом конце лежит груз массой не более 250 г (см. рисунок). На какое расстояние можно выдвинуть вправо за край стола эту линейку, если на её правом конце лежит груз массой 125 г?



Основные затруднения здесь — в непонимании сил, действующих на линейку в этих случаях, и математических ошибок в определении плеч сил (прежде всего плеча силы тяжести линейки). При максимальной массе груза, который неподвижен относительно линейки, сила реакции стола действует на линейку только по краю стола. Уравнение моментов для первого случая относительно оси вращения, проходящей

через край стола перпендикулярно плоскости рисунка: $Mg(l/4) = m_1g(l/4)$. Для второго случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка: $Mg((l/2) - x) = m_2gx$, где x — расстояние, на которое выдвинута линейка за край стола. Соответственно, получаем ответ, равный 20 см.

Средний результат решения качественных задач составил 18%. При этом самые высокие результаты достигнуты для задач на движение заряженной частицы в скрещенных магнитном и электрическом полях (21%), на нагревание воды электрическими нагревателями с различным подключением спиралей нагревателей (25%) и на сравнение работы электрических цепей постоянного тока, включающих в себя диоды (25%). Наиболее сложной оказалась задача, приведённая ниже (см. пример 20).

Здесь полное правильное решение включает в себя указание направления результирующей силы (в данном случае вертикально вниз) и верные рассуждения с прямым указанием картины линий индукции магнитного поля длинного проводника с током, принципа суперпозиции магнитных полей, правила буравчика, правила левой руки. Типичной ошибкой было неверное указание направления вектора магнитной индукции (по касательной к окружности), то есть ошибка, скорее, относилась к области геометрии, дальше все рассуждения оказывались неверными. Кроме того, в большинстве работ отсутствовало указание на принцип суперпозиции полей.

Пример 20

Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии друг от друга (см. рисунки 1 и 2). В каждом проводнике протекает электрический ток силой I . Токи во всех проводниках текут в одном направлении. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 вектора магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

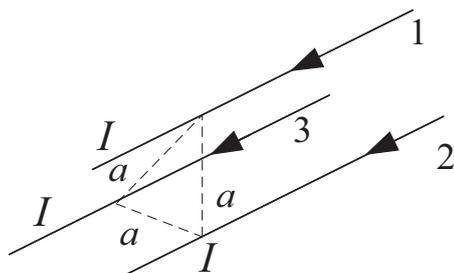


Рис. 1

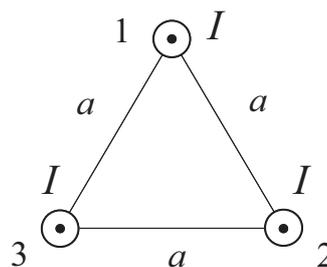


Рис. 2

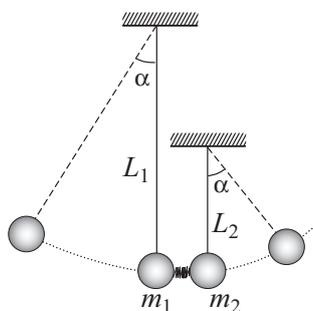
Следует обратить внимание на задачи такого типа. В дальнейшем планируется перевести задания линии 13 на определение направлений вектора напряжённости электрического поля, силы Ампера и силы Лоренца в задания с развёрнутым ответом (качественные задачи). Результаты выполнения этих заданий говорят о том, что в практике преподавания необходимо не ограничиваться устным выполнением заданий, аналогичных тем, что предлагаются в линии 13, а разбирать эти задания пошагово, определяя направление всех необходимых величин и указывая на законы и правила, на основании которых делается выбор.

Средний процент решения расчётных задач высокого уровня сложности — 16. При этом лучший результат достигнут для задач по электродинамике (23%), по остальным же разделам средние проценты выполнения примерно одинаковы (13–14).

В линии 29 одной из наиболее сложных оказалась задача, приведённая в примере 21.

Пример 21

Два шарика подвешены на вертикальных тонких нитях так, что они находятся на одной высоте. Между шариками находится сжатая и связанная нитью пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны на одинаковые углы. Во сколько раз одна нить длиннее другой, если отношение масс $\frac{m_2}{m_1} = 1,5$? Считать величину сжатия пружины во много раз меньше длин нитей.



Здесь 5% экзаменуемых справились с решением задачи, либо получив полностью верный ответ, либо допустив незна-

чительные огрехи в математической части задачи. Как правило, все приступившие к решению задачи верно записывали закон сохранения импульса после пережигания нити и распрямления пружины. А вот на следующем этапе вместо использования закона сохранения энергии участники экзамена пытались применить методы динамики, зачастую заменяя колебательное движение равномерным движением по окружности. Очевидно, целесообразно при изучении механических колебаний более подробно рассматривать изменения кинематических характеристик тела по мере его движения.

Среди заданий по молекулярной физике традиционно наиболее успешно решались задачи на тепловой баланс и КПД теплового двигателя. Существенные затруднения традиционно вызвали задачи на влажность воздуха. Пример такой задачи приведён ниже.

Пример 22

В закрытом сосуде при температуре 100°C находится влажный воздух с относительной влажностью 60% под давлением 100 кПа. Объём сосуда изотермически уменьшили в 2,5 раза. Во сколько раз надо вместо этого увеличить абсолютную температуру без изменения объёма сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объёмом сконденсировавшейся воды пренебречь.

В этой задаче первоначально необходимо было разобраться со степенью изотермического сжатия, при которой пар станет насыщенным, и учесть при этом, что при 100 °C давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению. А затем определить начальные и конечные парциальные давления сухого воздуха, воспользовавшись законами Дальтона и Бойля — Мариотта. Во втором случае при нагревании влажного воздуха без изменения объёма водяной пар будет оставаться ненасыщенным, а значит, влажный воздух можно считать идеальным газом с постоянным количеством вещества, и для изохорного нагревания можно применить закон Шарля.

Среди задач по электродинамике успешно решались задачи на движение заряженной частицы в магнитном поле при

предварительном разгоне в электрическом поле (22%), на определение мощности, выделяющейся в резисторе, с использованием данных графика (30%), на движение проводника с током по горизонтальной поверхности в магнитном поле (49%). Более сложными оказались задачи на равновесие капельки ртути в электрическом поле плоского конденсатора, на движение проводника с током по наклонной плоскости в магнитном поле и на сравнение мощности, выделяемой в реостате при разных положениях ползунка (в среднем 10%).

На последней позиции во всех вариантах предлагалась задача по квантовой физике. Наиболее сложными здесь ожидаемо оказались задачи на отражение фотонов (см. пример ниже).

Пример 23

Монохроматическое рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-10}$ м падает по нормали на пластинку и создаёт давление $P = 1,26 \cdot 10^{-6}$ Па. При этом 70% фотонов отражаются, а остальные проходят сквозь пластинку. Определите концентрацию фотонов в пучке падающего излучения. Рассеянием и поглощением излучения пренебречь. Считать, что фотоны в пучке распределены равномерно.

При взаимодействии излучения с пластинкой фотоны, проходящие через неё, не оказывают давления на пластинку. Отражённые фотоны передают пластинке импульс, равный по модулю суммарному изменению импульсов всех отражённых фотонов. Лишь 2% от общего числа при-

ступивших к решению этой задачи смогли верно записать все исходные уравнения и определить число фотонов, падающих на пластинку за некоторое время. Очевидно, тема «Давление света» в профильных классах изучается недостаточно качественно. Следует более детально останавливаться на случаях взаимодействия фотонов с поверхностью в случаях полного поглощения, отражения и прохождения фотонов через среду и, соответственно, возникающем давлением в каждом из этих случаев.

Для характеристики результатов выполнения работы группами экзаменуемых с различным уровнем подготовки выделяется четыре группы. В качестве границы между группами 1 и 2 выбирается минимальная граница положительной оценки (36 тестовых баллов). Все экзаменуемые, не достигшие минимальной границы, попали в группу с самым низким уровнем подготовки. Группа 2 соответствует диапазону от минимальной границы до 60 баллов, в первичных баллах это соответствует выполнению заданий базового уровня сложности. Далее следует группа с результатами от 61 до 80 баллов. В этом диапазоне баллов необходимо показать устойчивое выполнение заданий повышенного уровня сложности. Для группы высокобалльников (результаты от 81 до 100 баллов) характерно наличие системных знаний и овладение комплексными умениями.

На рисунке 3 представлена диаграмма, демонстрирующая распределение по группам подготовки в 2021 г. в сравнении с предыдущим годом.

Распределение участников ЕГЭ 2020-2021 по уровням подготовки

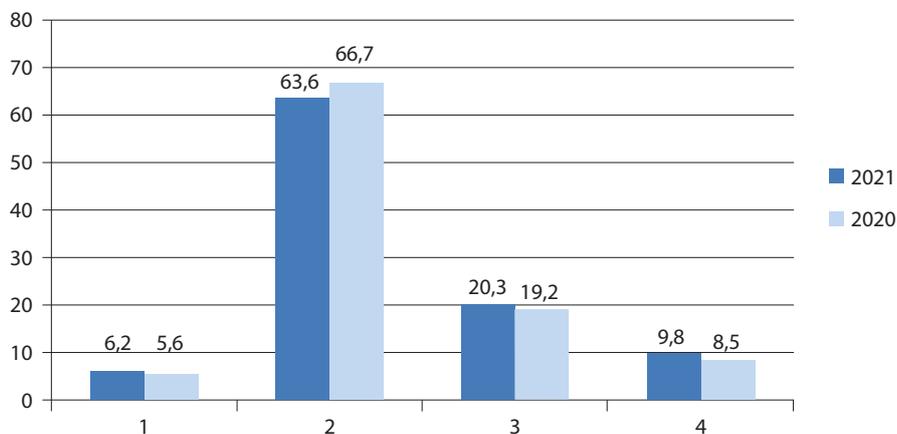


Рис. 3

На рисунке 4 показаны результаты выполнения заданий с кратким и развёрнутым ответами участниками экзамена с разными уровнями подготовки.

Участники из **группы 1** (не преодолевшие минимального балла) по уровню подготовки получили по итогам выполнения экзаменационной работы от 0 до 10 первичных баллов. Данная группа не продемонстрировала освоения каких-либо элементов содержания и овладения какими-либо проверяемыми умениями. Средний процент выполнения заданий базового уровня составил для этой группы 22, повышенного уровня — 15. Более успешно выполняются задания базового уровня на применение наиболее значимых законов и формул: на применение

второго закона Ньютона, закона сохранения энергии к свободному падению тел; на расчёт силы упругости, кинетической энергии тела; на сравнение импульсов тел, импульсов фотонов. Ниже приведён пример задания, с которым справляется около 50% выпускников из данной группы.

Пример 24

Отношение модуля скорости автокрана к модулю скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$, а отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 6$. Каково отношение модуля импульса автокрана к модулю импульса легкового автомобиля?

Ответ: _____ 1,8 _____.

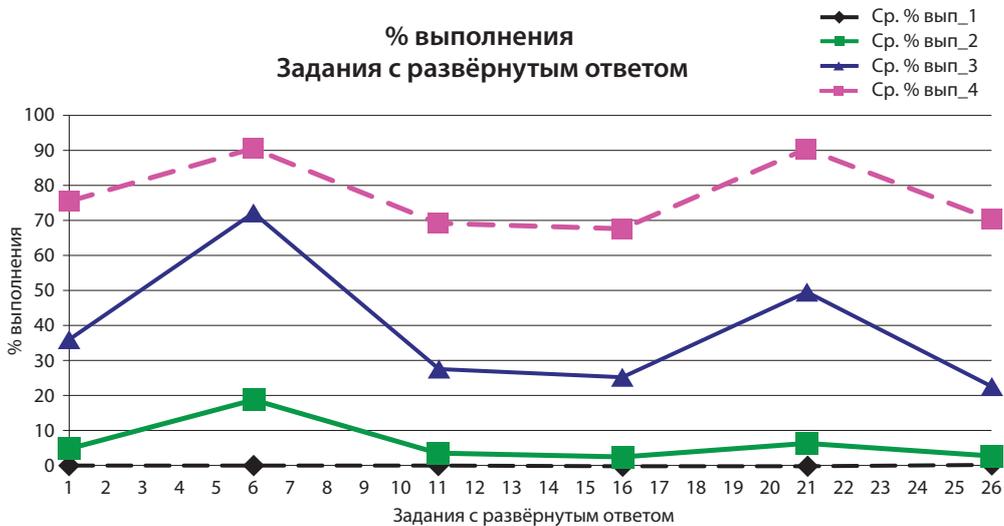
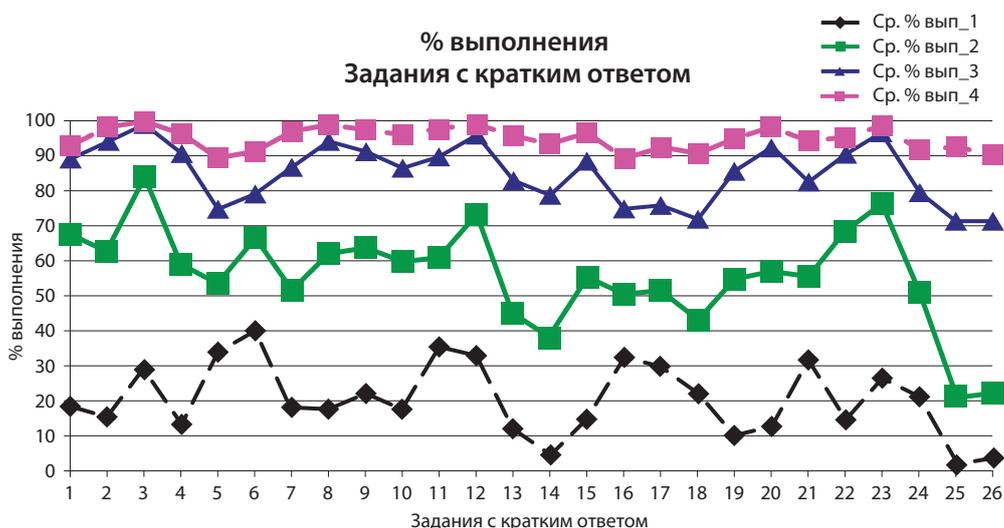


Рис. 4

Группа 2 (с результатами в диапазоне 36–60 баллов) самая многочисленная, к ней относятся обучающиеся, получившие от 11 до 31 первичного балла. Результаты выполнения заданий базового уровня составили в среднем 59%; для заданий повышенного уровня этот показатель — 33%, для заданий высокого уровня сложности — 3,5%. Таким образом, данная группа в целом демонстрирует освоение содержания курса физики средней школы на базовом уровне сложности. Среди заданий базового уровня результаты ниже уровня освоения зафиксированы для линии заданий на определение направлений векторов (сила Ампера и сила Лоренца), применение закона Ома для участка цепи со смешанным соединением проводников, совместное применение закона Кулона и закона сохранения энергии, а также заданий на определение соответствий величин и формул, по которым их можно рассчитать. Ниже приведён пример задания, с которым справляется немногим более половины данной группы экзаменуемых (см. пример 25).

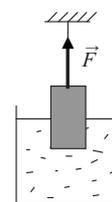
Основным дефицитом для данной группы является решение задач: средний процент выполнения задач повышенного уровня сложности составляет всего 15.

Группу 3 составляют выпускники, набравшие по результатам экзамена от 32

до 42 первичных баллов (61–80 тестовых баллов). Средний процент выполнения заданий базового уровня составляет 87, повышенного уровня — 70, высокого уровня — 31. От предыдущей группы эту группу отличает успешное выполнение всех линий заданий базового уровня, а также освоение курса физики на уровне выполнения всех линий заданий повышенного уровня. Стабильные результаты (71%) демонстрируются для расчётных задач повышенного уровня как с кратким, так и развёрнутым ответом. Ниже приведён пример расчётной задачи повышенного уровня, средний процент выполнения которой для данной группы составляет около 70.

Пример 26

Однородный цилиндр объёмом $4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ подвешен на нити и наполовину погружён в воду. Какова плотность материала цилиндра, если сила натяжения нити $F = 3 \text{ Н}$?



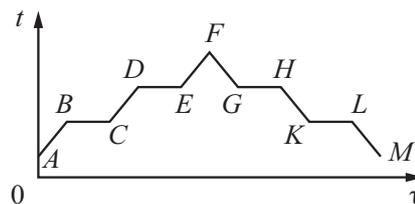
Данная группа не освоила решение расчётных задач высокого уровня сложности, демонстрируя частичное решение с ошибками в основных уравнениях либо с неверной трактовкой физической модели, необходимой для решения задачи.

Пример 25

В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество. Цилиндр поместили в печь. Сначала цилиндр нагревали, а в некоторый момент начали охлаждать. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества с течением времени τ .

Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



УЧАСТКИ ГРАФИКА

ПРОЦЕССЫ

- А) KL
- Б) GH

- 1) конденсация
- 2) кристаллизация
- 3) нагревание пара
- 4) кипение

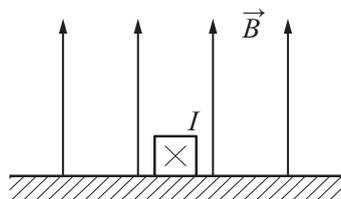
Ответ:

А	Б
2	1

Группа 4, высокобалльники, набрала по результатам выполнения экзаменационной работы от 43 до 53 первичных баллов (81–100 тестовых баллов). Для данной группы характерно освоение всех элементов содержания и всех проверяемых способов действий. Средний процент выполнения заданий базового уровня составляет 95, повышенного уровня — 89, высокого уровня — 74. Ниже приведён пример задачи высокого уровня сложности, с которой справляется примерно 90% данной группы выпускников.

Пример 27

На горизонтальном столе лежит прямой проводник длиной 60 см и массой 40 г. В области стола создано однородное вертикальное магнитное поле. На рисунке показаны сечение проводника, направление тока и вектор магнитной индукции. Если через проводник пропускать достаточно большой ток, то проводник скользит по столу, двигаясь поступательно. Какова индукция магнитного поля, если при силе тока 10 А проводник движется равномерно? Коэффициент трения между проводником и поверхностью стола равен 0,3. Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на проводник.



Дополнительно к предыдущей группе освоены умения решать различные качественные задачи, выстраивая рассуждения с опорой на изученные законы и свойства физических явлений, и решать расчётные задачи высокого уровня сложности по всем разделам школьного курса физики.

* * *

Контрольно-измерительные материалы ЕГЭ по физике в 2022 г. будут существенно изменены в связи с необходимостью перехода на экзаменационную модель, отвечающую требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее — ФГОС). Изменение

содержания оценки в условиях введения ФГОС связано с переходом на деятельностный подход, который характеризуется переориентацией КИМ ЕГЭ на проверку предметных результатов, выраженных в деятельностной форме.

Контрольно-измерительные материалы ЕГЭ по физике в 2022 г. состоят из двух частей и содержат 30 заданий, различающихся формой и уровнем сложности¹. Часть 1 работы проверяет умения анализировать физические процессы и явления и применять при их описании законы и формулы, а также оценивает элементарные методологические умения. Часть 2 полностью посвящена решению задач.

В КИМ представлены задания разных уровней сложности: 19 заданий базового, семь заданий повышенного и четыре задания высокого уровня. Максимальный балл за выполнение всех заданий базового уровня составляет 48% от максимального балла за всю работу, а заданий повышенного и высокого уровней — 52%.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий работы составляет 54. Общее время выполнения работы не изменилось и равно 235 мин.

В начале варианта предлагаются две новые модели задания базового уровня сложности: линия 1 и линия 2. В линии 1 используются задания на множественный выбор интегрированного характера, проверяющие понимание основных теоретических положений из всех разделов курса физики. В линии 2 используются задания на соответствие интегрированного характера, проверяющие понимание графических закономерностей. Здесь для трёх зависимостей из разных разделов курса физики необходимо из пяти схематичных графиков выбрать те, которые отвечают указанным зависимостям физических величин.

Далее в части 1 представлены блоки заданий по четырём разделам курса физики: шесть заданий по механике, пять заданий по молекулярной физике, шесть заданий по электродинамике и два задания по квантовой физике. В начале каждого блока

¹ Демидова М.Ю., Грибов В.А. Экзаменационная модель КИМ ЕГЭ по физике, отвечающая требованиям ФГОС СОО // Педагогические измерения. 2021. № 2. С. 59–69.

идут задания с кратким ответом в виде числа, построенные на содержании одной или нескольких тем раздела. Далее в блоке идут задания с кратким ответом в виде набора цифр, которые могут конструироваться на материале любых тем данного раздела, но при этом в одном варианте тематически эти задания, как правило, относятся к разным темам.

По сравнению с 2021 г. изменена форма заданий на множественный выбор: вместо выбора двух из пяти указанных утверждений предлагается выбрать все верные утверждения. При этом верных утверждений может быть либо два, либо три.

В конце части 1 предлагаются два задания на проверку методологических умений, которые в КИМ 2022 г. оставлены без изменений по сравнению с прошлым годом. При выполнении задания 22 необходимо определить показания измерительного прибора, представленного на фотографии, а в задании 23 — выбрать из предоставленного перечня оборудование для проведения исследования по заданной в условии гипотезе.

Часть 2 работы содержит семь заданий с развёрнутым ответом, в которых необходимо представить решение задачи или ответ в виде объяснения с опорой на изученные явления или законы. Максималь-

ный балл за решение задач составляет 37% от максимального балла за всю работу.

На позиции 24 стоит качественная задача по молекулярной физике или электродинамике, её решение оценивается максимально 3 баллами. На позициях 27, 28 и 29 находятся расчётные задачи по молекулярной физике и электродинамике, которые также оцениваются в 3 балла. Эти задания не изменились по сравнению с предыдущей экзаменационной моделью.

На позициях 25 и 26 предлагаются расчётные задачи повышенного уровня сложности по механике и квантовой физике соответственно. Они оцениваются максимально в 2 балла. Критерии оценивания решения этих задач остались без изменения.

В конце варианта представлена новая модель задания (позиция 30) — задание с развёрнутым ответом высокого уровня сложности, представляющее собой расчётную задачу с неявно заданной физической моделью, в которой требуется привести обоснование выбранной модели и использование для решения законов и формул. Максимальный балл за решение задачи линии 30 составляет 4 балла. При этом используется два независимых критерия оценивания: на 1 и 3 балла.

Content

ANALYTICS

Yaschenko I.V., Vysotskiy I.R., Semenov A.V.

Methodological Recommendations For Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2021 USE In Mathematics 3

Abstract: The article describes the characteristics of the 2021 USE in Mathematics on basic and the advanced levels and the main results of the advanced level exams. The article analyses the achievements and problems of the candidates with different proficiency levels. The authors comment on the results of some tasks and give methodological recommendations for error correction. The authors describe the changes in the exam in 2022.

Keywords: USE CMM in Mathematics, the main results of the 2021 USE in Mathematics, analysis of the results of candidates with different proficiency levels, methodological recommendations for error correction, changes in the 2022 USE CMM in Mathematics

Krylov S.S.

Methodological Recommendations For Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2021 USE In ICT 29

Abstract: The article deals with the characteristics of the USE CMM in ICT in 2021, its main results. The author analyses the main results in different content areas, the achievements and knowledge gaps of candidates with different proficiency levels, typical mistakes made by participants in different test items. The author describes the changes in the exam in 2022.

Keywords: USE CMM in ICT, the main results of the 2021 USE in ICT, analysis of the results in different content areas, analysis of the results of candidates with different proficiency levels, changes in the 2022 USE CMM and ICT

Lobzhanidze A.A., Ambartsumova E.M., Barabanov V.V., Dukova S.E.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2021 USE In Geography 46

Abstract: The article presents a brief description of the 2021 USE on Geography as well as its main results. The results are analyzed according to the content areas. The authors describe the achievements and knowledge gaps of candidates with different proficiency levels and give the recommendations for improving teaching Geography at school.

Keywords: USE CMM in Geography, the main results of the 2021 USE in Geography, analysis according to the content areas, analysis of the results of candidates with different proficiency levels, improvement of teaching Geography.

Rokhlov V.S., Petrosova R.A., Mazyarkina T.V.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2021 USE In Biology 70

Abstract: The article gives a brief description of the 2021 USE in Biology as well as its main results and the analysis according to the content areas. The authors describe the achievements and knowledge gaps of candidates with different proficiency levels and give the recommendations for improving the teaching methodology of Biology. The authors present changes in the 2022 USE CMM in Biology.

Keywords: USE CMM in Biology, the results of the 2021 USE in Biology, statistical characteristics of the examination tasks, analysis according to the content areas, analysis of the results of candidates with different proficiency levels, changes in the 2022 USE CMM in Biology

Dobrotin D.Y., Snastina M.G.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2021 USE In Chemistry 98

Abstract: The article presents the characteristics of the 2021 USE in Chemistry and demonstrates its main results. The authors give the analysis according to the content areas, describe the achievements and knowledge gaps of candidates with different proficiency levels, give methodological recommendations for improving the teaching methodology of Chemistry and comment on changes in the 2022 USE CMM in Chemistry.

Keywords: USE CMM in Chemistry, the main results of the 2021 USE in Chemistry, analysis according to the content areas, analysis in relation to participants with different proficiency levels, statistical characteristics of the examination items, changes in the 2022 USE CMM in Chemistry.

Content

Demidova M.Y., Gribov V.A.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2021 USE In Physics132

Abstract: The article presents the characteristics of the 2021 USE in Physics and its main results. The results are analysed according to the content areas and different learning activities: application of laws and formulas in standard learning situations, analysis and interpretation of phenomena and processes, determining the direction of vector quantities, methodological skills, problem solution. The authors review the achievements and knowledge gaps of candidates with different proficiency levels and describe the changes in the 2022 USE CMM in Physics.

Keywords: USE CMM in Physics, main results of the 2021 USE in Physics, analysis according to the content areas and different learning activities, analysis of the results of candidates with different proficiency levels, changes in the 2022 USE CMM in Physics.

List of abbreviations

BSE – Basic State Examination

CMM – Control and Measuring Materials

EQA – Educational Quality Assessment

FAI – Fund of assessment instruments

FL – Foreign languages

FSES – Federal State Educational Standards

HEI – Higher Educational Institution

MI – Measuring instruments

SGE –Secondary General Education

SSA – State summative assessment

SSE – State School-leaving examination

USE – Unified State Examination

ICT – Information and Communication Technologies

Подписано в печать 15.12.2021. Формат 60×90/8
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ.л. 19. Усл.-печ.л. 19
Тираж 1000 экз. Заказ № 21С22

Учредитель ООО «НИИ школьных технологий».
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №77-15870 от 07.07.2003 г.
109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2
Тел.: (495) 345-52-00
E-mail: narob@yandex.ru
Распространение: no.podpiska@yandex.ru

**ШКОЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

2021

Индексы: П7026, 84271