

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3 / 2020

Педагогические измерения

3

2020



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 Центра педагогических измерений, 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, директор Департамента государственной политики и управления в сфере общего образования Министерства просвещения Российской Федерации

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

Редакция:

Заместитель главного редактора: к.психол.н.
Кушнир Алексей Михайлович

Заместитель главного редактора:
Лячина Светлана Николаевна

Ответственный секретарь:
Чернышова Ксения Владимировна

Вёрстка: Буланов Максим

Корректор: Асанова Людмила

Технолог: Цыганков Артём

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

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

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

Редакция:

ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

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



Содержание номера

АНАЛИТИКА

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

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по математике 3

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по математике базового и профильного уровней в 2020 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы отдельно для экзамена на базовом и профильном уровнях; проанализированы учебные достижения и дефициты выпускников с различным уровнем подготовки; приведены комментарии по результатам выполнения отдельных заданий и рекомендации по коррекции типичных ошибок.

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

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по географии 17

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по географии в 2020 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.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по биологии 40

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по биологии в 2019 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.

Добротин Д.Ю., Снастина М.Г.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по химии 61

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по химии в 2020 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.

Демидова М.Ю.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по физике 91

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по физике в 2020 г., представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы по тематическим разделам, 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; даны рекомендации по совершенствованию методики преподавания физики.

Крылов С.С.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по информатике и ИКТ 113

Приведена краткая характеристика КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ в 2020 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.

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

**Яценко
Иван Валериевич**

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

**Семенов
Андрей Викторович**

кандидат педагогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
член комиссии по разработке
КИМ для ГИА по математике
semenov@fipi.ru

**Высоцкий Иван
Ростиславович**

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

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по математике, основные результаты ЕГЭ по математике в 2020 г., анализ результатов по группам с различным уровнем учебной подготовки, рекомендации по коррекции типичных ошибок.

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. Для указанных целей используются контрольные измерительные материалы (КИМ), представляющие собой комплексы заданий стандартизированной формы.

С 2015 г. 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 в 2020 г. ЕГЭ базового уровня по математике не проводился.

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

Каждый вариант ЕГЭ 2020 г. по математике профильного уровня сохранил преемственность с экзаменационной моделью прошлого года в тематике, примерном содержании и уровнях сложности заданий. Вариант содержал 12 заданий с кратким ответом и 7 заданий с развёрнутым ответом. Задания

относились к основным разделам курса математики: числа и вычисления, алгебра и начала математического анализа, геометрия, теория вероятностей. Проверка логических навыков была 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 8 заданий базового уровня, часть 2 содержит 11 заданий повышенного и высокого уровней сложности. Первые 12 заданий подразумевают краткий числовой ответ и оцениваются в 0 или 1 балл. Задания 13–19 политомические с развёрнутым ответом. В большинстве политомических заданий требования на промежуточные баллы определяются однозначно за счёт разбиения задания на законченные по смыслу пункты.

Модель ЕГЭ по математике профильного уровня, сформировавшаяся к настоящему времени, способна выделить наиболее подготовленных участников, обладающих потенциалом для продолжения образования по техническим и математическим специальностям. В то же время экзамен содержит достаточный материал для диагностики общих математических знаний и умений, используемых при изучении иных предметов, в быту и в массовых профессиях. В большинстве своём эти задания сгруппированы в части 1 и охватывают широкий круг математических объектов, методов и практических сюжетов: оптимальный выбор, задачи, проверяющие уровень финансовой грамотности, задачи на бытовые расчёты и оперирование процентами, прикладная геометрия, оценка вероятностей событий в простых ситуациях и т.п.

В последние годы среди выпускников растёт понимание роли и назначения двухуровневого экзамена по математике и выпускники с помощью учителей в основном осознанно выбирают базовый или профильный уровень. Поэтому в перспективной модели КИМ ЕГЭ планируется сократить количество заданий базового уровня сложности, заменив их заданиями с кратким ответом, ориентированными на прикладное использование математики в смежных предметах, а также задания-

ми, недостаточно представленными в ЕГЭ до сих пор.

Задания части 2, как дихотомические, так и политомические, предназначены для проверки математических знаний, необходимых абитуриентам технических и математических специальностей. Традиционно во вторую часть входят задачи на исследование функций, задачи по стереометрии и планиметрии, уравнения и неравенства.

При анализе результатов профильного экзамена в 2020 г. следует учитывать влияние следующих факторов:

- массовый переход школ на дистанционное обучение в конце учебного года;
- отмену в 2020 г. обязательного экзамена по математике;
- автоматическое зачисление без ЕГЭ победителей и призёров заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников;
- психологическое напряжение участников экзамена в связи с карантинными мерами.

Эти обстоятельства не могли не сказаться на результатах экзамена. При этом результаты в целом несколько ниже прошлогодних, но существенно выше результатов 2018 г.

На рисунке представлены распределения первичного балла ЕГЭ в 2018–2020 гг.

Характер распределения результатов 2020 г. практически не изменился по сравнению с 2019 г. Распределение несколько сгладилось на участке высоких баллов в связи с несущественным ростом доли неполных баллов за выполнение заданий части 2 КИМ (в 2019 г. большая часть бравшихся за решение задач части 2 доводила их решение до конца). Аномалии в распределении отсутствуют.

В таблице 1 приведены данные о среднем тестовом балле и распределении участников по диапазонам тестового балла в 2018–2020 гг.

Средний тестовый балл в 2020 г. снизился на 2 в сравнении с аналогичным показателем 2019 г., но при этом остался существенно выше среднего балла 2018 г. Доля участников экзамена с результатами от 0 до 40 тестовых баллов выросла по сравнению с 2019 г., но осталась заметно ниже соответствующей доли участников ЕГЭ 2018 г., а доля участников с результатами

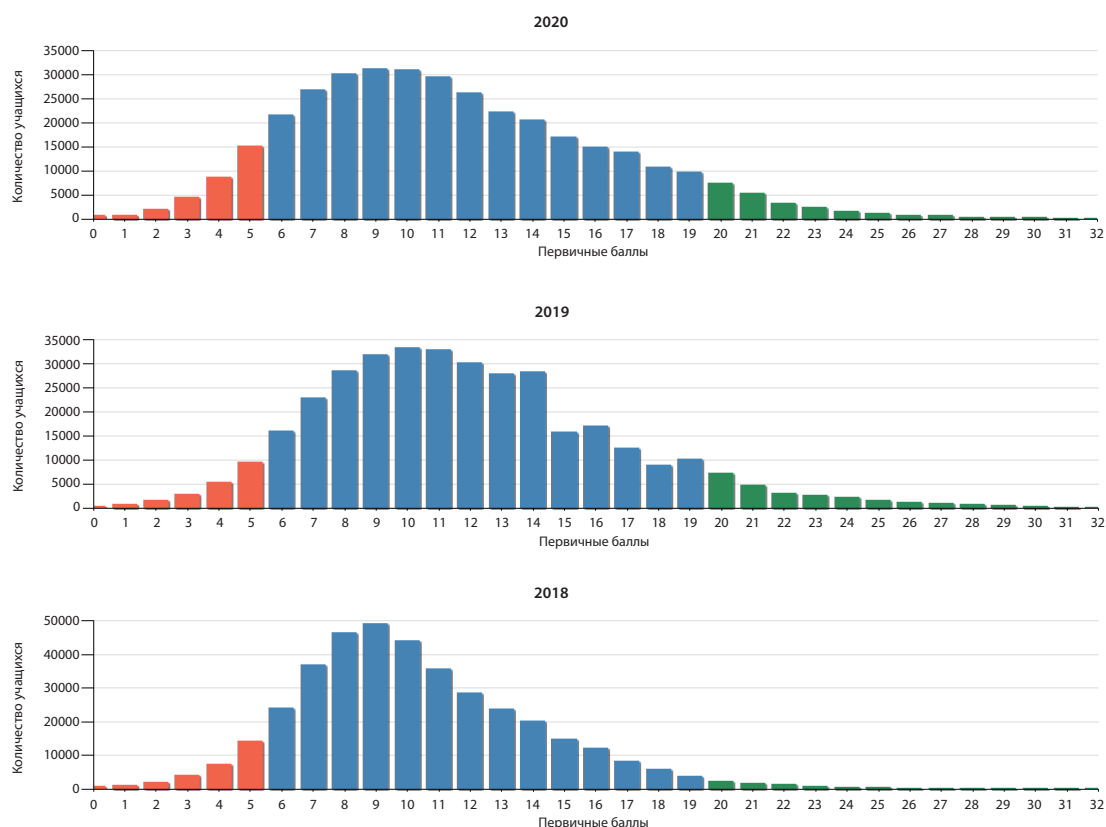


Рис. Распределение первичных баллов ЕГЭ в 2018–2020 гг.

в диапазоне от 41 до 100 тестовых баллов несколько уменьшилась по сравнению с 2019 г., но осталась выше соответствующей доли участников ЕГЭ 2018 г.

Как и в предыдущие годы, минимальный первичный балл, необходимый для того, чтобы выдержать экзамен на минимальном уровне, был равен 6 первичным (27 тестовым) баллам. В 2020 г. не преодолели минимальной границы 8,8% участников экзамена (в 2019 г. — 6,7% участников; в 2018 г. — 8,6%).

Число и доля участников, набравших 100 баллов в 2020 г., несколько сократились в сравнении с аналогичными показателями 2019 г., но остались существен-

но выше соответствующего показателя 2018 г. Это объясняется тем, что на фоне общего роста качества математической подготовки школьников значительное число выпускников, имеющих право поступления на специальности «математика», «информатика», «физика», «экономика» и др. без вступительных испытаний, в этом году отказались от сдачи экзамена по математике. Это явление наиболее заметно в регионах, лидирующих по количеству дипломов заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников. При этом в других регионах наблюдается рост числа 100-балльников и высокобалльников, что, вероятно, связано

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2020	53,94	4,62%	25,91%	25,38%	37,48%	6,60%
2019	55,91	3,84%	21,57%	26,61%	40,91%	7,08%
2018	49,26	4,78%	31,39%	32,36%	29,31%	2,16%

с эффективностью самоподготовки высокомотивированных участников экзамена.

В 2020 г. наблюдаются разнонаправленные отклонения доли выполнения заданий в отдельных линиях от результатов прошлого года. Несмотря на негативные факторы, сопутствующие подготовке к экзамену в 2020 г., отмечается заметный рост процента выполнения наиболее сложных заданий 17 и 19. Этот феномен также можно объяснить массовым переходом наиболее подготовленных категорий школьников на самостоятельную подготовку к экзамену.

Несмотря на факторы, негативно сказавшиеся на качестве подготовки к ЕГЭ в абсолютном большинстве школ, отмечен рост логической и алгоритмической культуры участников экзамена. Это выразилось в заметном снижении доли полученных неполных баллов в ряде полиномических заданий: участники экзамена, которые нашли способ решения задачи, давали её полное верное решение значительно чаще, чем это было в прошлые годы.

На результаты ЕГЭ с каждым годом всё больше влияют меры по реализации Концепции развития математического образования. В частности, в ряде регионов в 2020 г. по сравнению с предыдущими годами выпущено больше школьников, которые начали углублённое изучение математики с 7–8-х классов; сказывается работа образовательного центра «Сириус» по развитию творческих способностей обучающихся в регионах (проводится обучение свыше 3000 школьников в год в очной форме, свыше 10 000 в среде «Сириус-онлайн»), реализация в регионах системы мер по выявлению и развитию математического таланта школьников, работа общедоступных интернет-ресурсов, направленных на развитие творческих способностей школьников.

По результатам детального анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет и методических рекомендаций ФИПИ создано много печатных и электронных учебных материалов, предназначенных для подготовки обучающихся к профильному ЕГЭ по математике; растёт доля пособий, рассчитанных на самоподготовку школьников; в ряде регионов приняты

региональные программы развития математического образования; проект «Я сдам ЕГЭ», стартовавший три года назад, привёл к существенному росту результатов участвующих в этом проекте регионов, поскольку он построен не на решении вариантов прошлых лет, а на системном изучении математики, ориентированном на индивидуальную траекторию развития каждого школьника.

Рост общественного запроса на качественное математическое образование и повышение роли математической грамотности как общественно значимого фактора проявились в повышении востребованности ресурсов для самостоятельного дополнительного математического образования. В наиболее популярных диагностических системах в 2019/20 учебном году зарегистрировались и выполняли тренировочные работы более 80% участников ЕГЭ профильного уровня 2020 г. Это явилось одной из причин снижения доли вычислительных ошибок при выполнении заданий с кратким ответом.

Следует отметить позитивное влияние действующей 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 в качестве обязательного для преодоления аттестационного порога по прошествии нескольких лет положительно сказалось на уровне выполнения заданий по геометрии в ЕГЭ.

Перейдём к содержательному анализу выполнения отдельных заданий КИМ.

Алгебра и начала математического анализа, базовый уровень сложности

Задания 1, 2, 4, 5 относятся к заданиям базового уровня и выполняются большинством участников экзамена. Уровень выполнения задания 7 базового уровня ниже, чем уровень выполнения заданий 1, 2, 4, 5. Рассмотрим типичные примеры заданий и прокомментируем результаты их выполнения.

Задание 1

В доме, в котором живёт Гриша, один подъезд. На каждом этаже находится по пять квартир. Гриша живёт в квартире 43. На каком этаже живёт Гриша?

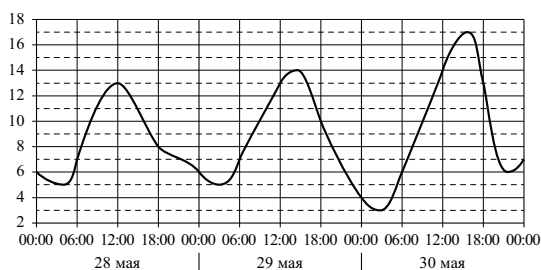
Задание проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Задание выполняется на уровне 87,5/97,9%¹.

Для выполнения этого задания выпускник должен уметь выполнять арифметические действия с целыми числами. Проблемы у участников возникают на стадии интерпретации полученных результатов.

Задание 2

На рисунке показано изменение температуры воздуха на протяжении трёх суток. По горизонтали указывается дата и время, по вертикали — значение температуры в градусах Цельсия. Определите по рисунку наибольшую температуру воздуха 29 мая. Ответ дайте в градусах Цельсия.



Задание проверяет сформированность умения анализировать диаграммы и графики.

Оно выполняется на уровне 99,1/99,9%.

Для выполнения этого задания выпускник должен найти на заданном интервале наибольшее значение представленной графически величины. Проблемы у участников возникают в основном из-за невнимательного чтения условия задачи.

Задание 4

В чемпионате по гимнастике участвуют 50 спортсменок: 13 из Великобритании, 7 из

¹ Здесь и далее: первое число — процент выполнения участниками ЕГЭ, не преодолевшими минимального балла; второе число — процент выполнения высокобалльниками.

Франции, остальные — из Германии. Порядок, в котором выступают гимнастки, определяется жребием. Найдите вероятность того, что спортсменка, выступающая первой, окажется из Германии.

Задание проверяет сформированность понятия «вероятность» и умения находить вероятность в простых ситуациях.

Задание выполняется на уровне 88,8/99,6%.

Проблемы у участников возникают из-за недостаточной сформированности понятия «вероятность события».

Задание 5

Найдите корень уравнения $\sqrt{36-4x} = 2$.

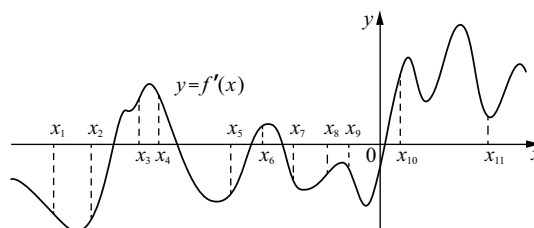
Задание сводится к решению линейного уравнения и проверяет сформированность умения решать уравнение с переменной под знаком квадратного корня, а также знание определения арифметического квадратного корня.

Задание выполняется на уровне 84,7/99,7%.

Проблемы у участников чаще всего возникают при выполнении арифметических действий.

Задание 7

На рисунке изображён график $y = f'(x)$ — производной функции $f(x)$. На оси абсцисс отмечено одиннадцать точек: $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}$. Сколько из этих точек принадлежит промежуткам убывания функции $f(x)$?



Задание проверяет знание связи между характером монотонности функции и знаком её производной, умение по графику производной функции охарактеризовать свойства самой функции.

Задание выполняется на уровне 23,9/94,7%.

Проблемы у участников возникают в основном из-за незнания свойств производной, ошибки при интерпретации

условия, вызванной отсутствием навыков функционального чтения.

Характеризуя группу заданий 1–8 в целом, можно отметить, что отсутствуют существенные отличия между результатами выполнения этих заданий участниками слабой и сильной групп.

Алгебра и начала математического анализа, повышенный уровень сложности

Задания 9–12, 13, 15, 17 относятся к заданиям повышенного уровня и участниками экзамена со слабой подготовкой (группа I) выполняются значительно хуже заданий части 1.

Задание 9

Найдите $\sin \alpha$, если $\cos \alpha = -\frac{\sqrt{21}}{5}$ и $\alpha \in \left(\frac{\pi}{2}; \pi\right)$.

Задание проверяет сформированность умения по заданному значению одной тригонометрической функции находить значение другой функции с использованием основного тригонометрического тождества.

Задание выполняется на уровне 25,2/96,7%. Проблемы у участников обычно возникают при выполнении арифметических действий и определении знака тригонометрической функции.

Задание 10

В ходе распада радиоактивного изотопа его масса m (в мг) уменьшается по закону $m = m_0 \cdot 2^{-\frac{\tau}{T}}$, где m_0 — начальная масса изотопа (в мг), τ — время, прошедшее от начального момента, в минутах, T — период полураспада в минутах. В начальный момент времени масса изотопа — 156 мг. Период его полураспада составляет 8 минут. Найдите, через сколько минут масса изотопа будет равна 39 мг.

Задание проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни, в частности — применять готовую формулу в расчётах. Помимо прямого применения формулы, требуется решить простейшее показательное уравнение.

Задание выполняется на уровне 32,7/98,3%. При решении этой задачи проблемы у участников чаще всего возникают на этапе чтения условия задачи или при подстановке данных в формулу.

Задание 11

Пристани A и B расположены на озере, расстояние между ними равно 264 км. Баржа отправилась с постоянной скоростью из A в B . На следующий день после прибытия она отправилась тем же путём обратно со скоростью на 2 км/ч больше прежней, сделав по пути остановку на 1 час. В результате она затратила на обратный путь столько же времени, сколько на путь из A в B . Найдите скорость баржи на пути из A в B . Ответ дайте в км/ч.

Задание проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. Для выполнения этого задания нужно уметь решать текстовую задачу на движение.

Задание выполняется на уровне 21,5/95,0%.

Задание 12

Найдите точку минимума функции

$$y = 5x - \ln(x+3)^5 + 6.$$

Задание проверяет сформированность умения использовать производную для исследования функции. Для выполнения этого задания нужно знать связь производной со свойствами функции и уметь находить производную функции.

Задание выполняется на уровне 8,8/85,0%.

Задание 13

а) Решите уравнение

$$2 \sin^2\left(\frac{3\pi}{2} + x\right) + \cos(\pi - x) = 0.$$

б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $\left[-2\pi; -\frac{\pi}{2}\right]$.

Задание проверяет сформированность умений решать тригонометрическое уравнение и отбирать корни, принадлежащие числовому отрезку. Задание выполняется на уровне 0,2/94,4%.

Это задание решают выпускники с отличной и хорошей подготовкой, выпускники со слабой подготовкой к этому заданию, как правило, не приступают.

Задание 15

Решите неравенство

$$x^2 \log_{512}(x+7) \leq \log_2(x^2 + 14x + 49).$$

Задание проверяет сформированность умения решать неравенства.

Это задание решают выпускники с отличной и хорошей подготовкой, выпускники со слабой подготовкой к этому заданию, как правило, не приступают.

Низкий процент выполнения задания 15 свидетельствует о существующей проблеме — массовом отсутствии у выпускников средней школы умения решать неравенства вообще (не только логарифмические). Основанием для такого вывода является характер типичных ошибок, допущенных в решении квадратных, дробно-рациональных неравенств и систем линейных неравенств, а также при применении метода интервалов.

Задание 17

В июле 2026 года Иванов планирует взять кредит на пять лет в размере 1050 тыс. рублей. Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг возрастает на 10% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить одним платежом часть долга;
- в июле 2027, 2028 и 2029 годов долг остаётся равным 1050 тыс. рублей;
- выплаты в 2030 и 2031 годах равны;
- к июлю 2031 года долг будет выплачен полностью.

На сколько рублей последняя выплата будет больше первой?

Задание проверяет сформированность умения использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. Для выполнения этого задания нужно составить математическую модель по тексту задачи. Задание выполняется на уровне 0,03/89,7%.

Алгебра и начала анализа, высокий уровень сложности

К заданиям высокого уровня сложности относятся задания 18 и 19.

Задание 18

Найдите все значения a , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} \sqrt{36-y^2} = \sqrt{36-a^2x^2}, \\ x^2 + y^2 = 2x + 6y \end{cases}$$

имеет ровно два различных решения.

Задание проверяет сформированность умений комбинировать различные изученные алгоритмы для решения задач, использовать различные методы, включая графические. Для решения задачи необходимы развитая математическая культура, умение проводить исследование системы уравнений на совместность и количество решений. Задание выполняется на уровне 0,0/27,9%.

Задание 19

На доске написано несколько различных натуральных чисел, в записи которых могут быть только цифры 4 и 9 (возможно, только одна из этих цифр).

- а) Может ли сумма этих чисел быть равна 107?
- б) Может ли сумма этих чисел быть равна 289?
- в) Какое наименьшее количество чисел может быть на доске, если их сумма равна 3986?

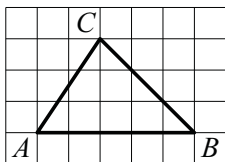
Задание проверяет сформированность умения применять математические знания для решения задач. Задание выполняется на уровне 0,9/38,6%. Показатели выполнения данного задания существенно выросли, показывая рост логической культуры выпускников.

Геометрия, базовый уровень сложности

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

Задание 3

На клетчатой бумаге с размером клетки 1×1 изображён треугольник ABC . Найдите длину его средней линии, параллельной стороне AB .

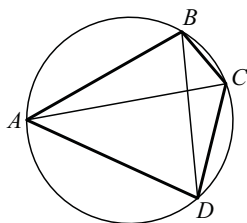


Задание проверяет сформированность умения выполнять действия с геометрическими фигурами. Для выполнения задания требуется знание свойства средней линии треугольника и умение найти нужные элементы на чертеже.

Задание выполняется на уровне $75,7/98,5\%$.

Задание 6

Четырёхугольник $ABCD$ вписан в окружность. Угол ABD равен 58° , угол CAD равен 39° . Найдите угол ABC . Ответ дайте в градусах.

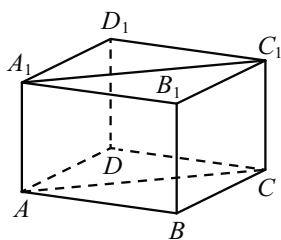


Задание проверяет сформированность умения выполнять действия с геометрическими фигурами. Для выполнения задания требуется знание свойства вписанных углов и свойства вписанного четырёхугольника.

Задание выполняется на уровне $32,1/93,6\%$.

Задание 8

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD-A_1B_1C_1D_1$ известно, что $AB = 7$, $BC = 5$, $AA_1 = 5$. Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки A, B, C, A_1, B_1, C_1 .



Задание проверяет сформированность умения находить на чертеже элементы многогранника, пространственное видение и пространственное мышление. Для выполнения задания требуется умение находить объёмы призмы.

Задание выполняется на уровне $40,7/97,7\%$.

Геометрия, повышенный уровень сложности

Задания 14 и 16 относятся к повышенному уровню сложности. Эти задания решают в основном участники ЕГЭ, претендующие на высокий балл. Успешное выполнение этих заданий возможно только при систематическом изучении курса геометрии. Натаскивания на задания, встречавшиеся в прошлые годы, чем грешат многие учителя при подготовке к ЕГЭ, недостаточно. После такой «подготовки» старшеклассник, наученный решать прошлогодние задачи, встречается с задачей, которую он прежде не решал, и не может подойти к ней, поскольку у него отсутствуют навыки анализа условия и геометрической конфигурации, поиска и синтеза решения. Вместо этих важнейших навыков он имеет лишь навык узнавания знакомой задачи и следования заученному алгоритму.

Задание 14

В правильной треугольной пирамиде $SABC$ сторона основания AB равна 6, а боковое ребро SA равно $\sqrt{21}$. На рёбрах AB и SB отмечены точки M и K соответственно, причём $AM = 4$, $SK : KB = 1 : 3$.

а) Докажите, что плоскость CKM перпендикулярна плоскости ABC .

б) Найдите объём пирамиды $BCKM$.

Задание 16

В прямоугольном треугольнике ABC точка M лежит на катете AC , а точка N лежит на продолжении катета BC за точку C , причём $CM = BC$ и $CN = AC$.

а) Отрезки CP и CQ — медианы треугольников ABC и NCM соответственно. Докажите, что прямые CP и CQ перпендикулярны.

б) Прямые MN и AB пересекаются в точке K , а прямые BM и AN — в точке L . Найдите KL , если $BC = 1$, а $AC = 5$.

Геометрическая задача 14 (стереометрия) повышенного уровня сложности имеет низкий процент выполнения (средний процент выполнения — 2,5), что свидетельствует о несформированности у большинства выпускников умения строить изображения многогранников и сечения многогранников плоскостями, комбинировать различные методы решения задач с использованием свойств фигур, пользоваться векторами и координатами для решения задач. Особо следует отметить массовые логические ошибки при доказательстве геометрических фактов. Методика обучения старшеклассников решению стереометрических задач должна меняться за счёт более широкого использования задач на построение, на доказательство на основе уверенного владения материалом курса планиметрии.

Средний процент решения задачи 16 по планиметрии (3,8) несколько выше, чем у стереометрической задачи 14. Наличие в части 2 профильного ЕГЭ задачи по геометрии повышенного уровня сложности и преобладание в геометрических частях ОГЭ и ЕГЭ привели к наметившемуся росту результатов выполнения планиметрической задачи на 16 линии профильного ЕГЭ.

Тем не менее, задачи 14 и 16 по геометрии до сих пор решают только наиболее подготовленные участники. У большинства участников экзамена трудности начинаются уже при построении и чтении чертежа: слабо развиты навыки поиска соотношений между элементами чертежа,

школьники очень часто совершают ошибки в решении прямоугольных треугольников, отсутствуют необходимые навыки поиска нужных дополнительных построений.

Низкий процент выполнения геометрических заданий свидетельствует о сохраняющихся системных недостатках в преподавании геометрии. Одна из причин, как уже отмечалось, — рассмотрение лишь тех типов задач, которые встречались на экзамене в предыдущие годы, вместо полноценного изучения геометрии.

Рассмотрим выполнение экзаменационной работы ЕГЭ 2020 г. участниками с различным уровнем математической подготовки.

Традиционно по результатам ЕГЭ по математике участники условно делятся на пять групп: группа участников с минимальной подготовкой, две подгруппы с базовой подготовкой, группы с повышенным и с высоким уровнями подготовки. Границы групп определяются на основе оценки соответствия выполнения экзаменационной работы требованиям вузов. Численность групп, выявленных в 2020 г., показана в таблице 2.

Численность группы 1 выросла по сравнению с предыдущим годом, приблизившись к показателю 2018 г. Кроме психологических факторов, связанных с особенностями регламента ЕГЭ в условиях пандемии, на результатах до сих пор сказывается сохраняющееся ещё в ряде регионов немотивированное давление школ

Таблица 2

Группы по уровню подготовки (профильный уровень)

Группа	Группа 1 (балансирующие на грани преодоления минимального балла)	Группа 2 (базовый 1)	Группа 3 (базовый 2)	Группа 4 (повыш.)	Группа 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 группы в 2020 г. (тыс. человек /%)	53,5/14,7	120,7/33,1	78,4/21,5	103,6/28,4	8,2/2,3

на выпускников, приводящее к выбору профильного уровня недостаточно подготовленными выпускниками. Эти участники не могут рассчитывать на успешный результат на профильном экзамене. Следовательно, их участие в профильном экзамене — недоработка школ, не сумевших верно сориентировать этих выпускников. Большинство из тех, кто не сдал профильный экзамен или набрал ровно 6 первичных баллов, скорее всего, успешно сдало бы экзамен на базовом уровне. Справедливости ради отметим, что с каждым годом это негативное явление сказывается всё слабее: как отмечалось выше, выбор экзамена становится всё более осознанным и соответствующим образовательным запросам школьников.

Участники ЕГЭ, балансирующие на грани преодоления минимального балла, как правило, ограничиваются решением 10–12 заданий с кратким ответом и не приступают к задачам, требующим развернутых ответов. В большинстве своём это школьники, слабо мотивированные к изучению математики. Задачи по геометрии и на понимание объектов и методов математического анализа выполняются данной группой участников крайне плохо.

Группа 2 по сравнению с 2019 г. незначительно уменьшилась. Участников ЕГЭ из этой группы можно охарактеризовать как тех, кто освоил базовый курс, но не приобрёл устойчивых навыков, что затрудняет для них продолжение образования по технической специальности. В отличие от участников из группы 1, участники из группы 2 часто пытаются решить задания части 2, о чём свидетельствуют, например, результаты решения тригонометрического уравнения. Наличие базовых математических навыков позволяет им относительно успешно справиться с частью 1 экзамена, что показывает их потенциал, но при этом, начиная с задания 14, их результаты мало отличаются от результатов группы 1.

Группы 3–5 сократились по сравнению с 2019 г., но по-прежнему их численность выше, чем в 2018 г. Это означает, что, несмотря на объективно негативные факторы, повлиявшие на результаты экзамена в 2020 г., математическая подготовка выпускников выше, чем в период с 2015 по 2018 г.

Группа 3 представлена участниками экзамена, успешно освоившими базовый курс математики и способными обучаться на технических специальностях большинства вузов, не предъявляющих очень высоких требований к математическим знаниям студентов. Эта группа участников выполняет задания 1–13 и 15, как правило, с небольшим количеством ошибок вычислительного характера.

Группа 4 — выпускники, имеющие уровень математической подготовки, достаточный для продолжения образования по большинству специальностей, требующих повышенной и высокой математической компетентности. В этом году, как и в прошлом, эта группа превысила по численности группу 3.

Группа 5 численно уменьшилась по сравнению с 2019 г. Это выпускники, имеющие уровень подготовки, достаточный для продолжения обучения с самыми высокими требованиями к математической подготовке на технических, а также на фундаментальных естественнонаучных и математических специальностях вузов. Но даже в этой, наиболее подготовленной, группе по-прежнему требуется внимание к повышению качества геометрической подготовки.

Для анализа и выработки рекомендаций отобраны задания, при выполнении которых участниками ЕГЭ 2020 г. были допущены типичные ошибки, доля которых статистически значима. В анализ также включены задания, при выполнении которых наблюдалась статистически значимая частота отсутствия ответа, а также задания, где проявившаяся ошибка была не очень массовой, но свидетельствовала о вероятных серьёзных упущениях в методике преподавания математики.

Задание 1

Пример 1. В доме, в котором живёт Таня, 9 этажей и несколько подъездов. На каждом этаже в каждом подъезде находится по 8 квартир. Таня живёт в квартире 252. В каком подъезде живёт Таня?

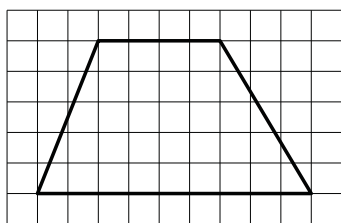
Пример 2. В пачке 250 листов бумаги формата А4. За неделю в офисе расходуется 700 листов. Какого наименьшего количества пачек бумаги хватит на 8 недель?

Комментарий. Неверный ответ 3 в примере 1 мог получиться при делении 252 на 72 и округлении до целого без учёта реальной ситуации. Неверный ответ 24 в примере 2 мог получиться, если не вычисляли, а прикидывали «на глаз».

Рекомендация. Включать задание практического содержания в аудиторную и домашнюю работы.

Задание 3

На клетчатой бумаге с размером клетки 1×1 изображена трапеция. Найдите длину средней линии этой трапеции.



Комментарий. Неверный ответ 4,5 мог получиться при делении длины большего основания на 2, как при нахождении средней линии треугольника, — неверное прочтение условия задачи. Неверный ответ 32,5 получается, если вычислять площадь трапеции.

Рекомендации. Давать задания по одному рисунку с разными вопросами, включать задания в аудиторную и домашнюю работы.

Задание 4

Пример 1. На чемпионате по прыжкам в воду выступают 70 спортсменов, среди них 6 прыгунов из Польши и 7 прыгунов из Чехии. Порядок выступлений определяется жеребьёвкой. Найдите вероятность того, что четвёртым будет выступать прыгун из Чехии.

Пример 2. В группе туристов 5 человек. С помощью жребия они выбирают трёх человек, которые должны идти в село в магазин за продуктами. Какова вероятность того, что турист Д., входящий в состав группы, пойдёт в магазин?

Комментарий. Неверный ответ 0,4 в примере 1 мог получиться при непонимании, что выступление прыгуна из Чехии четвёртым, пятым, десятым и проч. — это равновероятные события, и при этом на 4

не нужно ни делить, ни умножать. Неверный ответ 0,2 в примере 2 мог получиться, если найденную вероятность ещё поделить на число людей в группе.

Рекомендация. Включать задание практического содержания в аудиторную и домашнюю работу.

Задание 5

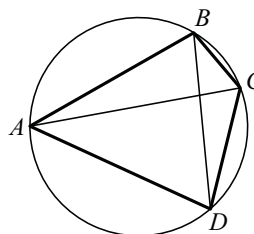
Найдите корень уравнения $2^{-4-x} = 16$.

Комментарий. Неверный ответ 8 мог получиться в случае потери знака при решении линейного уравнения либо в случае неверного прочтения показателя исходного уравнения.

Рекомендации. Больше внимания обращать на проверку правильности решения уравнения, регулярно включать в классную и домашнюю работы уравнения в качестве задач на повторение и закрепление материала.

Задание 6

Четырёхугольник $ABCD$ вписан в окружность. Угол ABC равен 97° , угол CAD равен 38° . Найдите угол ABD . Ответ дайте в градусах.

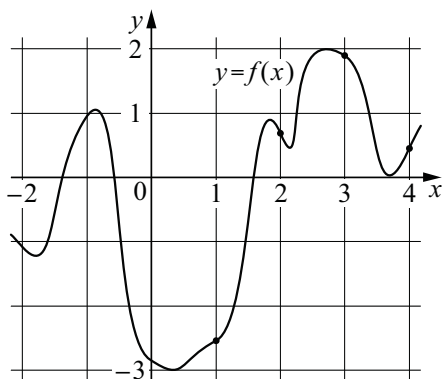


Комментарий. Неверный ответ 45 мог получиться при глазомерной оценке величины угла либо при неверном прочтении чертежа, например, если участник экзамена расценил угол ABC как вписанный угол, опирающийся на диаметр.

Рекомендации. Предлагать задания с разными числовыми данными по одному рисунку, уделять больше внимания развитию умения верно пользоваться геометрическим чертежом.

Задание 7

На рисунке изображён график функции $y = f(x)$. На оси абсцисс отмечены точки 1, 2, 3, 4. В какой из этих точек значение производной функции $f(x)$ наименьшее? В ответе укажите эту точку.

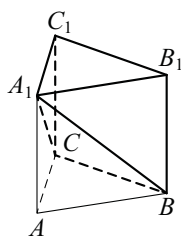


Комментарий. Неверный ответ 1 мог получиться при неверном понимании условия. Например, в случае, если участник нашёл наименьшее значение функции, а не производной. Неверный ответ, вероятно, говорит о подготовке учащихся к решению только одного типа подобных задач, а именно тех, где нужно найти единственную точку, в которой производная отрицательна, а потому не было необходимости сравнивать отрицательные значения производной в разных точках.

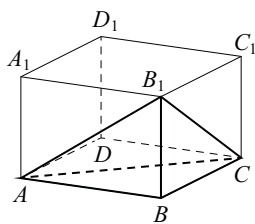
Рекомендации. При изучении элементов анализа и при повторении обращать больше внимания на геометрический смысл производной; предлагать различные вопросы по графику функции и графику производной функции.

Задание 8

Пример 1. Дана правильная треугольная призма $ABCA_1B_1C_1$, площадь основания которой равна 4, а боковое ребро равно 6. Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки B, C, A_1, B_1, C_1 .



Пример 2. В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известно, что $AB = 9$, $BC = 7$, $AA_1 = 6$. Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки A, B, C, B_1 .



Комментарий. Неверный ответ 12 в примере 1 мог получиться, если предпо-

ложить, что объём названного многогранника равен половине объёма данной призмы; неверный ответ 8 мог получиться, если участник нашёл объём отсечённой пирамиды и забыл последним действием вычесть его из объёма призмы; неверный ответ 24 мог получиться, если просто найти объём призмы при неверном понимании условия.

Неверный ответ 126 в примере 2 мог получиться, если участник разделил на 3 объём данной призмы, не учитывая, что основание пирамиды B_1ABC вдвое меньше основания призмы; неверный ответ 94,5 можно получить, если посчитать, что объём пирамиды равен четверти объёма прямоугольного параллелепипеда. Эти типичные ошибки свидетельствуют о недостаточном развитии пространственного мышления и навыка использовать известные соотношения площадей и объёмов, недостаточной сформированности навыков.

Рекомендация. Постоянно включать задания на соотношения частей фигуры по готовым чертежам в классную и домашнюю работы в качестве задач на повторение и закрепление навыков.

Задание 9

Пример 1. Найдите $\operatorname{tg} \alpha$, если $\sin \alpha = \frac{\sqrt{26}}{26}$ и $\alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$.

Ответ: 0,2.

Массовый неверный ответ: 1.

Пример 2. Найдите значение выражения

$$26\sqrt{2} \cos \frac{\pi}{4} \cos \frac{4\pi}{3}.$$

Комментарий. Неверный ответ 1 в примере 1 мог получиться, если посчитать, что ситуация схожа с тем, что если $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$, то и $\cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$. Неверный ответ 13 в примере 2 мог получиться, если «забыть» учесть знак «минус» у косинуса угла второй четверти.

Рекомендация. Включать различные тригонометрические задания в аудиторную и домашнюю работы.

Задание 10

Пример 1. В ходе распада радиоактивного изотопа его масса m (в мг) уменьшается по закону $m = m_0 \cdot 2^{-\frac{\tau}{T}}$, где m_0 — начальная масса изотопа (в мг), τ — время, прошедшее от начального момента, в минутах, T — период полураспада в минутах. В начальный момент времени масса изотопа — 196 мг. Период его полураспада составляет 4 минуты. Найдите, через сколько минут масса изотопа будет равна 49 мг.

Пример 2. Водолазный колокол, содержащий $\nu = 6$ моль воздуха при давлении $p_1 = 2,5$ атмосферы, медленно опускают на дно водоёма. При этом происходит изотермическое сжатие воздуха до конечного давления p_2 (в атмосферах). Работа (в джоулях), совершаемая водой при сжатии воздуха, вычисляется по формуле

$$A = \alpha \nu T \log_2 \frac{p_2}{p_1},$$

где $\alpha = 5,75$ Дж/моль K — постоянная, $T = 300K$ — температура воздуха. Найдите, какое давление p_2 будет иметь воздух в колоколе, если при сжатии воздуха была совершена работа в 10 350 Дж. Ответ дайте в атмосферах.

Комментарий. Неверный ответ 2 в примере 1 мог получиться при неверном решении линейного уравнения $\frac{\tau}{4} = 2$. Неверный ответ 2,5 в примере 2 мог получиться, если в ответе указать не p_2 , а p_1 .

Рекомендации. На уроках следует больше внимания уделять приёмам самопроверки, практические задания на вычисления по формулам постоянно включать в классную и домашнюю работы.

Задание 11

Пример 1. Расстояние между пристанями A и B равно 160 км. Из A в B по течению реки отправился плот, а через 1 час вслед за ним отправилась яхта, которая, прибыв в пункт B , тотчас повернула обратно и возвратилась в A . К этому времени плот проплыл 38 км. Найдите скорость яхты в неподвижной воде, если скорость течения реки равна 2 км/ч. Ответ дайте в км/ч.

Массовый неверный ответ: 16. Многие не дали ответ.

Пример 2. Моторная лодка прошла против течения реки 117 км и вернулась в пункт отправления, затратив на обратный путь на 4 часа меньше. Найдите скорость лодки в неподвижной воде, если скорость течения равна 2 км/ч. Ответ дайте в км/ч.

Массовый неверный ответ: 13. Многие не дали ответ.

Комментарий. Неверный ответ 16 в примере 1 мог получиться при неверном составлении уравнения.

Неверный ответ 13 в примере 2 мог получиться, если в ответе скорость лодки при движении по течению. Причина — неверное понимание условия, либо выписывание в ответ промежуточного результата.

Рекомендации. Учить приёмам самопроверки, задания на решение текстовых задач включать в аудиторную и домашнюю работы.

Задание 12

Найдите точку максимума функции

$$y = (4 - x) \cdot e^{x+4}.$$

Комментарий. Неверный ответ 4 мог получиться, если посчитать, что наименьшее значение функции равно 0.

Рекомендация. Учить в полном объёме исследованию функции с помощью производной.

Результаты экзамена по математике позволили выявить ряд проблем, на которые необходимо перенести акцент в обучении математике. Уникальная в мировом масштабе открытость и прозрачность ЕГЭ в России, в частности наличие открытых банков заданий, позволили активно внедрить онлайн-тренажёры, которые позволили резко повысить эффективность итогового повторения и подготовки к экзамену с учётом индивидуальных образовательных траекторий каждого участника экзамена. Это могло обусловить снижение количества допущенных участниками ЕГЭ вычислительных ошибок при выполнении заданий с кратким ответом и ошибок, связанных с неправильным пониманием условия математической задачи. Вместе с тем следует отметить, что изучение математики в старшей школе

должно строиться не только на наборе заданий открытого банка ЕГЭ.

Для успешного решения заданий с развернутым ответом необходимы не только хорошая математическая «база», но и умения проводить логические рассуждения, чётко и грамотно излагать свои мысли. Для формирования этих умений необходим квалифицированный учитель; такую подготовку невозможно осуществлять в режиме тренажёра. Хорошо заметны успехи выпускников образовательных организаций в тех регионах, в которых уделяется большое внимание сопровождению процесса обучения адресным повышением квалификации и методической поддержкой учителя.

Повышение успешности решения типовых геометрических задач возможно при включении в процесс обучения задач, развивающих геометрическое зрение и геометрическую интуицию. Для этого необходимо перенести акцент в преподавании геометрии в основной и старшей школе с заучивания определений и решения большого количества технических задач на решение содержательных задач, где требуется анализ геометрических конфигураций, дополнительные построения, комбинированное применение изученных теорем.

В 2021 г. изменения в структуре и содержании КИМ ЕГЭ по математике профильного и базового уровней не планируются.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 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**

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 2020 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, совершенствование методики преподавания географии

В 2020 г. структура КИМ ЕГЭ по географии не претерпела существенных изменений по сравнению с КИМ 2019 г. Экзаменационная работа состояла из двух частей.

Часть 1 экзаменационной работы включала в себя 27 заданий (18 заданий базового уровня сложности, 8 заданий повышенного уровня сложности и 1 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 7 заданий с развёрнутым ответом, в первом из которых ответом должен быть рисунок, а в остальных требовалось записать полный, обоснованный ответ на поставленный вопрос (2 задания повышенного уров-

ня сложности и 5 заданий высокого уровня сложности).

Экзаменационная работа содержала задания разных уровней сложности в том числе: 18 базового, 10 повышенного и 6 заданий высокого уровня сложности.

Общее количество заданий КИМ в 2020 г. не изменилось. Максимальный первичный балл (47) не изменился. При общем сохранении структуры и содержания КИМ, сохранении общего количества заданий и максимального первичного балла были внесены незначительные изменения в критерии оценивания заданий 29, 30 и 32.

Задания базового уровня сложности проверяли освоение требований Федерального компонента государственных образовательных стандартов (далее — ФК ГОС) в объёме и на уровне, обеспечивающих способность выпускника ориентироваться в потоке поступающей информации (знание географической номенклатуры, основных фактов, причинно-следственных связей между географическими объектами и явлениями), и владение базовыми метапредметными и предметными умениями (извлекать информацию из статистических источников, географических карт различного содержания; определять по карте направления, расстояния и географические координаты объектов). Для выполнения заданий повышенного и высокого уровней сложности требовалось владение всем содержанием и спектром умений, обеспечивающих успешное продолжение географического образования. На задания базового уровня приходилось 47% максимального первичного балла за выполнение всей работы; на задания повышенного и высокого уровней — 30% 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 РФ.

В КИМ 2020 г. были включены задания, проверяющие содержание всех

основных разделов курсов школьной географии («Источники географической информации», «Природа Земли», «Население мира», «Мировое хозяйство», «Природопользование и геоэкология», «Страноведение», «География России»). Наибольшее количество заданий (11) базировалось на содержании курса географии России.

Экзаменационная работа включала в себя всего 9 заданий, требующих простого воспроизведения изложенного в учебниках материала или нахождения на карте положения географических объектов; в остальных проверялись умение логически рассуждать, способность применить знания для сравнения и объяснения географических объектов и явлений. В 10 заданиях экзаменационной работы проверялись способности извлекать, анализировать и интерпретировать информацию, представленную на картах и в статистических таблицах.

В целом по видам проверяемых умений и способам действий в работу было включено 14 заданий, проверяющих усвоение материала на уровне требований раздела «Знать/понимать», 17 заданий раздела «Уметь» и 3 задания раздела «Использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни».

В КИМ включены справочные карты — политическая мира и федеративного устройства России с показанными на них государствами и субъектами Российской Федерации соответственно, которые могут быть использованы при выполнении заданий 24 и 25 на определение страны (региона России) по краткому описанию, задания 9 на сравнение плотности населения отдельных стран или регионов нашей страны и ряда заданий, для правильного ответа на которые необходимо представлять положение на карте стран (регионов России), указанных в условии.

В КИМ ЕГЭ 2020 г. по географии содержатся задания, на основе которых и/или преимущественно к которым разрабатываются перспективные модели. При разработке перспективной модели КИМ ЕГЭ по географии разработчики учитывали положения Концепции развития географического образования в России, согласно которой «изучение географии в школе должно быть направлено на формирование яркой и об-

разной географической 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».

Поэтому при разработке перспективной модели КИМ уже на уровне кодификатора проверяемых предметных результатов была поставлена задача обеспечить возможность оценки способности выпускников применять географические знания для решения различных познавательных и практико-ориентированных задач.

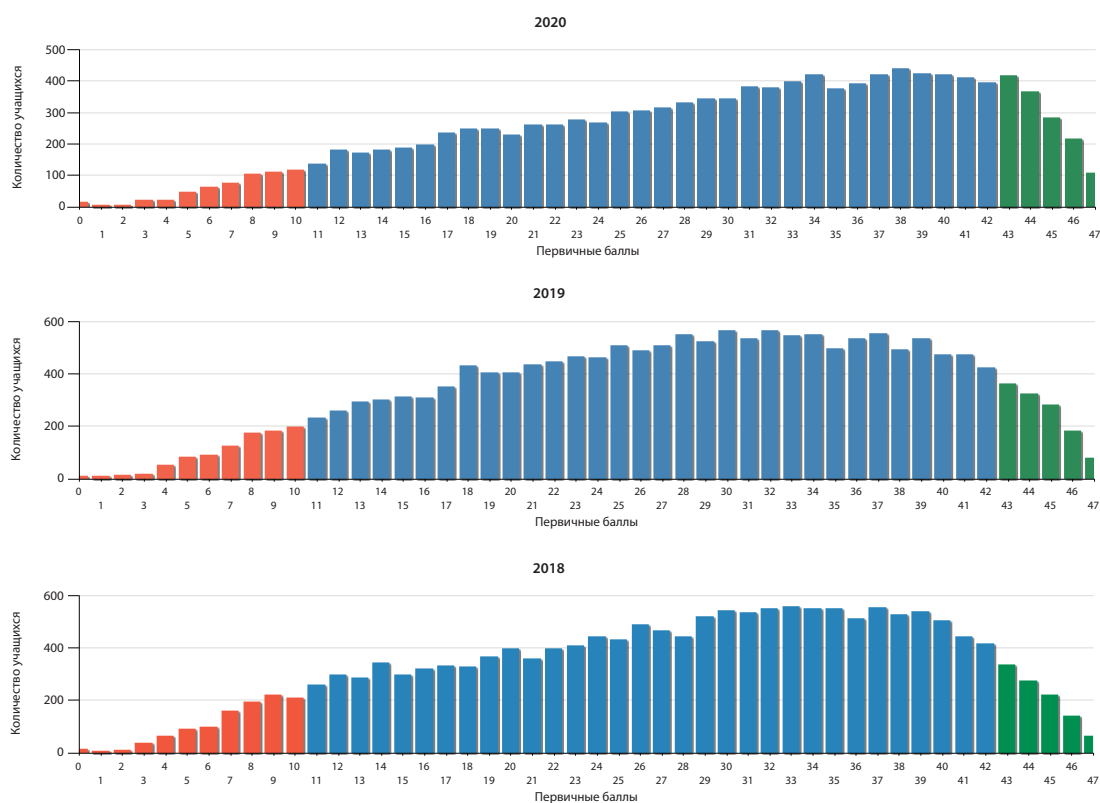
Общее число участников ЕГЭ по географии в 2020 г. сократилось относительно прошлогоднего показателя и составило 12 476 человек (в 2019 г. — 16 630, в 2018 г. — 16 111), что, вероятно, связано со сложившейся в тот период эпидемиологической ситуацией.

На рисунке приведены кривые распределения первичных баллов основного периода ЕГЭ 2018–2020 гг.

В табл. 1 приведено распределение тестовых баллов ЕГЭ по географии.

Средний тестовый балл в 2020 г. повысился на 2,7 балла по сравнению с 2019 г., но характер распределения результатов существенно не изменился. Наблюдается более равномерное распределение результатов в диапазоне 21–42 первичных балла. При этом произошли незначительное снижение доли участников с результатами в диапазоне 0–20 и рост доли участников с результатами в диапазоне 81–100 баллов. Можно предположить, что повышение результатов связано в том числе с детальным анализом типичных ошибок участников ЕГЭ и публикацией соответствующих методических рекомендаций ФИПИ, деятельностью уполномоченных региональных организаций по использованию результатов ЕГЭ для развития региональных систем образования.

Минимальный балл ЕГЭ 2020 г. в сравнении с минимальным баллом 2019 г. не изменился, при этом доля выпускников, не набравших минимального количества



Распределение первичных баллов ЕГЭ

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2020	59,87	0,96%	8,07%	41,48%	37,78%	11,71%
2019	57,20	1,09%	9,34%	48,16%	34,00%	7,40%
2018	56,63	1,35%	10,73%	46,07%	35,44%	6,82%

баллов в 2020 г., продолжала сокращаться до 4,7% (в 2019 г. — 5,7%; в 2018 г. — 6,8%).

107 участников ЕГЭ 2020 г. показали стобалльный результат.

Результаты выполнения экзаменуемыми заданий, проверяющих усвоение знаний и умений по теме «Географические модели. Географическая карта, план местности. Их основные параметры и элементы (масштаб, условные знаки, способы картографического изображения, градусная сеть)», можно считать удовлетворительными, а сами знания и умения — сформированными. В среднем умение использовать географические карты для определения географических координат продемонстрировали 83% участников ЕГЭ, определения расстояний на местности с помощью масштаба — 79%, определения азимута — 64%, построения профиля рельефа местности — 59%.

Анализ результатов позволяет выделить некоторые общие проблемы в подготовке обучающихся. Одной из проблем, проявляющихся при необходимости определить географические координаты (задание 1), является выбор источника информации, а именно карты Приложений. Использование этой карты позволяет более точно определить, в какой стране находится искомый пункт, в случае, если ответом является название одной из европейских стран. Небольшая часть выпускников (3–5%) путает географическую широту и долготу, что свидетельствует о несформированности этих понятий.

Ряд ошибок по-прежнему связан с недостаточной сформированностью умения следовать инструкции при ответе на вопрос. Так, около 3% участников ЕГЭ, выполняя задание «Определите, на территории какого субъекта Российской Федерации находится этот город», в качестве ответа называют Россию или пишут название другой страны, хотя сама формули-

ровка задания показывает, что подобный ответ неверен.

Сформированность умения определять расстояния на местности по географической карте, используя масштаб (задание 26), продемонстрировали около 79% сдававших ЕГЭ. Ряд типичных ошибок при выполнении этого задания вызван тем, что выпускники используют при подготовке к экзамену карты только одного масштаба. При отработке умения они не обращают внимания на определение масштаба конкретной карты, с которой им необходимо работать, как первого элемента выполнения действия.

Сформированность умения определять азимут по топографической карте (задание 27) показали 64% экзаменуемых. Наиболее лёгким оказывается определение азимута величиной менее 90, который представляет собой острый угол. Сложнее определять азимут, величина которого превышает 180. Это может быть связано с недостаточной сформированностью понятия «азимут» как угла, который отсчитывается по часовой стрелке, и с недостаточно сформированным умением использовать транспортир для измерения углов больше 180.

Умение читать географические карты, на которых информация представлена в виде изолиний, для использования этой информации в практической деятельности и повседневной жизни (задание 17) сформировано у 86% выпускников, сдававших ЕГЭ 2020 г. Определение средней температуры воздуха или среднегодового количества атмосферных осадков представляет некоторую сложность в случае расположения точек внутри замкнутых изолиний или изолиний, имеющих достаточно большую густоту. При выполнении задания 17, как и многих других заданий на определение последовательности показателей, прояв-

ляется типичная ошибка — выстраивание последовательности в порядке, противоположном требуемому по условию задания. Также отмечается, что построение последовательности температуры воздуха, показатели которой имеют отрицательные значения, вызывает затруднение у некоторой части выпускников, сдававших экзамен. Это может быть связано с несовершенством базовой математической подготовки выпускников.

О сформированности умения получить информацию о рельефе по фрагменту топографической карты свидетельствуют результаты построения профиля рельефа местности (задание 28) — 59%. Это задание проверяет сформированность умения переводить информацию из одного вида в другой, использовать масштаб карты. Как правило, экзаменуемые могут определить участки с подъёмом и спуском, т.е. общий характер изменения рельефа на указанном участке. Типичные ошибки связаны с тем, что выпускники увеличивают или уменьшают амплитуду абсолютных высот рельефа местности при построении профиля.

Использовать карты часовых зон для определения разницы во времени при перелете из одного города России в другой могут 86% экзаменуемых.

Правильно определить 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 (задание 21), смогли 82%. Несколько меньшая доля выпускников может использовать статистические данные, представленные в форме таблицы, для определения особенностей географии внешней торговли регионов России — около 78%. В этих заданиях проверялась также сформированность понятий «миграционный прирост», «экспорт» и «импорт». При определении миграционного прироста региона России часть экзаменуемых ошибочно игнорировала данные об обмене мигрантами с другими регионами России при вычислениях. Другая часть, верно определив показатель, при записи ответа не указывала знак «минус», свидетельствующий об отрицательном миграционном приросте.

В целом выпускники достигают уровня требований по разделу «Природа Земли и человек». Знают и умеют применять закономерности изменения температуры и атмосферного давления с высотой, понимают взаимосвязь влажности воздуха и его температуры, умеют использовать понятия абсолютной и относительной влажности воздуха (задание 2) 72% экзаменуемых. Наиболее сложным оказалось применить информацию о температуре воздуха и его абсолютной влажности для определения относительной влажности: верный ответ дали 62%; последовательность, обратную требуемой в задании, верно записали 37% экзаменуемых. Это может быть связано как с недостаточно сформированным умением применить закономерность для решения задачи, так и с несформированными регулятивными учебными действиями, обеспечивающими в том числе способность выполнять полученные инструкции. Имеют представление о закономерностях распределения солёности Мирового океана и могут сравнить солёность наиболее крупных морей 66% выпускников. Типичным является заблуждение о том, что наиболее высокая солёность поверхностных вод наблюдается в экваториальных широтах.

Понимание процессов и явлений, происходящих в геосферах, и способность на его основе давать объяснение или описание конкретных географических территорий (задание 4) проверялось на примере процессов и явлений в атмосфере, литосфере, гидросфере, биосфере, всей географической оболочке. В среднем результаты сопоставимы по отдельным темам: атмосфера и климат Земли — 69%; земная кора и литосфера — 55%; гидросфера — 60%; биосфера — 64%; географическая оболочка — 55%. Типичные ошибки показывают несформированность понятий: «коэффициент увлажнения», «циклон» и «антициклон», «нижнее течение реки» и «верхнее течение реки», «платформа» и «щит», «ритмичность географической оболочки». Так, имея представление о коэффициенте увлажнения, экзаменуемые затрудняются определить его количественную характеристику для природной зоны степи или тундры. Недостатком подготовки является несформированность представлений

о природных зонах, широтной зональности и высотной поясности.

Знание и понимание особенностей климата материков, положения климатических поясов на Земле, закономерностей распространения тепла и влаги (задание 5) продемонстрировали 53% экзаменуемых. Отмечены недостаточно сформированные пространственные представления о распространении атмосферных осадков на территории земного шара, умения применить знания о распространении климатических поясов на территории Земли для сравнения величин среднегодовых атмосферных осадков на различных территориях. Применение знания азональных факторов климатообразования, знаний о распространении климатических областей внутри одного климатического пояса оказывается более сложным, чем применение знаний о влиянии широтной зональности на распределение атмосферных осадков на материках.

Умение объяснять существенные признаки природных географических объектов и явлений, в частности особенностей климата, режима рек, высотной поясности и т.п., проверялись в экзаменационной работе заданиями высокого уровня сложности с развёрнутым ответом (задания линии 29). Успешность выполнения таких заданий различается в зависимости от содержания. Задания, связанные с объектами и процессами в гидросфере, в среднем выполнили 58% экзаменуемых, в атмосфере — 40%.

Умение анализировать и оценивать разные территории с точки зрения взаимосвязи природных объектов и процессов (задание 30) на содержании «атмосфера и климат» сформировано в среднем у 25% экзаменуемых. Экзаменуемые могут применить знания о зависимости количества атмосферных осадков от преобладающего направления ветров на определённой территории и от высоты места над уровнем океана, определить тип климата по климатограмме, сравнить географическое положение пунктов по данным об их климате, отражённых в климатограмме. При определении типа климата по климатограмме распространённой ошибкой является отсутствие указаний на полушарие, в котором расположен климатический пояс.

Понимание географических следствий движений Земли на базовом уровне (задание 6) показали 71% сдающих экзамен. Они могут применить закономерности об изменении продолжительности светового дня на разных параллелях в течение года для сравнения этого показателя в указанную дату. Наиболее сложным для экзаменуемых оказалось задание сравнить продолжительность светового дня на параллелях, расположенных в разных полушариях. Причиной проблем может быть несформированность знаний об изменении зенитального положения Солнца между двумя тропиками в течение года для определения продолжительности светового дня. Около 10% экзаменуемых дают ответ в последовательности, обратной требуемой. Это может быть связано с тем, что они записывают ответ без учёта формулировки задания (указано, с какой параллели начинать запись), или, что также вероятно, получают неверный ответ, так как при определении продолжительности светового дня не принимают во внимание полушарие, в котором расположена параллель, учитывая только расстояние от экватора. Таким образом, они затрудняются применить знания о влиянии постоянного наклона земной оси к плоскости земной орбиты на продолжительность светового дня.

Знания о географических следствиях движения Земли и умение их применить для решения задач проверяются заданиями высокого уровня сложности (задания 30 и 32). Умение сравнивать время восхода Солнца в определённый день в пунктах, географические координаты которых известны (задание 30), показали в среднем 51% участников ЕГЭ 2020 г.

Умение применить знания о движениях Земли и её размерах для вычисления расстояний, географических координат при выполнении задания 32 продемонстрировали 42% экзаменуемых. Затруднения экзаменуемые испытывают при необходимости применить знания о часовых поясах для определения разницы во времени между двумя пунктами, расположенными на различной географической долготе. Также можно отметить, что экзаменуемые не всегда верно выбирают алгоритм решения задачи. Отсутствие полного понимания географических процессов, которые

следует принимать во внимание, приводит к неверному ходу рассуждений, который соответствует решению географических задач иного типа, связанных со сравнением времени восхода солнца или его высоты над горизонтом.

Знание геологической истории Земли, а именно последовательности периодов, (задание 23) продемонстрировали 71% экзаменуемых.

Знание географического положения географических природных объектов гидросферы и литосферы показали соответственно 64% и 40% выпускников. К недостаткам освоения материала можно отнести недостаточное знание полуостровов Европы и гор Африки. Так, около 26% участников ЕГЭ 2020 г. не знают, где расположен Балканский полуостров (хотя знание его расположения востребовано при изучении не только географии, но и истории); 27% экзаменуемых путают Драконовы горы и горы Атлас. Для экзаменуемых сложнее идентифицировать объекты, расположенные на одном материке.

Достижение требований к уровню подготовки выпускников по разделу «Природопользование и геоэкология» оценивалось заданиями 3 (охрана природы и рациональное природопользование) и 22 (ресурсообеспеченность). Успешно выполнили эти задания более 65% выпускников.

В предыдущие годы основные трудности были связаны с неспособностью многих выпускников дать оценку характеру взаимодействия деятельности человека и компонентов природы в конкретных географических условиях, отнести тот или иной вид деятельности к рациональному или нерациональному природопользованию. Этот недостаток в настоящий момент устранён (возможно, в том числе благодаря рекомендациям ФИПИ обучающимся по индивидуальной подготовке к ЕГЭ 2020 г. по географии). Недостатки подготовки выпускников 2020 г. связаны в основном с непониманием взаимосвязей между компонентами природы и деятельностью человека в конкретных географических условиях. Так, например, более 20% выпускников не понимают, что «избыточное орошение в засушливых районах может приводить к засолению

почв», и, как следствие этого — непонимание, того, что «одной из основных причин засоления земель сельскохозяйственного назначения является хозяйственная деятельность человека». Такая же доля выпускников не понимает, что создание крупных водохранилищ приводит не к понижению, а к повышению уровня грунтовых вод, и поэтому не считает, что «одной из причин ухудшения состояния земель и почв является их заболачивание и подтопление в результате хозяйственной деятельности человека».

В 2020 г. участники ЕГЭ в целом успешно выполнили задания, относящиеся к разделу «География России». С заданием 5, проверяющим понимание особенностей климата нашей страны, заданием 9, проверяющим знание и понимание особенностей размещения населения нашей страны, заданием 12 (знание крупнейших городов России) справились более 70% выпускников, а с заданием 14, проверяющим понимание особенностей природно-хозяйственных зон и крупных районов, с заданиями 18 (знание и понимание административно-территориального устройства) и 20 (умение решать задачи на определение времени в различных часовых зонах России) — более 80%.

Умения рассчитывать и анализировать показатели, характеризующие естественное и миграционное движение населения отдельных регионов нашей страны (задания 33 и 34), продемонстрировали около 60% участников ЕГЭ 2020 г.

Несколько ниже уровень выполнения заданий, оценивающих знание особенностей географии основных отраслей хозяйства России. С заданием 13 справились чуть более половины участников экзамена. В заданиях этой линии проверялось знание основных регионов добычи нефти, крупнейших центров целлюлозно-бумажной промышленности и металлургии, размещения АЭС, основных районов производства пшеницы и сахарной свеклы.

На применении знаний типологических особенностей стран, различающихся по уровню социально-экономического развития, базируется задание 10. Знание особенностей отраслевой и территориальной структуры мирового хозяйства проверялось в заданиях с использованием

диаграмм на установление соответствия между страной и распределением её экономически активного населения по секторам экономики или между страной и структурой её ВВП. 75% (сравнимый с результатом 2019 г.) участников ЕГЭ 2020 г. успешно справились с этими заданиями.

Значительное большинство участников экзамена применяет типологические знания о развитых и развивающихся странах, у них сформировано верное представление о различии структуры ВВП и структуры занятости населения между развитыми и развивающимися странами. Ошибки связаны с незнанием различий отраслевой структуры хозяйства и структуры занятости населения внутри группы развивающихся стран. Так, например, некоторое затруднение вызвало выполнение задания на сравнение структуры занятости населения стран Непала и Эквадора. При этом каждый четвёртый выпускник допускал ошибку при сопоставлении диаграмм, характеризующих структуру занятости населения Непала и Эквадора. При подготовке к экзамену следует уделить особое внимание повторению типологических особенностей стран с различным уровнем социально-экономического развития, а также для профилактики допущения ошибок развивать пространственное представление стран на карте мира.

Выполнение задания на сравнение структуры ВВП Эфиопии, Индии и Швеции также вызвало некоторое затруднение. Каждый пятый выпускник допускал ошибку при сопоставлении диаграмм, характеризующих структуру ВВП Эфиопии и Индии. Можно предположить, что ошибки при выполнении заданий 10 связаны с ложными представлениями о том, что в некоторых развивающихся странах сельское хозяйство играет очень большую роль в экономике. Действительно, в Индии сельское хозяйство отличается сравнительно высоким уровнем развития, но при этом доля сельского хозяйства в ВВП не превышает этот показатель в Эфиопии. При подготовке к экзамену следует уделить особое внимание повторению типологических особенностей стран, относящихся к одной группе по уровню социально-экономического развития, но имеющих различия внутри самой группы.

Важно знать о существующих различиях в уровне социально-экономического развития не только между развитыми и развивающимися странами, но и между развивающимися странами Латинской Америки, нефтеэкспортирующими странами Юго-Западной Азии, отдельными странами Юго-Восточной Азии (НИС), с одной стороны, и наименее развитыми странами Африки, некоторыми экономически отсталыми странами Южной и Юго-Восточной Азии — с другой.

Умения определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений сформированы у такой же доли выпускников (75%), как в 2019 г. В заданиях 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 задание 16 для участников экзамена с неудовлетворительным уровнем подготовки оказалось одним из наиболее трудных при выполнении: успешно справились с ним всего 12%.

Знание особенностей размещения основных отраслей промышленности, сельского хозяйства мира, крупнейших производителей и экспортёров основных видов продукции выпускники 2020 г. продемонстрировали несколько хуже, чем выпускники прежних лет: всего 42% (в 2019 г. — 48%) (задания повышенного уровня сложности). Знание особенностей размещения основных отраслей промышленности, сельского хозяйства мира, крупнейших производителей и экспортёров основных видов продукции усвоено лишь участниками экзамена, относящимися к группам с хорошей и отличной подготовкой. Уровень знаний географических особенностей отдельных отраслей промышленности заметно различается.

Знания о географических особенностях нефте- и газодобывающей промышленности, проверяемые заданиями повышенного уровня сложности, усвоены не более чем 40–45% выпускников. Так, только 35% участников экзамена показали

знание того, что крупными производителями и экспортёрами природного газа являются Катар, Алжир, Норвегия.

Примерно каждый пятый выпускник ошибается, указав Испанию как крупного производителя и экспортёра природного газа; примерно столько же не указали в числе верных ответов Катар.

При выполнении заданий линии 19 выпускники продемонстрировали знание крупных производителей и экспортёров железных руд. Примерно 57% верно к ним отнесли Бразилию, Австралию и Индию. Однако лишь 37% участников ЕГЭ 2020 г. верно определили крупнейших производителей стали: Китай, США, Республику Корею, при этом 15% ошибочно называли Швейцарию, 13% — Чили. Это свидетельствует о том, что, несмотря на имеющиеся фактологические знания о крупных производителях и экспортёрах железных руд, у выпускников не сформировано пространственное представление о территориальном размещении сталелитейной промышленности как отрасли чёрной металлургии.

Знание географических особенностей угледобывающей промышленности выявлено всего у 30% выпускников. Следует отметить, что примерно каждый четвёртый участник экзамена не знает, что Австралия — один из крупных экспортёров каменного угля, 40% не указывают Индонезию как крупного производителя и экспортёра каменного угля. При этом почти 40% ошибочно полагают, что Бразилия также является одним из крупных экспортёров каменного угля в мире.

Знания о крупнейших экспортёрах железных руд усвоены несколько лучше: около 40–45% участников экзамена верно выполнили соответствующие задания. Следует отметить, что каждый четвёртый участник ЕГЭ 2020 г. не знает, что Бразилия — один из крупнейших мировых экспортёров железных руд, и каждый четвёртый ошибочно указывает в качестве крупного экспортёра железных руд Саудовскую Аравию.

Знание особенностей размещения основных отраслей мирового сельского хозяйства усвоено 35% выпускников (в 2019 г. — 40–45%). Если задания, контролирующие знание стран — лидеров

по производству и экспорту риса, хлопко-сырца, не вызвали затруднений, то задания на определение стран — лидеров по производству и экспорту пшеницы оказались сложными для экзаменуемых — всего 22% верного выполнения (в 2019 г. — 30%).

Сформированность умений определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений проверялась в экзаменационной работе ещё одним заданием повышенного уровня сложности (31). Экзаменуемым предлагалось по данным, представленным в статистической таблице, сравнить роль сельского хозяйства в экономике двух стран. Примерно 57% выпускников (сопоставимо с аналогичным результатом ЕГЭ 2020 г.), сравнив на основе данных таблиц такие показатели, как доля населения, занятого в сельском хозяйстве, и доля сельского хозяйства в общем объёме экспорта (которую сначала было необходимо вычислить), смогли сделать вывод о том, в какой из двух стран сельское хозяйство играет большую роль в экономике. В задании 31 ЕГЭ 2020 г. были усовершенствованы критерии оценивания. При ответе требуется сравнить особенности двух стран и сделать вывод о том, в какой из них сельское хозяйство играет наибольшую роль в экономике. Для получения максимального балла недостаточно было просто привести взятые из таблицы цифры и сделанные вычисления — требовалось дать сравнение полученных результатов. Недостатком многих ответов выпускников является именно неумение проводить сравнение. В ряде случаев в ответе приводятся значения или вычисления без дальнейшего их сравнения, тем самым экзаменуемый не полностью отвечает на поставленный в задании вопрос. Неполные ответы в приведённых примерах, возможно, связаны с невнимательным прочтением условия задания или с непониманием того, что вывод формулируется как результат сравнения указанных в условии задания показателей.

Умение применить знания о мировом хозяйстве или хозяйстве России для объяснения особенностей размещения отдельных его отраслей оценивается в некоторых заданиях с развёрнутым

ответом на позиции 29. Для успешного выполнения заданий этой линии необходимо различать понятия «ЭГП», «ТГП», «природно-ресурсный потенциал», «отраслевая структура хозяйства». Результаты выполнения задания, проверяющего умение объяснять, какие особенности хозяйства Кемеровской области способствовали размещению в Новокузнецке производства горно-шахтного оборудования: треть выпускников не смогли ответить, получив 0 баллов. Возможно, типичные ошибки при выполнении задания связаны с невнимательным прочтением условия задания или с непониманием используемой в нём терминологии. Для успешного выполнения заданий на объяснение размещения хозяйства следует запомнить признаки понятий, тренироваться использовать понятия применительно к конкретным территориям России и мира.

В экзаменационной работе ЕГЭ по географии несколько заданий нацелено на проверку достижения требования знать географическую специфику стран мира. В задании 11 проверяются знания государственного устройства, географического положения, особенностей природы, населения и хозяйства крупных стран, специализации в системе международного географического разделения труда. Знание географической специфики отдельных стран, как и в прошлом году, усвоено 60% выпускников (задание базового уровня сложности). Следует отметить, что контролируемые в задании 11 фактологические знания усвоены лучше, чем знания об особенностях природы, освоенные при изучении отдельных стран и регионов курса «География материков», о крупнейших городах, типах административного устройства государств.

Знание динамики роста населения отдельных стран и понимание различий в уровне и качестве жизни населения во многом базируются на знании типологических различий экономически развитых и развивающихся стран. Результаты выполнения заданий свидетельствуют, что соответствующие требования стандарта успешно освоены 80–85% участников экзамена 2020 г. (в 2019 г. — 75–80%). Следует отметить некоторый рост числа выпускников со слабой географической подготов-

кой, показавших знание динамики роста населения отдельных стран и понимание различий в уровне и качестве жизни населения, — примерно 38% группы со слабой подготовкой (в 2019 г. — 36%).

В экзаменационной работе также осуществлялась проверка сформированности умения оценивать демографическую ситуацию отдельных стран и регионов, в том числе сравнивать географические особенности воспроизводства развитых и развивающихся стран. Анализ результатов свидетельствует в целом о высоком уровне достижения требований стандарта по указанной теме (примерно 80%). Следует отметить, что лишь 37% выпускников, сравнивая Нигерию, США и Литву по коэффициенту естественного прироста, смогли установить правильную последовательность стран в порядке возрастания в них этого показателя. Можно предположить, что причиной ошибок явилось заблуждение о том, что в США, как и в большинстве развитых странах, наблюдается естественная убыль населения, причём бо́льшая, чем в странах Европы (неверный ответ: США, Литва, Нигерия дали примерно 30% выпускников).

В теме «Население мира» причиной частых ошибок экзаменуемых (примерно 10–15%) явились ошибочные представления об особенностях качества жизни населения внутри самой группы развивающихся стран. В целях устранения указанного заблуждения при изучении темы «Население мира» рекомендуем акцентировать внимание обучающихся на различии в показателях качества жизни населения в группе развивающихся стран: между странами Латинской Америки, для большинства которых характерны более высокие показатели качества жизни населения в сравнении со странами Африки. Также при выполнении тренировочных заданий для формирования или совершенствования пространственного представления отдельных стран на карте мира целесообразно нанести их на контурную карту.

Умения оценивать территориальную концентрацию населения мира, сравнивать плотность населения отдельных стран и регионов продемонстрировали 68–72% участников экзамена (прошлогодний результат — 70–75%). Следует отметить, что

примерно 20% выпускников при выполнении конкретных заданий ошибочно сочли Алжир страной с наибольшей плотностью населения и лишь 47% верно указали Германию, Бангладеш, Индию. Примерно 68% верно выделили страны с наибольшей плотностью населения: Германию, Индию, Японию; при этом 15–20% вместо Индии неверно выбирали Монголию.

Умение выделять существенные признаки таких географических явлений, как миграция населения, урбанизация, воспроизводство населения, сформировано примерно у 67–70% экзаменуемых, что несколько ниже прошлогоднего результата (70–75%). Можно констатировать, что лучше усвоены признаки понятия «урбанизация». Если сравнивать умение распознавать основные демографические и социально-экономические понятия, то можно констатировать, что несколько хуже сформировано умение распознавать понятия «естественное движение» и «демографическая политика» — 55–65% верного выполнения заданий. Можно предположить, что не все признаки указанных понятий усвоены выпускниками одинаково хорошо. Так, каждый пятый экзаменуемый утверждения «Размер „материнского капитала” в России регулярно индексируется» и «До 2016 г. в Китае семьям, проживающим в городах, разрешалось иметь не более одного ребёнка, а семьям из сельских районов — не более двух, если первый ребёнок — девочка» не относит к проявлению понятия «демографическая политика».

Примерно 30% участников ЕГЭ 2020 г. ошибочно отнесли признаки или проявления миграции населения к процессу естественного движения населения: «Превышение числа людей, прибывших в Россию на постоянное место жительства, над числом выбывших из неё обеспечивает рост численности населения страны», или «Международные мигра-

ции стали важным фактором изменения национального и религиозного состава населения многих стран», или «В 2017 г. число граждан, прибывших в Россию на постоянное место жительства, снизилось по сравнению с 2016 г.», или «За счёт приезжих из других стран численность населения Великобритании в 2016 г. увеличилась на 551 тыс. человек».

Всех участников ЕГЭ можно разделить на четыре группы: группа 1 — неудовлетворительная подготовка (0–10 / 0–36 баллов), группа 2 — удовлетворительная подготовка (11–31 / 37–60 баллов), группа 3 — хорошая подготовка (32–42 / 61–80 баллов), группа 4 — отличная подготовка (43–47 / 81–100 баллов). В таблице 2 приводятся сведения, характеризующие различия в подготовке выпускников, относящихся к каждой из этих групп. Характеристика подготовки каждой последующей группы включает в себя элементы содержания и требования, освоенные предыдущей(-ими) группой(-ами).

Анализ ответов выпускников с неудовлетворительной подготовкой позволяет сделать вывод о том, что у них 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. Для отработки понятия о рациональном и нерациональном природопользовании можно рекомендовать включать в образовательный процесс задания на подведение конкретных ситуаций под это понятие при изучении отраслевого и регионального разделов курса «География России». Например, при изучении темы «Электроэнергетика» можно предложить задание «Объясните, почему строительство малых ГЭС является примером рационального природопользования, а строительство

Таблица 2

Описание групп участников экзамена	Описание уровня подготовки групп участников экзамена
Группа 1 Тестовый балл — 0–36 Первичный балл — 0–10	Эта группа выпускников не овладела ни одним из проверяемых элементов подготовки на базовом уровне. Имеющиеся у них фрагментарные знания и представления имеют преимущественно бытовой характер

Описание групп участников экзамена	Описание уровня подготовки групп участников экзамена
<p>Группа 2 Тестовый балл — 37–60 Первичный балл — 11–31</p>	<p>Эта группа выпускников <i>знает / понимает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ существенные признаки основных понятий экономической географии; ■ зависимости температуры воздуха и атмосферного давления от высоты и относительной влажности воздуха от температуры воздуха; ■ географические следствия движений Земли; ■ различия в уровне и качестве жизни населения; ■ географические особенности отраслевой структуры мирового хозяйства; ■ особенности размещения населения России; <p><i>умеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ читать географические карты различного содержания; ■ определять по карте географические координаты и расстояния; ■ анализировать статистическую информацию, представленную в виде диаграмм; ■ определять по карте местоположение географических объектов (морей, заливов, проливов; гор стран мира); ■ оценивать демографическую ситуацию отдельных стран и регионов мира, территориальную концентрацию населения; ■ определять различия во времени; ■ оценивать ресурсообеспеченность отдельных стран и регионов мира; ■ определять и сравнивать по разным источникам информации тенденции развития социально-экономическим объектов, процессов и явлений
<p>Группа 3 Тестовый балл — 61–80 Первичный балл — 32–42</p>	<p>Эта группа участников ЕГЭ <i>знает / понимает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ географические особенности климата материков и России; ■ природные и антропогенные причины возникновения геоэкологических проблем; ■ географические особенности размещения основных мирового хозяйства и хозяйства России; ■ численность, динамику населения отдельных регионов и стран; ■ особенности природы, населения и хозяйства наиболее крупных стран мира; ■ особенности размещения населения мира; ■ географические особенности размещения основных отраслей промышленности мира и отраслей хозяйства России; ■ столицы наиболее крупных государств мира; ■ специфику административно-территориального устройства Российской Федерации, административные центры и столицы субъектов Российской Федерации; <p><i>умеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ находить и анализировать информацию, необходимую для изучения географических объектов и явлений, оценки обеспеченности территорий человеческими ресурсами; ■ определять страны и регионы России по их краткому описанию; ■ определять по карте азимуты; ■ объяснять демографическую ситуацию отдельных стран и регионов мира; ■ использовать знания для объяснения реальных жизненных событий и ситуаций, существенных признаков географических объектов и явлений, особенностей компонентов природы отдельных территорий
<p>Группа 4 Тестовый балл — 81–100 Первичный балл — 43–47</p>	<p>Эта группа участников ЕГЭ <i>знает / понимает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ существенные признаки основных понятий физической географии; ■ географические явления и процессы в геосферах, зональность и поясность; ■ географическую специфику стран мира и природно-хозяйственных зон и районов России; ■ умеет анализировать и оценивать территории с точки зрения взаимосвязей природных, социально-экономических, техногенных объектов и процессов

крупных ГЭС на равнинных реках таким примером не является». При изучении темы «Химико-лесной комплекс» — «Объясните, почему создание системы замкнутого водооборота на Селенгинском целлюлозно-картонном комбинате является примером рационального природопользования».

Для выпускников с удовлетворительной подготовкой, составляющих почти половину участников ЕГЭ, характерны недостатки подготовки по разделу «Природопользование и геоэкология», связанные с непониманием взаимосвязей между компонентами природы и деятельностью человека в конкретных географических условиях, которые были рассмотрены выше. Поэтому для обучающихся с подобным уровнем подготовки важно предусмотреть задания, требующие объяснения тех или иных фактов или явлений окружающей действительности, например: «Одной из причин усиления приводящих к наводнениям паводков на сибирский реках специалисты считают сведение лесов в долинах этих рек. Объясните, каким образом сведение лесов может приводить к усилению паводков».

Примерно у 38% из числа слабо подготовленных выпускников сформировано верное представление о существующих различиях в географических особенностях воспроизводства населения мира. В целях устранения указанных ошибок при изучении темы «Население мира» рекомендуем акцентировать внимание обучающихся на различиях в показателях естественного прироста населения в группе развитых стран: между европейскими странами, в большинстве которых наблюдается естественная убыль населения, и такими странами, как Канада, США и Австралия, в которых наблюдается положительный естественный прирост населения. (При работе с этой группой обучающихся могут быть полезны разработанные в ФИПИ методические рекомендации)¹.

¹ Лобжанидзе А.А., Амбарцумова Э.М., Дюкова С.Е. Методические рекомендации для учителей по преподаванию учебных предметов в образовательных организациях с высокой долей обучающихся с рисками учебной неуспешности. География. URL: <https://fipi.ru/metodicheskaya-kopilka/metod-rekomendatsii-dlya-slabykh-shkol#!/tab/223974643-9>, (дата обращения 8.10.2020).

Умение анализировать информацию, необходимую при изучении географических объектов и явлений, при 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 65% участников ЕГЭ 2020 г., это участники экзамена с удовлетворительной, хорошей и отличной подготовкой (прошлогодний результат — 60%). Следует отметить, что более трети выпускников с удовлетворительной подготовкой набрали максимальное количество баллов — 2, почти все сильные выпускники смогли получить 2 балла за выполнение заданий 33 и 34. Примерно 15% слабой группы и чуть более половины группы с удовлетворительной подготовкой смогли верно оценить территориальную концентрацию населения. В целях исправления ошибок можно порекомендовать при изучении вопросов расселения населения акцентировать внимание обучающихся на густо- и слабозаселённые территории мира (к слабозаселённым территориям относятся области с экстремальными природными условиями: в приведённых примерах — значительная часть территории Монголии, Алжира).

Умение сравнивать географические особенности воспроизводства населения, различия в уровне и качестве жизни населения развитых и развивающихся стран сформировано почти у 38% участников экзамена с неудовлетворительной подготовкой (36% по результатам ЕГЭ 2019 г.). Для успешного выполнения подобных заданий запоминание значений конкретных статистических показателей не требуется. Например, чтобы сравнить страны по показателю естественного прироста населения, достаточно понимать, что в развитых странах этот показатель значительно меньше, чем в развивающихся странах. Внутри группы развитых стран этот показатель также различается: во многих странах зарубежной Европы он низкий — наблюдается естественная

убыль населения; в таких высокоразвитых странах, как Канада, США и Австралия, он положительный.

Выявлены ошибочные представления об особенностях качества жизни населения внутри самой группы развивающихся стран. Необходимо помнить, что по уровню социально-экономического развития большинство стран Латинской Америки и Юго-Западной Азии и отдельных стран Юго-Восточной Азии («НИС») превосходит страны Африки и некоторые остальные страны Южной и Юго-Восточной Азии, что отражается и на качестве жизни населения. Для устранения ошибок, допущенных участниками экзамена, при выполнении заданий на применение типологических знаний о странах необходимо не только развивать умение сравнивать показатели, характеризующие население двух групп стран: развитых и развивающихся, но и устанавливать черты сходства и различия населения внутри самих групп стран. Для профилактики ошибок целесообразно провести работу по классификации по группам стран, указанных в приложении учебника.

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 демографических показателей, характеризующих развитые и развивающиеся страны.

У обучающихся с неудовлетворительной подготовкой 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, не требующие запоминания конкретных цифр, а именно: низкие показатели средней плотности населения Монголии, Алжира, Австралии, Канады.

Знание регионов с наибольшей плотностью населения, к которым относятся

Западная Европа, Восточное побережье Северной и Южной Америки, Южная, Восточная и Юго-Восточная Азия, позволит применить его при выполнении конкретных заданий.

Ошибки, связанные с недостаточной сформированностью географических понятий по теме «Население мира», проявляются как напрямую, при выполнении задания 15, так и опосредованно, при выполнении заданий 11, 14 и т.п. Часто экзаменуемые демонстрируют усвоение только одного из комплекса признаков понятий, но не всей совокупности признаков, при этом путают механическое движение (миграция населения) с естественным движением. Это приводит к типичным ошибкам, иллюзии понимания и, как следствие, к ложным представлениям и неумению применить географические знания для решения задач.

Примерно у 27% участников экзамена с неудовлетворительной подготовкой (в 2019 г. у 40% экзаменуемых) сформировано умение выделять существенные признаки таких географических явлений, как воспроизводство и миграция населения, урбанизация. В процессе формирования понятий «воспроизводство населения», «естественное движение» и «урбанизация» необходимо акцентировать внимание обучающихся на признаках этих понятий, приводить примеры их проявлений. Так, при формировании понятия «миграция населения» или «естественное движение населения» в 9-м классе и при дальнейшем его изучении в 10–11-х классах в общей части курса следует акцентировать внимание на его основных признаках. При изучении отдельных стран в региональной части курса средней школы нужно подкреплять изученные признаки конкретными примерами, акцентировать внимание не только на знании крупнейших городов, но и на изменении численности населения в них.

Для формирования умения определять по разным источникам информации (диаграммам, таблицам) географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений необходимо применять различные методические приёмы работы со статистической информацией (поиск, извлечение информации, представленной

в явном и неявном виде, анализ, перевод из одного вида в другой). Способы деятельности по работе с источниками информации весьма разнообразны и являются метапредметными. Работе с различными источниками информации, представленными в самих заданиях: картой погоды; таблицей; диаграммами, графиками, топографической картой также отведено важное место и в КИМ ОГЭ по географии.²

Многие ошибки слабо подготовленных участников экзамена связаны с неумением использовать источники информации для решения задач.

Для отработки метапредметных умений целесообразно использовать расчётные задания на различном содержании. В решении задач на определение естественного и миграционного прироста населения необходимо акцентировать внимание обучающихся на правильное «считывание» информации из таблиц, условия задания. Часто выпускники при определении величины миграционного прироста (убыли) населения региона, например в 2015 г., используют данные на 1 января 2015 г. и на 1 января 2014 г., а не на 1 января 2016 г. и на 1 января 2015 г., что приводит к получению неверного результата. При определении естественного прироста используют показатели не среднегодовой численности населения, как это указано в условии задания, а показатель численности населения на начало искомого года, путают знак «‰» со знаком «%». Важно донести до обучающихся, что правильное понимание сущности показателя коэффициента естественного прироста 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». Многие ошибки выпускников с неудовлетворительной подготовкой связаны с неправильным округлением результатов вычислений.

² Амбарцумова Э.М., Лобжанидзе А.А. Перспективная модель КИМ ОГЭ по географии // Педагогические измерения. — 2019. — № 1. — С. 23–27; URL: http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/journal/pi-2019-01_web.pdf (дата обращения 8.10.2020).

Выявленные типичные ошибки, пробелы в достижении планируемых результатов слабо успевающими обучающимися по итогам проведения ЕГЭ позволяют определить основные направления организации учебного процесса в старшей школе при изучении темы «Население мира». Важным условием является своевременное установление причин отставания слабоуспевающих обучающихся, так как, чтобы найти средство для преодоления неуспеваемости, необходимо знать, порождающие её причины.

Одна из важнейших причин — слабое владение географическим материалом. Необходимо выявить наиболее существенные пробелы, делающие невозможным дальнейшее успешное овладение материалом раздела «Население мира». Для этого может оказаться эффективным использование в практике методики формирующего оценивания³.

Например, для устранения неверного представления о том, что для населения всех развитых стран: США, Австралии, Канады, европейских стран — характерны низкие показатели рождаемости и естественного прироста, необходимо подвести учащихся к выводу о том, что для населения этих стран характерны разные показатели рождаемости, смертности и естественного прироста населения. Для подтверждения сделанного вывода следует дать обучающимся задание проанализировать показатели рождаемости и смертности населения, приведённые в статистических источниках, и определить (по выбору обучающегося) показатель естественного прироста отдельных развитых стран. Необходимо установить и устранить причину ошибки. Для этого следует последовательно задать следующие вопросы.

■ К каким группам стран относятся указанные в задании страны?

■ Какие особенности населения, а именно демографические показатели, характерны для указанных в задании развитых стран?

■ В каких странах рождаемость, естественный прирост выше?

³ См.: Амбарцумова Э.М. Применение инновационной методики формирующего оценивания в школьной практике (на примере географии) // География в школе. — 2020. — № 6.

Для населения США характерен более высокий показатель естественного прироста, чем для населения Италии, Венгрии, Литвы и некоторых других европейских стран, где наблюдается естественная убыль.

Также выделяется ряд причин, не связанных с освоением предметного содержания раздела «Население мира», а обусловленных недостаточным освоением универсальных учебных действий (познавательных, регулятивных, коммуникативных) и проблемами мотивации школьников.

Для определения подходов по организации учебного процесса в работе со слабо успевающими обучающимися и отбора соответствующих методических приёмов следует выявить конкретные причины слабой успеваемости школьников. Как правило, имеет место комплекс причин, но в каждом конкретном случае целесообразно выявить несколько основных.

В группе участников с удовлетворительной подготовкой основные вопросы раздела «Население мира» усвоены, умения сформированы. Исключением является умение оценивать территориальную концентрацию населения мира, сформированность которого продемонстрировали чуть более половины этой группы выпускников — 53%, а также умение распознавать основные демографические и социально-экономические понятия.

Умения сравнивать плотность населения отдельных стран и распознавать основные демографические и социально-экономические понятия сформированы лишь у участников с хорошей и отличной подготовкой.

Для устранения допущенных ошибок целесообразно для запоминания расположения на карте нескольких наиболее густонаселённых территорий Земли давать тренировочные задания, как в вербальной форме, так и с использованием карты. Важно с помощью карт атласа составить список стран, расположенных в пределах густо- или слабозаселённых территорий. Следует напомнить выпускникам о возможности использовать включённые в КИМ справочные материалы (контурные карты — политическая мира и федеративного устройства России с показанны-

ми на них соответственно государствами и субъектами Российской Федерации).

Примерно 30% (прошлогодний результат меньше — 25%) из числа слабо подготовленных выпускников знают различие в уровне социально-экономического развития в группах развитых и развивающихся стран. Возможно, большее число участников из этой группы не усвоило различие в уровне развития внутри группы развивающихся стран. Для устранения этой проблемы у участников экзамена со слабой подготовкой можно рекомендовать провести работу по классификации стран, указанных в приложении учебника, по группам, а для закрепления — дать задания по разделению списка стран на две группы, необходимо систематически при изучении любых тем в курсе географии старшей школы актуализировать работу с политической картой мира, например нанести на карту страны: Непал, Эквадор, Перу и т.д.

Важным резервом повышения уровня подготовки выпускников является формирование у них более глубоких знаний о типологических различиях внутри группы развивающихся стран. В целях формирования такого представления рекомендуется при изучении регионального раздела курса географии 10–11-х классов при рассмотрении отдельных развивающихся стран акцентировать внимание на особенностях их отраслевой структуры хозяйства, предлагать обучающимся анализировать статистические данные, характеризующие структуру ВВП и структуру занятости населения стран Азии, Африки и Латинской Америки, и делать соответствующие выводы.

Умения определять и сравнивать по разным источникам информации географические тенденции развития социально-экономических объектов, процессов и явлений не сформированы у участников экзамена с неудовлетворительной и удовлетворительной подготовкой (как и в прошлом году, лишь 11% группы с неудовлетворительной подготовкой и 55% участников группы с удовлетворительной подготовкой успешно выполнили задание 16). Повышению результативности выполнения подобных заданий будет способствовать разъяснение того, что любое значение показателя более 100% означает

прирост объёмов по сравнению с предыдущим годом, и наоборот, любое значение показателя менее 100% означает уменьшение объёмов производства.

Лишь 10% участников экзамена с неудовлетворительной и 23% участников экзамена удовлетворительной подготовкой усвоили знание особенностей размещения основных отраслей мировой промышленности и мирового сельского хозяйства. 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 — регион, в котором она находится.

Успешное выполнение задания 11 продемонстрировали лишь выпускники с хорошей и отличной подготовкой (в группах 1 и 2 процент выполнения составил соответственно 27 и 50). При подготовке к выполнению заданий 11 необходима систематическая работа с различными тематическими картами атласов (7-х и 10-х кл.), статистическими материалами. Поможет также использование карт Приложения КИМ ЕГЭ. Для тренировки рекомендуем использовать задания из раздела «Регионы и страны мира» открытого банка ФИПИ.

При повторении темы «Регионы и страны мира» следует особое внимание уделить материалу, посвящённому Бразилии, Канаде, Китаю и Японии. Ошибки при выполнении заданий линии 11, базирующихся на материале об этих странах, связаны с незнанием, например, того, что: Канада — это федерация, является крупным поставщиком деловой древесины на мировой рынок; столица Бразилии находится во внутренних районах страны, а не на побережье; в Японии уже давно наблюдается отрицательный естественный прирост населения; Китай является мировым лидером по производству не только стали, алюминия, электроэнергии, каменного угля и риса, но и, например, автомобилей и пшеницы.

В экзаменационной работе в задании 18 проверялось знание столиц государств. Примерно 75% выпускников (прошлого годний результат — 65–70%) успешно справились с заданиями. Анализ результатов выявил следующие затруднения:

при определении столицы Анголы каждый пятый экзаменуемый путал Луанду с Кабулом; каждый третий ошибочно полагал, что столицей Афганистана является Исламабад, и лишь 40% верно выполнили это задание. В целом можно констатировать, что слабо усвоено знание столиц европейских государств.

Заданиями повышенного уровня сложности контролировалось умение выделять существенные признаки географических объектов и явлений. В них требовалось определить страну по её краткому описанию. В целом примерно 55–60% участников экзамена, как и в прошлом году, успешно справились с ними. Большинство экзаменуемых смогли определить по описанию такие страны, как Алжир (76%), Францию (73%), Австралию (75%), Мексику (60%). Всего 37% участников ЕГЭ верно определили Турцию по совокупности признаков, указав в числе неверных ответов такие страны, как Саудовская Аравия, Испания и др.

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

Заданиями, вызывающих наибольшие затруднения у участников ЕГЭ, являются, в частности, задание 3, проверяющее понимание понятия «природопользование», и задания 29 и 30, проверяющие умение применить знания об особенностях взаимодействия природы и хозяйственной деятельности человека для решения различных задач. Во многих вариантах задания 3 требовалось применение знаний для оценки истинности высказываний, при этом сами эти высказывания являлись суждениями о причинно-следственных связях между различными видами хозяйственной деятельности человека, работой предприятий различных отраслей и изменениями в окружающей среде. Недостаточная сформированность умения проецировать особенности природы на хозяйственную деятельность человека как один из возможных недостатков

географической подготовки выпускников, выявлен и по результатам выполнения ВПР.⁴

Поэтому при подготовке к экзамену вопросам, связанным с экологией и охраной природы, необходимо уделить особое внимание. К сожалению, в большинстве учебников эти вопросы разбросаны по разным темам, и, например, влияние изменений климата на жизнь людей и изменения климата под влиянием хозяйственной деятельности человека рассматриваются в одной теме, а влияние хозяйственной деятельности людей на внутренние воды — в другой. Влияние различных отраслей хозяйства на отдельные компоненты природы также исследуется в разных главах учебника. Поэтому очень важно все эти знания систематизировать. При систематизации знаний по этой теме, возможно, будет необходимо обращаться к разделу «Природа Земли и человек». Очевидно, например, что для того, чтобы ответить на вопрос «Как и почему осушение болот влияет на режим рек?», надо хорошо понимать, что такое режим рек и от чего он зависит.

Деятельность человека, как правило, направлена на изменение какого-либо одного компонента природы, но все компоненты природы связаны между собой, и для того, чтобы понять, какие изменения будут происходить в окружающей среде, надо очень хорошо знать и понимать механизм взаимосвязей между компонентами природных комплексов. Прежде всего, очень важно хорошо понимать, что такое природопользование и чем рациональное природопользование отличается от нерационального. Напомним, что природопользование — это совокупность мер, предпринимаемых обществом в целях изучения, охраны, освоения и преобразования окружающей среды. Важно понимать, что любой вид хозяйственной деятельности человека так или иначе воздействует на окружающую среду и изменяет её. При этом изменение одного природного ком-

понента, как по цепочке, ведёт к изменению всех остальных.

В некоторых заданиях требуется объяснить, почему тот или иной вид хозяйственной деятельности является примером рационального или нерационального природопользования.

Создание малых ГЭС позволяет, используя возобновляемый источник энергии, отказаться от использования дизельных установок, использующих органическое топливо, поэтому это пример рационального природопользования.

Пахота вдоль склонов является примером нерационального природопользования, потому что она приводит к созданию бороздок, по которым дождевые воды ускоренно стекают вниз по склону, размывая почву, — происходит развитие водной эрозии почв.

Избыточное орошение в засушливых районах приводит к засолению почв и снижению их плодородия, поэтому это пример нерационального природопользования.

Использование систем оборотного водоснабжения позволяет полностью исключить сброс сточных вод в водоёмы, поэтому это пример рационального природопользования.

Использование отходов деревообрабатывающей промышленности для получения биотоплива является примером рационального природопользования, потому что это использование возобновляемого источника энергии.

Рекультивация земель на месте карьеров, в которых велась добыча руды, является примером рационального природопользования, потому что это комплекс мер по экологическому и экономическому восстановлению земель и водных ресурсов, плодородия почв, что позволяет восстановить природный ландшафт.

Строительство ГЭС и создание водохранилищ на реках, впадающих в озеро Байкал, могут иметь негативное влияние на Байкал, а значит, не является примером рационального природопользования.

Сжигание в факелах попутного нефтяного газа (ПНГ) является примером нерационального природопользования, так как в результате этого образуется углекислый газ, усиливающий парниковый эффект. При этом опасность представляют также

⁴ Амбарцумова Э.М., Барабанов В.В., Дюкова С.Е. Всероссийские проверочные работы по географии: особенности инструментария и основные итоги // Педагогические измерения. — 2018. — № 1. — С. 73–79; URL: <https://fipi.ru/tpost/tbyzx3fst1-zhurnal-pedagogicheskie-izmereniya-1-201> (дата обращения 20.05.2020).

выбросы сажи, частички которой могут переноситься на большие расстояния и осаждаться на поверхности снега или льда, усиливая таяние ледников.

При выполнении заданий, в которых требуется критически отнестись к правильности высказываний, важно понимать, как различные виды хозяйственной деятельности могут повлиять на компоненты природных комплексов. Для этого необходимо иметь представление о технологических особенностях различных видов хозяйственной деятельности: сельского хозяйства, промышленности, транспорта и т.д. Для того чтобы определить, какие из высказываний являются верными, необходимо внимательно прочитать каждое из высказываний и осмыслить прочитанное.

Понимание взаимосвязей между природными процессами и явлениями является основой для развития предусмотренных требованиями ФГОС экологического мышления, понимания влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной сред.

Необходимым условием развития познавательной мотивации обучающихся при изучении вопросов, связанных с природопользованием и охраной природы, является реализация принципа связи содержания географического образования с жизнью, практикой решения экологических проблем. Реализация этого принципа должна обеспечиваться путём включения в образовательный процесс деятельности обучающихся, предусматривающей анализ и оценку реальных событий повседневной жизни. Можно использовать тематические подборки сообщений СМИ, позволяющих увидеть, как на практике происходит реализация принципов «зелёного» роста экономики. Такие подборки можно найти на многих интернет-ресурсах, например специальный проект «Экология Востока России» сайта информационно-аналитического агентства «Восток России». Использование подобных материалов позволит организовать деятельность обучающихся по анализу причин сложной экологической ситуации в некоторых регионах и конкретных мер, нацеленных на обеспечение качества окружающей

среды, необходимого для благоприятной жизни человека и устойчивого развития экономики.

В числе других сложных вопросов, на которые требуется обратить особое внимание, необходимо выделить комплекс вопросов, связанных с темой «Климат». Этим вопросам посвящено задание 5, подобные вопросы встречаются в заданиях 4, 11, 14, 29 и 30.

Теоретические аспекты этих вопросов хорошо изложены в школьных учебниках, однако сложности у экзаменуемых возникают с применением теории на практике при объяснении особенностей климата отдельных территорий, установлением цепочек причинно-следственных связей между изменением отдельных компонентов природы конкретной территории или акватории и изменениями климата. Поэтому желательно дополнительно попрактиковаться в выполнении заданий по теме «Климат». При этом рекомендуется использовать пособия или ресурсы, в которых не просто имеются ответы на задания или критерии оценивания, но и содержатся комментарии к ответам, или даётся подробный разбор заданий. При изучении вопросов влажности воздуха возможно обращение к знаниям, полученным при изучении курса физики. В настоящее время понятия абсолютной и относительной влажности воздуха изучаются в географии раньше, чем в курсе физики, однако возможна совместная работа учителей-предметников и в более старших классах для формирования данных понятий. Это же касается понятий «атмосферное давление», «температура воздуха» и др. Таким образом, одним из возможных путей повышения географической подготовки школьников является использование потенциала межпредметных связей.

Взаимодействие учителей географии и математики особенно актуально при формировании умения определять географические координаты. Целесообразно обучить слабых учащихся алгоритму действий для определения географических координат, среди которых отдельно выделить определение расстояния, через которое нанесены параллели и меридианы на карту, определение координат в случае расположения точек между

имеющимися на карте параллелями и меридианами. Определение географических координат объектов целесообразно проводить в каждом классе, используя в том числе аналогию с системами координат математики и физики.

Для обучающихся из этой группы актуален также вопрос формирования понятий географической широты и географической долготы. При определении географических координат, для того чтобы их не путать, необходимо осознанное владение понятиями во всей полноте. Для этого полезным может быть выполнение упражнений по объяснению положения объектов относительно экватора или нулевого меридиана с употреблением обязательных слов и словосочетаний «расстояние», «измеряется от», «может иметь наибольшее значение» и т.п.

Определение расстояний по карте с помощью масштаба тоже одно из важных географических умений, формирование которого также требует целенаправленной систематической работы совместно с учителями математики. Первым шагом при работе с картой должно быть определение её масштаба. При работе над этой темой важно сформировать понятие масштаба как дроби, что также представляет поле для совместной деятельности педагогов разных предметов. Для успешного применения этого умения следует актуализировать ещё один элемент математических умений — округление чисел.

Формирование перечисленных географических умений является длительным процессом, который должен регулярно происходить в образовательном процессе.

При работе над этой темой целесообразно иметь в виду ещё один важный аспект — обучение выбору источника информации. Это становится всё более актуальным в настоящее время. Выбор верного источника позволяет получить более точную, неискажённую информацию. Так, при определении географических координат или расстояний выбор карты с бо льшим масштабом позволит провести более точные измерения.

Рекомендуется проводить рефлексию обучающихся, дать им возможность самим оценивать свои действия, их соответствие алгоритму, предложить приёмы самопро-

верки полученных ответов при решении тренировочных задач. Один из таких приёмов — примерное определение географического положения географического объекта — полушария северного или южного, западного или восточного, в котором находится объект, определение диапазона географической широты и долготы. При определении азимута обучающиеся могут примерно оценить величину азимута, на используя транспортир. Можно его связать с определением направлений. При определении расстояний по карте, выполнив первый шаг по определению масштаба, также можно примерно оценить расстояние или предположить может ли указанное учителем расстояние быть верным с указанной заранее погрешностью измерения. При использовании карт географических атласов для более полного понимания масштаба можно предложить задания по вычислению погрешности измерения на разных картах — мира, материков, России, регионов России, если она составит 1 мм. Округление полученных величин погрешностей также может оказать помощь в усвоении необходимого материала.

Для помощи слабым обучающимся в усвоении географических знаний и умений важно обучить их пользоваться различными источниками информации, в том числе географическими картами. Для выявления причин слабой сформированности умения определять географические координаты, расстояния и азимуты по географической карте целесообразно провести диагностику и определить, с чем именно связаны затруднения. Так, например, предположение о том, что обучающиеся не могут перенести полученные при изучении математики умения определять величины углов при помощи транспортира на измерение азимута, можно проверить, предложив им выполнить действия по определению величины острых и тупых углов в более привычном математическом контексте.

Недостатками географической подготовки обучающихся с удовлетворительной подготовкой являются непонимание закономерностей геосфер, недостаточная сформированность географических понятий.

Повышение уровня географической подготовки этой группы невозможно без работы с географическими понятиями. Требуется работа по формированию системы научных знаний. Целесообразно давать упражнения на узнавание отдельных признаков понятий в разных контекстах, создавать схемы соподчинённости понятий, их взаимосвязей. Создание системы понятий и их взаимосвязей может способствовать формированию более полной и структурированной научной картины мира. Возможно предложить сгруппировать понятия, связанные с одной темой, по разным признакам, с обозначением оснований классификации, например: литосфера (земное ядро, мантия), земная кора, горные породы (магматические, осадочные, химические, биологические, метаморфические); землетрясения, сейсмология, эпицентр, движения земной коры, вулкан, жерло, лава, кратер, составные части, полезные ископаемые (осадочные и магматические); рельеф, горы, равнины, выветривание, внешние и внутренние силы, формирующие рельеф, техногенные процессы. При выстраивании системы понятий в процессе их сравнения происходит усвоение признаков, что может предотвратить их неверное использование.

Дополнительной работы требует усвоение климатообразующих факторов, закономерностей изменения климата. Наряду с зональными факторами и показателями изменения климата важно выделить азональные и сформировать понимание особенностей их действия на разных территориях. Самостоятельная работа с картами географических атласов по выявлению закономерностей изменения климата с конкретными количественными показателями — температура воздуха, среднегодовое количество атмосферных осадков, режим выпадения осадков — позволит действительно усвоить закономерности и сформировать пространственные представления. Знание признаков циклонов и антициклонов, понимание происходящих в областях с высоким и низким атмосферным давлением процессов позволят не заучивать, а понимать особенности формирования различных типов климата на разных территориях. Особого внимания требует понятие континенталь-

ности климата, развить умения читать климатические диаграммы, пользоваться картой климатических поясов.

Для этой группы важна любая систематизация материала, в том числе планы характеристик географических объектов: равнин и гор, рек, климатических поясов, природных зон. Такая работа также может способствовать формированию более системной научной картины, связанной с геосферами.

Существование затруднений в сравнении высоты Солнца над горизонтом на параллелях, находящихся в разных полушариях, обуславливает целесообразность прослеживания изменения продолжительности светового дня в разных полушариях в зависимости от географической широты, а также от высоты полуденного Солнца.

У обучающихся с хорошей подготовкой сформированы практически все необходимые знания и умения. Недостатком их подготовки также является несформированность понятий, однако для них проблема — разделить близкородственные понятия, например «половодье» и «паводок». Для них работа по сравнению понятий может идти с выделением общих черт и черт различия. Применение таких понятий в разных ситуациях также может способствовать их усвоению. Для улучшения подготовки данной группы обучающихся целесообразно отрабатывать сложные взаимосвязи компонентов природного комплекса, например, между наличием растительного покрова — леса в бассейне реки, соотношении подземного и поверхностного стоков и режимом реки. Возможный резерв улучшения знаний и умений имеют и некоторые темы, например, «география почв и почвообразование». При подготовке к экзамену имеет смысл уделить внимание повторению материала о типах почв, процессах почвообразования, факторах плодородия почв. Самостоятельная работа обучаемых по применению знаний и умений, полученных в курсе географии России, к анализу почв мира, осуществление деятельностного подхода могут способствовать усвоению данного объективно трудного материала.

В теме «Мировое хозяйство» это ошибки при выполнении задания 10, связанные с ошибочными представлениями о том,

что в некоторых экономически высоко-развитых странах сельское хозяйство играет значительную роль в экономике. Действительно, в таких странах, как Франция, Италия, Канада, сельское хозяйство отличается высоким уровнем развития, но при этом доля сельского хозяйства в ВВП и доля населения, занятого в нём, не превышают нескольких процентов.

При выполнении задания 19 ошибки чаще всего бывают связаны с незнанием того, что к числу крупнейших экспортёров природного газа относятся в том числе такие страны, как Австралия и Индонезия, а США стали крупнейшим в мире производителем природного газа и нефти.

В теме «География России» это ошибки при ответах на задания 14 и 16. В первом случае это ошибки, связанные с незнанием состава и границ географических районов России (например, представление о том, что большая часть Европейского Севера России находится в природной зоне тундры); во втором — неумение сравнивать относительные статистические показатели.

В задании 16 требуется, используя данные таблицы, выделить страны или регионы России, в которых в определённый период наблюдался экономический рост. При выполнении этих заданий необходимо помнить, что данные в этих таблицах приводятся в процентах по сравнению с предыдущим годом, следовательно, необходимо указать только страны (регионы), в которых на протяжении всего рассматриваемого периода значение соответствующего показателя больше 100%.

При повторении темы «География промышленности России» (задание 13) необходимо отдельно обратить внимание на знание крупнейших центров цветной металлургии и химической промышленности, регионов, в которых работают атомные электростанции.

При повторении темы «Регионы и страны мира» следует особое внимание уделить материалу, посвящённому таким странам, как Китай и Япония. Ошибки при выполнении задания 11, базирующегося на материале об этих странах, связаны с незнанием, например, того, что в Японии уже давно наблюдается отрицательный естественный прирост населения, Китай является мировым лидером по производству не только

таких видов продукции, как сталь, алюминий, электроэнергия, каменный уголь, рис, но и, например, автомобилей и пшеницы.

Выпускники с неудовлетворительной подготовкой выполнили задание 18, проверяющее знание столиц, а наибольшую трудность вызвали задания на определение страны по совокупности признаков. Знание многих особенностей стран: столицы, природно-ресурсного потенциала, государственного устройства — необходимы при выполнении не только тех заданий экзаменационной работы, которые непосредственно его проверяют, но и других заданий, проверяющих географическую специфику крупных стран. Для наименее подготовленных обучающихся можно рекомендовать обозначение на контурной карте крупных стран и их столиц; обозначение стран-монархий и стран-республик разными условными знаками, чтение и анализ графиков, диаграмм с демографическими показателями; составление таблиц с ранжированием стран «первые десять стран по численности населения», «страны, в которых её столица не самый крупный город», «страны, находящиеся в двух частях света» и т.д.

Отметим важность использования справочных материалов, включённых в КИМ ЕГЭ (в частности, контурная политическая карта мира с показанными на ней государствами). 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 по размерам территории и по численности населения страны каждого материка.

3) В каких странах столица не самый крупный город?

Важно акцентировать внимание на повторении особенностей географического положения и природы крупных стран. Можно порекомендовать актуализировать знания из курса 7-го класса и 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 Германии, Франции?
- 3) Какая природная зона распространена на побережье Средиземноморья?
- 4) Какие самые крупные реки каждого материка?
- 5) К бассейнам каких океанов относятся названные реки?

Анализ ошибок позволяет выявить недостатки знаний особенностей географического положения и природы крупных стран.

При подготовке к экзамену необходимо формировать и совершенствовать умение применить знания об особенностях природы, освоенных при изучении отдельных стран и регионов курса «География материков», знания о густоте 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 ФИПИ.

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

**Рохлов
Валерьян Сергеевич**

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

**Петросова
Рената Арминаковна**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Максимальное количество баллов за всю работу — 58.

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

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

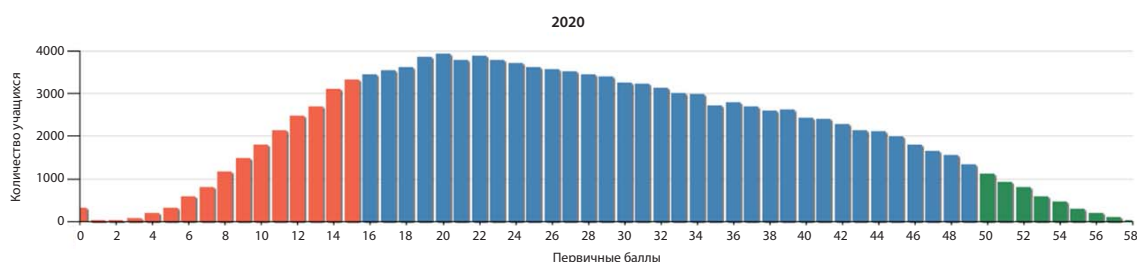


Рис. 1. Распределение первичных баллов участников ЕГЭ в 2020 году

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Блок 2. Клетка как биологическая система

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Блок 3. Организм как биологическая система

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

Анализ результатов показал, что большинство участников ЕГЭ овладело зна-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Блок 4. Система и многообразие органического мира»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Пример задания.

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

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

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

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

Блок 5. Человек и его здоровье

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

проблемными оказались задания, где требовалось объяснить:

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

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

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

Блок 6. «Эволюция живой природы»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Блок 7. «Экосистемы и присущие им закономерности»

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

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

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

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

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

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

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

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

Несмотря на низкие результаты по отдельным заданиям, можно сделать

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Биология. ЕГЭ 2020
Распределение групп баллов

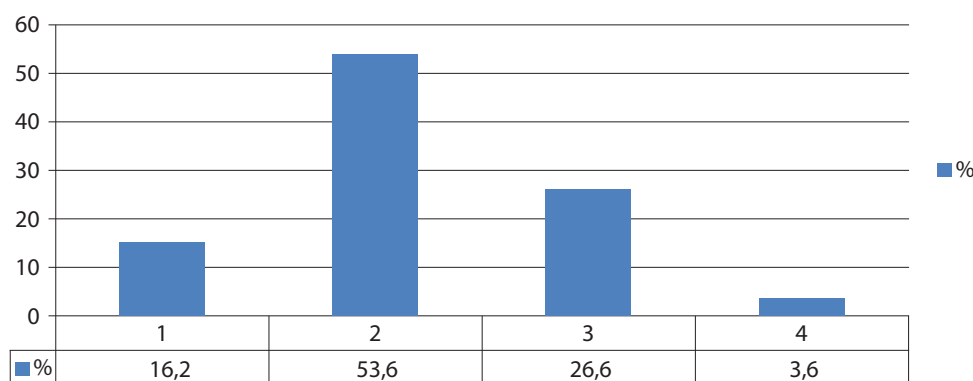


Рис. 2. Распределение групп баллов участников ЕГЭ 2020 г.

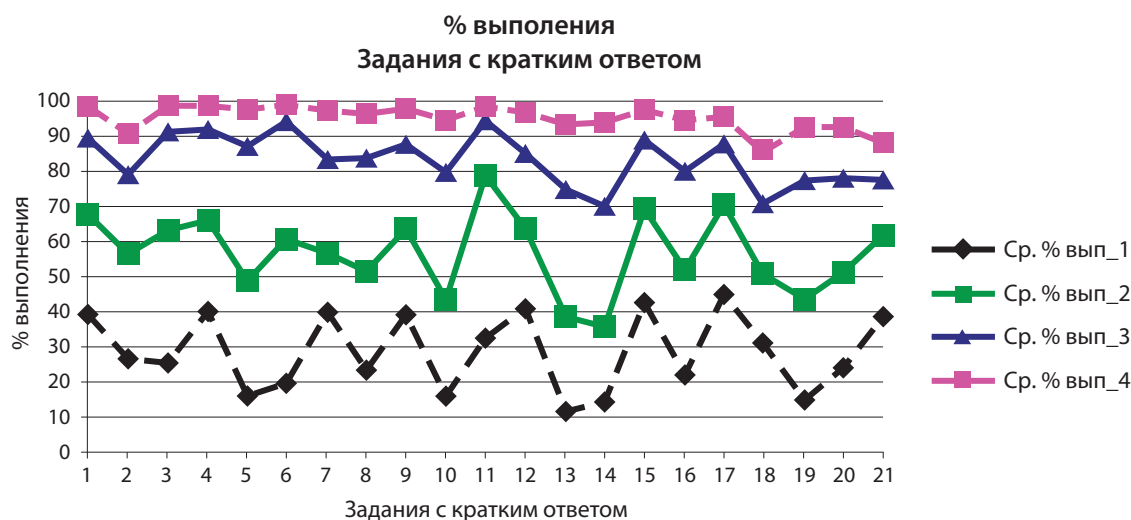


Рис. 3. Выполнение заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с разными уровнями подготовки

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

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

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

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

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

Очевидна высокая дифференцирующая способность заданий с развёрнутым ответом.

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

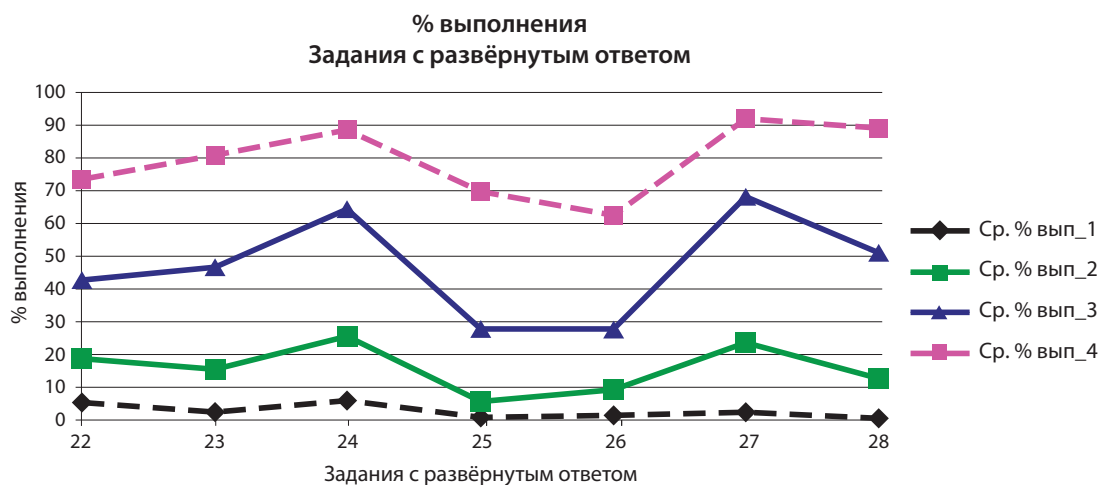


Рис. 4. Выполнение заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с разными уровнями подготовки

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

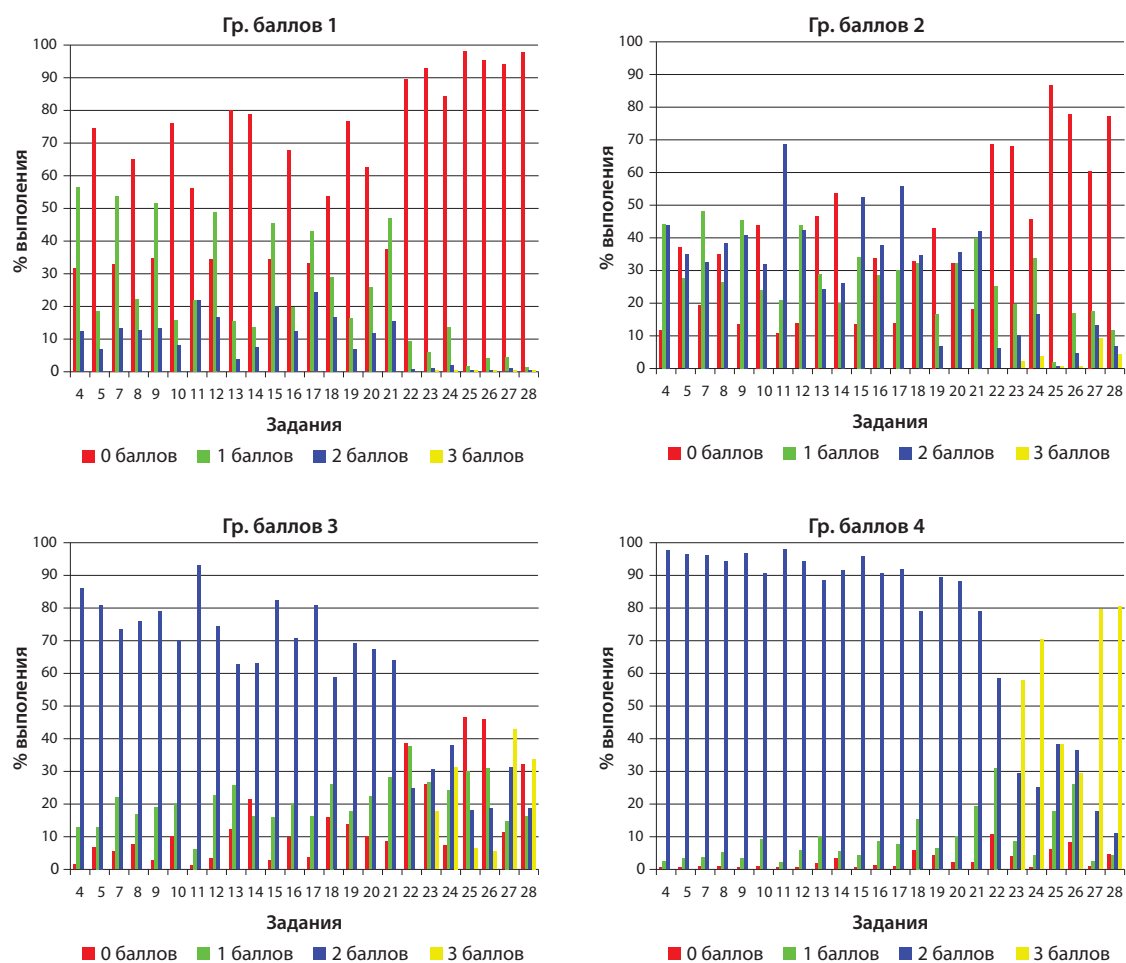


Рис. 5. Результаты выполнения политомических заданий участниками ЕГЭ 2020 г. с разными уровнями подготовки

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В то же время отдельные элементы содержания усвоены слабо:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Низкие результаты получены также в заданиях, требовавших установить со-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В методических рекомендациях 2017–2019 гг. мы касались некоторых из этих проблем. В этом году остановимся на отборе понятий, формирующих системность и целостность представлений о живой природе²

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

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

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

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

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

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

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

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

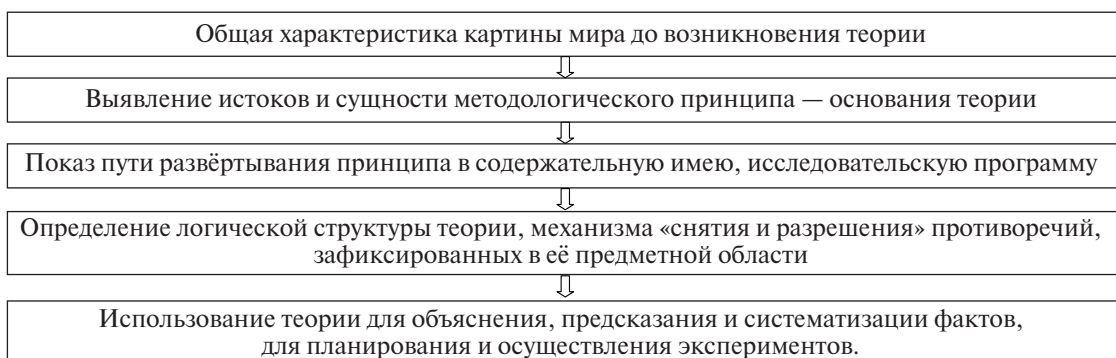
Для преодоления вышеупомянутых недостатков предлагаем предвосхищать изучение биологических теорий предметно-методологическим введением, в котором следует обрисовать контуры целостного содержания теории, выяснить, что именно подлежит изучению и в какой последовательности. Также следует вернуться к отработанным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

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

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

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

Она включает следующие этапы.



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

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

Раскрытие теории должно включать в себя:

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

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

3) показа процесса трансформации фундаментальной теории в прикладную.

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

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

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

Пример 1 задания линии 26.

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

Элементы ответа:

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

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

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

4) репродуктивная изоляция привела к формированию нового вида.

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

Пример 2 задания линии 26.

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

Элементы ответа:

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

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

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

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

5) огонь способствовал развитию коммуникации между членами группы.

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

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

Пример задания линии 25.

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

Элементы ответа:

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

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

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

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

5) хемотаксис.

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

чивость живых систем в постоянно изменяющихся внешних условиях среды⁵.

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

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

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

Пример задания.

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

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

Опосредовано эти знания проверяются в заданиях линии 2.

Пример задания.

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

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

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

Всё изложенное выше позволяет сделать ряд выводов.

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

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

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

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

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 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 2020 г, анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы

Разработанные в 2020 г. КИМ ЕГЭ по химии базируются на Федеральном компоненте государственных образовательных стандартов среднего образования (базовый и профильный уровни). В экзаменационные варианты включено 35 заданий базового, повышенного и высокого уровней сложности, которые позволяют дифференцировать экзаменуемых по уровню подготовки. С учётом статуса ЕГЭ по химии как экзамена по выбору, количество заданий, ориентированных на более подготовленных выпускников, в экзаменационном варианте составляет не менее 60%.

Задания, ориентированные на проверку базового уровня освоения материала, в качестве объектов контроля предусматривают элементы содержания, образующие фундамент химических знаний, а также необходимых при их усвоении умений. Данные задания предполагают запись краткого ответа.

Для дифференциации наиболее подготовленных учащихся в экзаменационный вариант включены задания высокого уровня сложности с развернутым ответом. Их главной особенностью является комплексная проверка элементов содержания, относящихся к различным содержательным блокам. Выполнение данных заданий требует комбинированного применения ряда умений: *составлять* уравнения реакций, отражающих суть протекания окислительно-восстановительных реакций, реакций ионного обмена, а также взаимосвязь неорганических и органических веществ; *анализировать* состав и строение веществ; *учитывать* при составлении реакций суть и закономерность протекания изученных типов реакций, *проводить* комбинированные расчёты по формулам и уравнениям химических реакций. **Важно также подчеркнуть, что решение заданий высокого уровня не предполагает применения единого алгоритма или шаблона в рассуждениях. Практически в каждом из них требуется применить знания в обновлённой ситуации и составить алгоритм решения с учётом конкретных данных в условии задания.**

Всё большее значение в системе КИМ ЕГЭ по химии приобретают задания, предусматривающие проверку достижения метапредметных планируемых результатов, важнейшей составляющей которых являются универсальные учебные действия. Наиболее важным из них является умение работать с информацией, представленной в различной форме. Как и в предыдущие годы, в 2020 г. основными формами предъявления информации были текст и схема. Однако специфика предмета «Химия» и используемой в нём знаково-символической системы предусматривает проверку сформированности умения «переводить» текстовую информацию на язык формул (молекулярных, графических, структурных), уравнений химических реакций, в том числе представленных в виде схемы последовательных превращений веществ, которая по своей сути отражает взаимосвязь веществ. В ближайшей перспективе планируется усилить внимание к контролю сформированности умения работать с графиками и таблицами. Так, в модель КИМ 2022 г. предусмотрено включение заданий с данными способами предъявления информации.

Большую роль в выполнении заданий по химии играет сформированность наглядно-образного мышления, которое развивается в процессе проведения реального химического эксперимента. Так, приводимые в заданиях описания химических превращений и сопровождающих их 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.

Ещё одной особенностью экзаменационных вариантов по химии является наличие расчётных задач, решение которых

предполагает сформированность у экзаменуемых умения работать с формулами, отражающими взаимосвязь физических величин, а также проведение математических расчётов с использованием математических уравнений, содержащих переменные. Вышеназванные особенности КИМ по химии позволяют достаточно чётко дифференцировать обучающихся по уровню их подготовки к продолжению образования по выбранному направлению.

В структуру и содержание экзаменационной работы 2020 г. по сравнению с работой 2019 г. не было внесено изменений. Максимальное количество баллов за работу осталось на прежнем уровне и составило 60 баллов. Данный факт позволяет говорить о сопоставимости результатов ЕГЭ 2019 и 2020 гг.

В ЕГЭ по химии 2020 г. приняло участие более 91 тыс. человек (2019 г. — около 92 тыс. человек, 2018 г. — около 88 тыс. человек).

На рисунке 1 и в таблице 1 приведено распределение первичных и тестовых баллов ЕГЭ 2018–2020 гг.

Кривая распределения первичных баллов ЕГЭ 2020 г. по химии несколько изменилась в сравнении с подобной кривой в 2019 г.: наблюдается некоторое увеличение доли выпускников, набравших наиболее низкие и наиболее высокие баллы за экзамен. Данное изменение свидетельствует об усилении дифференцирующей способности экзаменационных вариантов 2020 г. Это может быть обусловлено следующим: экзаменуемые с низким уровнем подготовки не продемонстрировали умение анализировать условия заданий для выстраивания соответствующих алгоритмов их выполнения на основе приведённых в них данных.

Повышение дифференцирующей силы вариантов КИМ может объясняться особенностями выборки участников ЕГЭ

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2020	55,09	8,15%	16,50%	34,05%	26,97%	14,33%
2019	56,32	6,32%	15,79%	34,17%	32,54%	11,18%
2018	54,63	7,43%	16,95%	34,67%	31,52%	9,43%

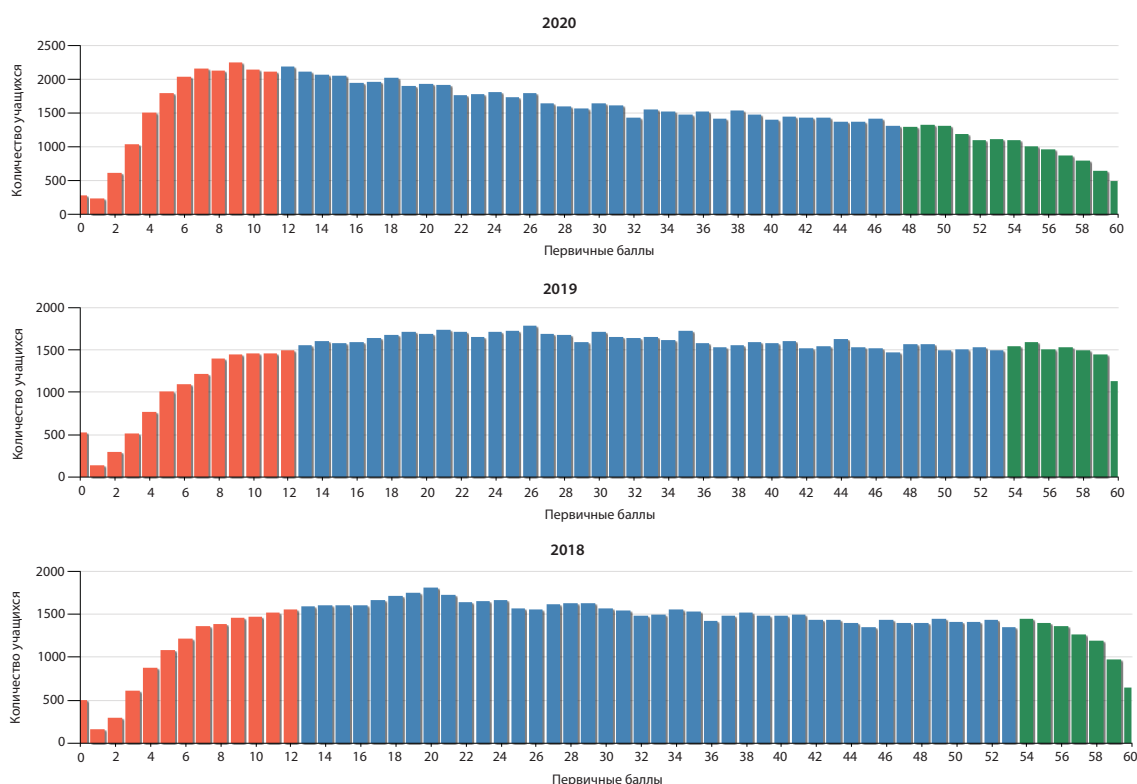


Рис. 1. Распределение первичных баллов ЕГЭ в 2018–2020 гг.

2020 г. и характеристиками заданий. Очевидно, сказался различный характер подготовки участников: высокобалльники, владеющие умением применять знания в обновлённой ситуации и мыслить нестандартно, справились с работой успешнее, чем наименее подготовленные экзаменуемые, освоившие лишь набор конкретных шаблонов и алгоритмов решения заданий.

В 2020 г. отмечено 1119 участников ЕГЭ, получивших 100 баллов. Данный показатель сопоставим с аналогичным показателем ЕГЭ 2019 г. и почти вдвое превышает число 100-балльников ЕГЭ 2018 г.

Перейдём к содержательному анализу результатов ЕГЭ 2020 г.

Часть 1 экзаменационной работы 2020 г. содержала задания базового и повышенного уровней сложности. Эти задания 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»

Усвоение элементов содержания, относящихся к этому тематическому блоку, проверялось только заданиями базового

уровня сложности с порядковыми номерами 1–4. Средние результаты выполнения этих заданий позволяют говорить о том, что достаточно хорошо усвоены знания следующих содержательных линий.

- Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов (65,2%).

- Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IA–IIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Характеристика переходных элементов — меди, цинка, хрома, железа — по их положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов (60,9%).

При выполнении заданий экзаменуемые продемонстрировали умения определять строение электронных оболочек атомов; сравнивать строение внешних энергетических уровней — находить сходные и одинаковые электронные конфигурации, определять число неспаренных электронов в атомах элементов главных и побочных подгрупп; определять характер

изменения металлических и неметаллических свойств веществ, основных и кислотных свойств оксидов и гидроксидов; сравнивать радиусы атомов, значения их электроотрицательности и т. п.

Менее успешно экзаменуемые выполнили задания, условия которых предусматривали не простое воспроизведение знаний базовых понятий, а умение применить эти понятия последовательно в контексте условия задания (примеры 1, 2). Эти задания проверяли усвоение знаний следующих элементов содержания.

- Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов (49,9%).

- 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 (48,1%).

Рассмотрим примеры конкретных заданий и результаты их выполнения (примеры 1 и 2).

Выполнение примера 1 предусматривало определение максимальной (высшей) и минимальной (низшей) степеней окисления каждого из пяти элементов (понятия курса химии основной школы), нахождение разности между этими значениями (математика начальной школы), определение одинаковой разности. Как видно

Пример 1

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Be 2) V 3) Ti 4) H 5) S

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между максимальной и минимальной степенями окисления.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

1	4
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
37,9	16,7	68,3

Пример 2

Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения, в которых представлена ковалентная полярная связь.

- 1) бензойная кислота
- 2) сульфид калия
- 3) формиат кальция
- 4) диметиламин
- 5) нитрат аммония

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

3	5
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
25,1	5	60,8

по статистическим данным, такие простые мыслительные действия, вернее, их последовательное выполнение, вызвали затруднения даже у хорошо подготовленных экзаменуемых.

Условие задания из примера 2 предусматривало нахождение веществ, строение которых соответствует двум критериям, которые сами по себе являются базовыми в теме «Строение вещества». Немолекулярное строение предполагает атомное или ионное строение вещества. Ионное строение имеют соединения, в состав которых входят атомы металлов или ионы аммония, — вещества под номерами 2, 3, 5. Но только в веществах 3 и 5 присутствуют анионы, образованные по ковалентной полярной связи.

Как видно по результатам выполнения данного задания, даже экзаменуемые с сильной подготовкой испытывали затруднения в процессе применения указанных базовых понятий во взаимосвязи.

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 позволяют говорить о том, что практически все элементы содержания этого блока успешно освоены экзаменуемыми.

■ Классификация неорганических веществ, номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная) (62,5%).

■ 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 (для заданий базового уровня сложности — 61,3%; для заданий повышенного уровня сложности линии 8 — 46%).

■ 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 (для заданий базового уровня сложности — 59,3%; для заданий повышенного уровня сложности линии 9 — 45%).

■ Взаимосвязь неорганических веществ (73,2%).

Необходимо отметить, что задания базового уровня сложности, выполнение которых предусматривало выбор двух реагентов из пяти предложенных для указанного неорганического вещества, достаточно успешно выполняли даже экзаменуемые со слабой подготовкой (пример 3).

Пример 3

Из предложенного перечня выберите два вещества, с каждым из которых взаимодействует железо.

- 1) сульфат кальция
- 2) вода
- 3) оксид цинка
- 4) оксид фосфора(V)
- 5) соляная кислота

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
57,3	42	71

Но если задание базового уровня сложности проверяло не только знание химических свойств веществ, но и понимание сути реакций ионного обмена, то успешность их выполнения экзаменуемыми со слабой подготовкой становилась ниже (пример 4).

Результаты выполнения задания свидетельствуют о том, что хорошо подготовленные экзаменуемые уверенно смогли применить вышеуказанные элементы базовых знаний в системе. А для менее подготовленных выпускников комплексное применение знаний свойств веществ представляет определённые трудности.

Задания повышенного уровня сложности также предполагали комплексное применение знаний о свойствах веществ как представителей определённого класса, как электролитов, так и знание их специфических свойств. Такой подход к применению знаний в системе оказался по силам только хорошо подготовленным обучающимся (задание 8 — 94,4%; задание 9 — 91,1%). Экзаменуемые со слабой подготовкой испытывали большие трудности при выполнении подобных заданий (задание 8 — 30,6%; задание 9 — 32,4%).

Пример 4

Даны две пробирки с раствором вещества X. В одну из них добавили раствор гидроксида калия, в другую — раствор слабого электролита Y. При этом в каждой пробирке наблюдали образование осадка.

Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) NaHCO_3
- 2) $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
- 3) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- 4) KF
- 5) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
65,2	33,2	93

Блок «Органическая химия»

Данный блок части I экзаменационной работы также включал в себя задания различного уровня сложности: базового (задания 11–15 и задание 18), повышенного (задания 16 и 17). Статистические данные выполнения заданий позволяют говорить о том, что достаточно прочно на базовом уровне усвоены следующие содержательные линии.

- Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов (61,4%).

- Взаимосвязь углеводородов и кислородсодержащих органических соединений (68,5%).

Сравнительно низкий средний процент выполнения заданий базового уровня экзаменуемые показали по следующим содержательным линиям.

- Классификация органических веществ, номенклатура органических веществ (тривиальная и международная) (52,5%).

- 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 (53,6%).

- Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров; основные способы получения кислородсодержащих органических соединений в лаборатории (46,7%).

- Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот; важнейшие способы получения аминов и аминокислот; биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки (46,5%).

Статистические данные выполнения этих заданий свидетельствуют о таких недочётах в подготовке экзаменуемых, как: недостаточные знания тривиальной номенклатуры органических веществ (пример 5), недостаточно сформированное умение прогнозировать свойства органического вещества в зависимости от его химического строения (примеры 6 и 7).

Выполнение задания (пример 5) предусматривало знание тривиальных названий «этиленгликоль» (двухатомный спирт — этандиол-1,2) и «изопрен»

Пример 5

Установите соответствие между классом/группой органических веществ и веществом, которое принадлежит этому(-ой) классу/группе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	ВЕЩЕСТВО
А) сложные эфиры	1) этиленгликоль
Б) углеводороды	2) изопрен
В) спирты	3) дибутиловый эфир
	4) триолеат глицерина

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В
	4	2	1

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
53,7	8,7	97

Пример 6

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует муравьиная кислота.

- 1) SiO_2
- 2) HCl
- 3) NaCl (р-р)
- 4) Na_2CO_3
- 5) Ag_2O (NH_3 -р-р)

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

4	5
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
55	15,6	93,4

(2-метилбутадиен-1,3), «триолеат глицерина». Экзаменуемые со слабой подготовкой практически не смогли выполнить это задание, так как не владели этими фактическими знаниями.

Выполнение этого задания (пример 6) предусматривало применение знаний о том, что муравьиная кислота обладает свойствами как кислоты, так и альдегида. Это позволяло достаточно легко определить нужные реагенты — Na_2CO_3 (свойство кислоты) и Ag_2O (NH_3 -р-р) (свойство

альдегида). Как видно по результатам выполнения задания, слабо подготовленные экзаменуемые не смогли справиться с заданием.

Это задание (пример 7) могло быть выполнено верно только на основе анализа строения этих веществ, а также с использованием знаний о том, что углеводородные радикалы (в веществах 1 и 3) оказывают влияние на аминогруппу, усиливая основные свойства вещества по сравнению с аммиаком. По данным выполнения

Пример 7

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются более сильными основаниями, чем аммиак.

- 1) метиламин
- 2) дифениламин
- 3) диэтиламин
- 4) анилин
- 5) трифениламин

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

1	3
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
47,4	16	83,3

задания видно, что даже некоторые экзаменуемые с сильной подготовкой испытывали затруднения при его выполнении.

Задания повышенного уровня сложности, которые проверяли усвоение знаний данного блока, были представлены в формате установления соответствия между позициями двух множеств. Подобные задания включались в экзаменационные работы предыдущих лет, поэтому порядок их выполнения хорошо известен экзаменуемым. Результаты их выполнения следующие.

- Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Важнейшие способы получения углеводородов. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии (45%).

- Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров. Важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений (42%).

Выполнение этих заданий предусматривало комплексное применение знаний о свойствах веществ как представителях определённого класса, так и об их специфических свойствах, прогнозируемых в результате анализа химического строения этих веществ. Результаты показывают, что многие экзаменуемые не смогли успешно справиться с подобными заданиями.

Отметим, что задания, которые проверяют знания способов получения органических веществ, выполнены экзаменуемыми, особенно со слабой подготовкой, менее успешно, чем задания, ориентированные на проверку свойств веществ (пример 8).

Такой низкий результат выполнения этого задания экзаменуемыми со слабой подготовкой может свидетельствовать также и о том, что они не смогли выбрать наиболее эффективный способ выполнения задания. Выполняя это задание наиболее целесообразно определить продукт каждой из реакций, представленных во втором (правом) столбце, а затем соотнести эти продукты с веществами первого (левого) столбца.

Пример 8

Установите соответствие между веществом и реакцией, в результате которой может быть получено это вещество: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	РЕАКЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
А) стеариновая кислота	1) дегидратация пентанола-2
Б) пентанон-3	2) гидролиз н-пропилформиата
В) муравьиная кислота	3) гидратация пентина-1
Г) пентанон-2	4) окисление пентанала
	5) пиролиз пропионата бария
	6) гидрирование олеиновой кислоты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г
	6	5	2	3

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
44,6	3,2	92

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 таблице 2.

Данные таблицы позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания этого блока успешно усвоено экзаменуемыми как на базовом, так и на повышенном уровнях. Но при этом надо отметить более низкие результаты выполнения заданий по некоторым содержательным линиям. Рассмотрим их на примерах конкретных заданий.

Таблица 2

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний % выполнения заданий	
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	49,2	—
20	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	66,2	—
21	Реакции окислительно-восстановительные	70,6	—
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	—	70,3
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	—	64,0
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	—	39,9
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	—	42,2
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	54,4	—

Пример 9

Из предложенного перечня выберите две реакции, которые **не являются** окислительно-восстановительными.

- 1) взаимодействие соляной кислоты с аммиаком
- 2) разложение хлората калия
- 3) взаимодействие сероводорода с оксидом серы(IV)
- 4) взаимодействие серной кислоты с хроматом натрия
- 5) разложение нитрита аммония

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

1	4
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
48,4	14,2	90,4

Определённые затруднения вызвали задания, проверяющие сформированность умений классифицировать химические реакции по различным классификационным принципам (пример 9).

В процессе выполнения этого задания экзаменуемые должны были определить те химические реакции, в которых не происходило изменение степеней окисления химических элементов. Но для такого действия прежде было целесообразно записать уравнения (или схемы) указанных превращений. Вероятно, именно этот этап выполнения задания и вызвал затруднения у экзаменуемых, особенно со слабой подготовкой.

Важную роль в дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки выполняли расчётные задачи. При этом задачи базового уровня сложности с кратким ответом (27–29) проверяли сформированность умения проводить один из видов расчётов. Приведём результаты выполнения этих заданий:

Пример 10

Какую массу 12%-ного раствора сульфата магния надо взять, чтобы при добавлении 10 г воды получить раствор с массовой долей соли 8%? (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ г.

Средний % выполнения задания	% выполнения группой с низкими баллами	% выполнения группой с высокими баллами
56	16	92

- расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (49%);

- расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях, расчёты по термохимическим уравнениям (62,4%);

- расчёты массы (количества) вещества или объёма газа по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ (52,9%).

Отметим, что все указанные виды расчётов изучаются в курсе химии основной школы и используются в экзаменационной работе ОГЭ. Видно, что наибольшие затруднения экзаменуемые испытали при решении задач с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (пример 10).

Выполнение задания предполагает составление уравнения с одним неизвестным. Пусть масса 12%-ного раствора $m_{(p-pa\ 1)} = x$, тогда масса вещества в этом растворе $m_{(в-ва)} = 0,12x$, а масса второго раствора $m_{(p-pa\ 2)} = x + 10$. Составим уравнение,

используя понятие массовой доли вещества в растворе, учитывая при этом неизменную массу вещества: $0,08 = 0,12x / x + 10$. Решив уравнение, получаем: $x = 20$. Результаты выполнения задания показывают, что простую математическую связь известных и неизвестной физических величин смогли выявить только хорошо подготовленные экзаменуемые.

Часть 2 экзаменационной работы включала в себя 6 заданий высокого уровня сложности, выполнение которых требовало представления развёрнутого ответа. Результаты выполнения заданий представлены в таблице 3.

Задания с развёрнутым ответом имеют своей целью дифференциацию наиболее подготовленных обучающихся и действительно статистически имеют высокую дифференцирующую способность. Каждое из заданий имело свою шкалу оценивания (от 2 до 5 баллов) в зависимости от количества элементов ответа, которые необходимо было осуществить экзаменуемому в процессе выполнения задания. Выполнить задание высокого уровня сложности на максимальный балл удаётся только

наиболее подготовленным экзаменуемым. Тем не менее некоторые экзаменуемые даже со слабой подготовкой приступают к выполнению этих заданий и могут получить 1–2 балла за выполнение отдельных элементов решения.

Задания 30 и 31 объединены одним набором веществ, из которых экзаменуемые выбирают реагенты для реализации условий этих заданий. Кроме того, в условиях этих заданий имеется указание на признаки протекания реакции, которые должны быть учтены при выборе веществ. За правильный выбор веществ и составление молекулярного уравнения их взаимодействия выставляется один балл, а за правильное отражение сущности протекающей реакции с помощью электронного баланса (30) или составление ионных уравнений (31) выставляется второй (максимальный) балл.

Статистические данные выполнения этих заданий показывают, что большинство экзаменуемых, выполнивших эти задания, принадлежит к группе наиболее подготовленных и получает максимальные 2 балла за выполнение задания, т.е.

Таблица 3

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Максимальный балл	Средний % выполнения заданий
30	Реакции окислительно-восстановительные	2	33,3
31	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	2	35,3
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	4	28,1
33	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	5	35,1
34	Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе». Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества. Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	4	12,7
35	Установление молекулярной и структурной формул вещества	3	22,3

правильно выбирают реагирующие вещества и понимают сущность реакций, протекающих между неорганическими веществами:

Задание	Средний процент выполнения участниками ЕГЭ		Баллы за задание (%)	
	с низкими баллами	с высокими баллами	1	2
30	1,1	87,4	6,4	30,1
31	2,5	82,5	7,6	31,5

Задания линии 32 ориентированы на понимание генетической взаимосвязи неорганических веществ, но, кроме того, требуют от экзаменуемых умения определить продукты реакций, учитывать условия и признаки протекания реакций, которые описаны в условиях заданий. Именно недостаточное внимание ко всем аспектам условия задания зачастую является причиной того, что получить максимальный балл за выполнение задания удаётся немногим экзаменуемым.

Задание	Средний процент выполнения участниками ЕГЭ		Баллы за задание (%)			
	с низкими баллами	с высокими баллами	1	2	3	4
32	0,66	85,5	14,4	9,6	9,4	12,6

Задания линии 33 ориентированы на проверку понимания генетической связи органических веществ разных классов. Как и при выполнении предыдущего задания, экзаменуемым необходимо учитывать условия протекания реакций. Формат предъявления условия не изменяется в течение нескольких последних лет проведения экзамена, поэтому экзаменуемые хорошо знакомы с алгоритмом выполнения подобных заданий. Тем не менее получить максимальные 5 баллов за выполнение задания смогли только экзаменуемые с сильной подготовкой.

Задание	Средний процент выполнения участниками ЕГЭ		Баллы за задание (%)				
	с низкими баллами	с высокими баллами	1	2	3	4	5
33	0,78	91,2	9,6	9,2	9,5	9,3	16,4

Задания линии 34 оказались наиболее трудными для экзаменуемых. Для экзаменуемых с недостаточной подготовкой оказалось по силам получить только 1–2 балла за составление уравнений реакций, о которых идёт речь в условии задания, и действия по вычислению количества вещества, вступающих в реакции. Основное затруднение экзаменуемые испытывали при выстраивании дальнейших логически взаимосвязанных действий, которые приводили к нахождению неизвестной физической величины в соответствии с условием задачи. В некоторых задачах требовалось применить межпредметные умения по выявлению математической зависимости между заданными физическими величинами и составлению математического уравнения для поиска неизвестной величины. Не всем экзаменуемым даже с сильной подготовкой удалось получить максимальные 4 балла за выполнение задания.

Задание	Средний процент выполнения участниками ЕГЭ		Баллы за задание (%)			
	с низкими баллами	с высокими баллами	1	2	3	4
34	0,13	59,2	1,1	4,8	1,9	6,1

Задания линии 35 предусматривали нахождение молекулярной формулы органического вещества в результате вычислений на основе известного качественного и количественного состава вещества или массы продуктов сгорания этого вещества. Подобные задания традиционно выполняют на уроках при изучении как базового, так и профильного курсов органической химии в школе. Поэтому большинство из тех, кто выполнял задание, смогло получить 1 балл. Но далее экзаменуемые должны были определить химическое строение этого вещества с учётом свойств, которые указаны в условии задания. С этим смогло справиться уже меньшее число экзаменуемых. Но для большинства из тех обучающихся, которые определили строение органического вещества, стало возможным получение третьего балла за составление уравнения реакции с участием этого органического вещества.

На рис. 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий части 1 (с кратким ответом) и части 2 (с развёрнутым ответом) каждой группой участников ЕГЭ 2020 г.

Кратко охарактеризуем особенности подготовки экзаменуемых каждой из групп.

Группа 1 — низкий уровень подготовки; экзаменуемые, которые не преодолели минимального балла (первичный балл: 0–11; тестовый балл: 0–35).

На рисунке 2 видно, что экзаменуемые из этой группы не смогли выполнить ни одного задания с успешностью 50% и выше. Можно отметить лишь несколько заданий, которые экзаменуемые выполнили сравнительно более успешно (выше 30%), чем остальные задания экзаменационной работы. Это задания, с помощью которых проверялись такие элементы содержания, как:

«Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов:

Задание	Средний процент выполнения участниками ЕГЭ		Баллы за задание (%)		
	с низкими баллами	с высокими баллами	1	2	3
35	1,1	73,8	23,1	5,2	11,1

По результатам выполнения экзаменационной работы в целом (полученный первичный балл) все экзаменуемые были распределены по четырём группам (таблица 4).

s-, *p*- и *d*-элементы» (задание 1, средний процент выполнения — 36,7);

«Взаимосвязь неорганических веществ» (задание 10, средний процент выполнения — 44,4);

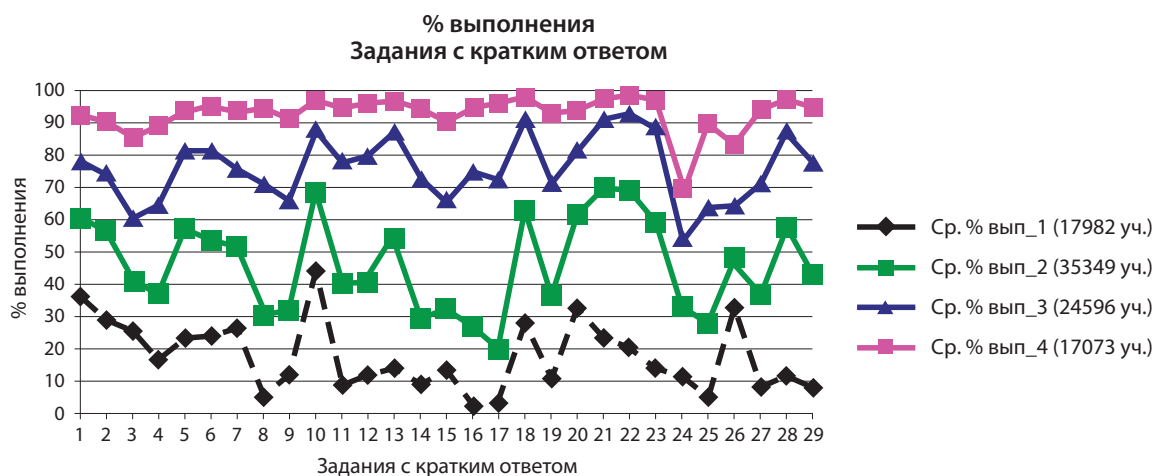


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с различным уровнем подготовки

Таблица 4

Экзаменуемые	Набрали первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
группа 1	от 0 до 11 баллов	от 0 до 35	19,8
группа 2	от 12 до 30 баллов	от 36 до 60	38,8
группа 3	от 31 до 47 баллов	от 61 до 80	27,0
группа 4	от 48 до 60 баллов	от 81 до 100	14,4

«Скорость реакции, её зависимость от различных факторов» (задание 20, средний процент выполнения — 33);

«Области применение веществ в народном хозяйстве и быту» (задание 26, средний процент выполнения — 31,2).

Отметим, что эти элементы содержания изучались ещё в курсе химии основной школы. Выполняя задания, проверяющие вышеназванные элементы содержания, обучающиеся продемонстрировали овладение такими умениями, как: характеризовать строение электронных оболочек атомов, определять число неспаренных электронов в атомах, сравнивать строение атомов между собой; определять вещества, между которыми возможна генетическая связь; определять влияние различных факторов на скорость химических реакций. При выполнении этих заданий от экзаменуемых требуется осуществление одной или двух мыслительных операций.

Экзаменуемые этой группы показали низкие результаты (менее 15%) при вы-

полнении заданий, проверяющих усвоенные знания по органической химии (задания 11–17). 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, работа с формулами органических веществ и понимание их пространственной структуры предполагают развитие образного (абстрактного) мышления. Для этого в процессе преподавания необходимо использовать модели молекул, активно использовать структурные формулы веществ. Именно эти умения недостаточно сформированы у группы 1 экзаменуемых.

Низкие результаты эта группа экзаменуемых показала и при решении расчётных задач (задания 27–29):

■ «расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения — 8,4);

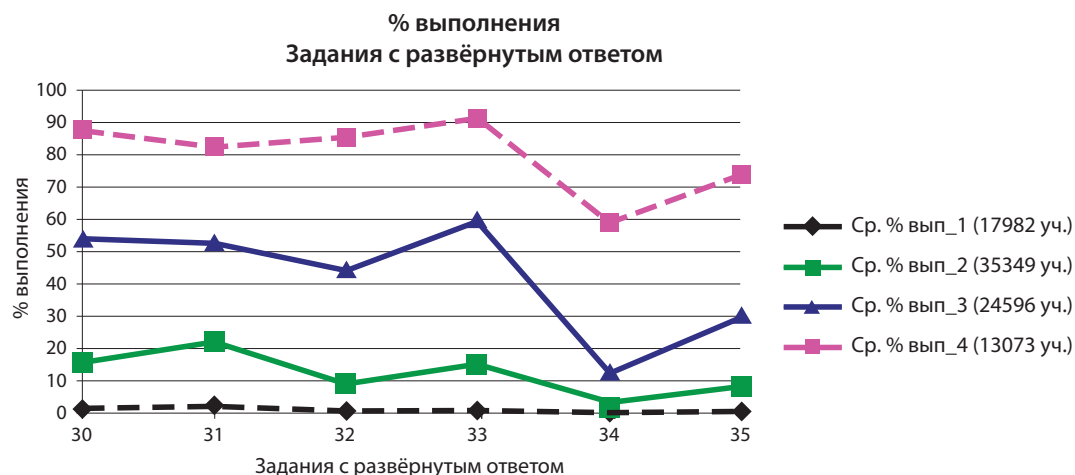


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с различным уровнем подготовки

■ «расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях, расчёты по термодинамическим уравнениям» (средний процент выполнения — 12,3);

■ «расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ» (средний процент выполнения — 8,2).

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 неизвестная величина. Эти умения в достаточной мере сформированы лишь у некоторых экзаменуемых из этой группы.

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 максимальные баллы удалось лишь единицам по отдельным заданиям (таблица 5).

Обратим внимание на то, что даже задание 31, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, пол-

ного и сокращённого ионных уравнений реакции ионного обмена, смогли полностью выполнить менее 2% 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 им не удалось.

Всего же в экзаменационном варианте каждый из экзаменуемых, отнесённых к данной группе, успешно выполняет менее 10 заданий базового уровня, что не позволяет им преодолеть минимальный балл, необходимый для успешной сдачи экзамена, а главное, свидетельствует о том, что их подготовка по предмету не отвечает требованиям образовательного стандарта средней школы по химии даже на базовом уровне.

Одним из возможных направлений в решении данной проблемы при подготовке к экзамену является более активное использование таких заданий, в которых требуется с небольшим количеством объектов (двумя-тремя) письменно осуществить ряд базовых действий: определить степень окисления, дать характеристику химическим свойствам вещества, составить уравнения реакций и др. В отличие от тестовых заданий с кратким ответом, в которых предлагаются варианты решения, выступающие в качестве опорной информации для решения, в таких заданиях предполагаются развёрнутые ответы,

Таблица 5

Задание	Доля участников (%), не преодолевших минимального балла, получивших баллы за выполнение заданий с развёрнутым ответом				
	1	2	3	4	5
30	1,2	0,5			
31	2,0	1,6			
32	2,2	0,13	0,04	0,01	
33	2,3	0,58	0,1	0,03	0
34	0,42	0,03	0,01	0,01	
35	3,1	0,07	0,01		

по которым более чётко просматривается ход рассуждений экзаменуемых, а следовательно, в большей степени проявляются «слабые» места в их подготовке.

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: 36–60).*

Данная группа экзаменуемых успешно (средний процент выполнения 50–70) выполнили задания, проверяющие следующие элементы содержания: «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы»; «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам»; «Классификация и номенклатура неорганических веществ»; «Характерные химические свойства простых веществ, оксидов»; «Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей», «Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена»; «Взаимосвязь неорганических веществ»; «Характерные химические свойства углеводов»; «Взаимосвязь углеводов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений»; «Скорость реакции, её зависимость от различных факторов»; «Реакции окислительно-восстановительные»; «Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)»; «Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная».

Можно говорить о том, что у данной группы экзаменуемых сформированы следующие умения: характеризовать строение атомов химических элементов по положению в Периодической системе; определять виды химической связи; объяснять влияние различных факторов на скорость реакций; определять окислитель и восстановитель, а также продукты реакций по формулам исходных веществ. Как видно из приве-

дённому перечню элементов содержания, успешное их усвоение предполагает владение умением объяснять взаимосвязь между составом, строением и свойствами, то есть осуществление двух-трёх взаимосвязанных мыслительных операций.

Эта группа экзаменуемых слабо усвоила большинство элементов содержания курса органической химии (задания 11–17). Это позволяет говорить о том, что они недостаточно овладели умением классифицировать и называть органические вещества (40,8%), слабо усвоили знания свойств, изученных кислород- и азотсодержащих органических веществ (около 30%).

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» (37,1%). Немного лучше экзаменуемые справились с термохимическими расчётами и задачами на вычисление объёмных соотношений газов в химических реакциях (57,8%). Недостаточно прочно экзаменуемые из этой группы овладели умением проводить расчёты по химическим уравнениям, если известно количество (масса, объём) одного из веществ — участника реакции. Все перечисленные виды расчётов формируются ещё в начале изучения курса химии, то есть в основной школе.

Задания части 2 экзаменационной работы группа 2 экзаменуемых выполнила несколько лучше, чем группа 1. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом представлены в таблице 6.

Отметим, что большее число выполнивших задания, получили максимальные 2 балла. 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 15%. При этом надо отметить, что некоторые экзаменуемые из этой группы, которые приступили к выполнению задания 35, смогли получить 1 балл за проведение расчётов

Таблица 6

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 36–60 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развёрнутым ответом				
		1	2	3	4	5
30	15,4	6,9	12,0			
31	22,3	9,1	17,8			
32	9,4	17,8	5,3	2,1	0,71	
33	14,9	16,0	11,6	5,9	3,0	1,1
34	1,9	5,2	0,86	0,1	0,09	
35	8,5	21,0	1,6	0,47		

по нахождению молекулярной формулы органического вещества, но продвигаться дальше и установить структуру вещества им не удалось.

На основании всего изложенного можно сделать вывод о том, что экзаменуемые с удовлетворительной подготовкой продемонстрировали устойчивое усвоение ведущих теоретических понятий курса химии, 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 недостаточном уровне 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 удовлетворительной подго-

товкой 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, в котором, используя перечень веществ, требуется составить уравнения возможных реакций между ними: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должны быть составлены электронный баланс или 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)

Практически все задания базового уровня сложности выполнены этой группой экзаменуемых с результатом выше 60% (см. рис. 2). 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.

Данная группа экзаменуемых показала 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, что наибольшие затруднения эти экзаменуемые испытали при выполнении задания 24, которое ориентировано на проверку знаний следующих элементов содержания: «Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов» (пример 11).

Такие результаты выполнения этого задания показывают, что даже для экзаменуемых с сильной подготовкой оказалось затруднительным выполнить задание

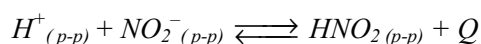
на максимальные 2 балла, т.е. была допущена одна ошибка в ответе. Эта ошибка заключалась в определении влияния на химическое равновесие факторов, представленных в условии под буквами Б и В. Многие экзаменуемые не смогли понять, что добавление твёрдого нитрита калия влечёт увеличение концентрации нитрит-ионов, являющихся исходным реагентом прямой реакции. Поэтому этот фактор смещает равновесие в сторону прямой реакции. А при добавлении твёрдой щелочи произойдёт уменьшение концентрации ионов H^+ , в результате чего равновесие сместится в сторону обратной реакции. Вероятно, такие затруднения вызваны формальным подходом к выполнению подобных заданий, недостаточно полным анализом условия задания и, возможно, поспешным выбором ответа.

Задания высокого уровня сложности в большинстве своём были достаточно уверенно выполнены данной группой экзаменуемых (таблица 7).

Задания 30 и 31 экзаменуемые из данной группы в большинстве своём выполнили полностью и получили максимальные

Пример 11

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

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- | | |
|--------------------------------------|---|
| А) понижение давления | 1) смещается в сторону прямой реакции |
| Б) добавление твёрдого нитрита калия | 2) смещается в сторону обратной реакции |
| В) добавление твёрдой щёлочи | 3) практически не смещается |
| Г) повышение температуры | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание	Процент выполнения			Баллы за задание (%)	
	средний	с низкими баллами	с высокими баллами	1	2
24	32,3	11,4	52,8	35	15

Таблица 7

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 61–80 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развёрнутым ответом				
		1	2	3	4	5
30	53,8	10,1	48,8			
31	52,7	10,6	47,5			
32	44,6	24,3	22,4	18,9	13,1	
33	59,6	10,6	15,8	21,6	21,5	21
34	12,9	22,4	7,5	1,8	2,2	
35	30,4	41,1	10,0	10,0		

2 балла. Также уверенно большинство экзаменуемых справилось и с заданием 33, ориентированным на проверку генетической связи органических веществ. Несколько менее успешно выполнено задание 32, проверяющее генетическую связь неорганических веществ. Но наибольшие затруднения вызвали задания 34 и 35, представляющие собой расчётные задачи. В процессе их выполнения бо льшая часть выполнивших задание смогла получить минимальный балл, т.е. они справились с записью химических уравнений в задании 34 и с проведением расчётов для вывода молекулярной формулы органического вещества в задании 35. Дальнейший ход решения оказался по силам гораздо меньшему числу экзаменуемых из данной группы.

Возможно, одним из факторов, не позволивших успешно справиться с расчётными задачами, находящими в конце варианта, является нехватка времени на их выполнение. Поэтому обратим внимание 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 по 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 раз-

рабатывать алгоритм решения в случае нестандартных формулировок заданий. В ряде случаев целесообразно прописывать в общем виде порядок нахождения физических величин без проведения промежуточных арифметических вычислений.

Группа 4 — отличная подготовка (первичный балл: 48–60; тестовый балл: 81–100)

Экзаменуемые из этой группы показали уверенное овладение всеми проверяемыми элементами содержания курса химии на всех уровнях сложности: задания части 1 экзаменационной работы выполнены ими с успешностью выше 80%. Это свидетельствует о том, что уверенное владение системой химических знаний позволяет высокобалльникам успешно комбинировать химические понятия в зависимости от условия и уровня сложности заданий. Большое значение при выполнении заданий играет высокий уровень сформированности у них универсальных учебных действий, которые предусматривают умение находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать её и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями. 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.

Примечателен сравнительно низкий результат (70%) выполнения задания 24, ориентированного на проверку таких элементов содержания, как «Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов». При описании уровня подготовки предыдущей группы экзаменуемых приведён пример одного из подобных заданий и даны комментарии по вероятным затруднениям, которые испытали выполнявшие это задание. Всё изложенное выше справедливо и в случае пробелов в подготовке этой группы экзаменуемых.

Результаты выполнения заданий высокого уровня сложности значительно отличаются по своей динамике от результатов предыдущих групп экзаменуемых. Если в группах 1 и 2 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 (таблица 8).

Результаты выполнения заданий показывают, что большая часть экзаменуемых выполнила задания с развёрнутым ответом на максимальный балл.

Отметим при этом, что задание 34 оказалось трудным для выполнения даже многим экзаменуемым 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 неизвестных величин.

Дело в том, что составление развёрнутого ответа на задания высокого уровня сложности требует от экзаменуемых глубокого анализа условий этих заданий. 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

Таблица 8

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 81–100 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развёрнутым ответом				
		1	2	3	4	5
30	87,4	5,1	84,9			
31	82,5	6,1	79,5			
32	85,5	3,5	10,1	24,3	61,3	
33	91,2	0,53	2,2	9,2	16,0	71,9
34	59,2	20,4	17,2	9,7	38,1	
35	73,8	22,9	13,0	57,5		

понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без учёта всех данных, приведённых в его условия и выбора оптимальной последовательности действий. Одновременно важным становится формирование у обучающихся умения рационально использовать время, отведённое на выполнение экзаменационной работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

Анализ статистических данных ЕГЭ по химии 2020 г. позволяет сформулировать рекомендации, направленные на совершенствование методических подходов к преподаванию курса химии, в том числе способствующие более эффективному формированию знаний и умений, необходимых для успешного выполнения заданий экзаменационных вариантов.

Одна из важных рекомендаций, актуальность которой возросла по результатам текущего года, заключается в необходимости чёткого понимания каждым учителем нормативной базы, которая определяет подходы к отбору содержания и построению КИМ. Так, в настоящее время разработка экзаменационных вариантов по химии осуществляется в соответствии Федеральным компонентом государственного стандарта основного общего и среднего (полного) общего образования по химии, базовый и профильный уровни. Именно этот документ определяет содержание КИМ и уровень требований к образовательной подготовке выпускников. Из него следует, что, кроме заданий, ориентированных на базовый уровень изучения предмета, в КИМ ЕГЭ обязательно включаются задания, предусматривающие контроль качества усвоения материала на профильном уровне. Поэтому при подготовке к ЕГЭ по химии следует также учитывать, что изучение систематического курса химии в объёме 1–2 ч ориентировано на усвоение материала именно на базовом уровне, что в наибольшей степени позволяет успешно справиться с заданиями базового уровня и некоторыми заданиями повышенного уровня сложности. Освоение материала на профильном уровне предусматривает иной диапазон учебных часов (5–7 ч в не-

делю) и/или большую самостоятельную подготовительную работу старшеклассников под руководством педагога.

Одной из важнейших функций учителя на начальном этапе подготовки является разъяснение обучающимся принципов отбора и построения КИМ. Для правильного понимания требований, предъявляемых к уровню подготовки выпускников по химии, учитель должен не только иметь чёткие представления о примерах заданий, включённых в демонстрационный вариант текущего года, но и быть знаком с содержанием кодификатора и спецификации КИМ ЕГЭ по химии, важнейшей составляющей которой является обобщённый план экзаменационного варианта (Приложение 1). Именно невнимание к содержанию данного документа является одним из основных факторов, мешающих полноценному планированию процесса подготовки к экзамену как для учителя, так и для обучающихся. Результаты ЕГЭ 2020 г. продемонстрировали проблемы в подготовке выпускников, обусловленные максимальной ориентацией многих из них лишь на элементы содержания и умения, контроль которых предусмотрен заданиями демонстрационного варианта. Показательно, что для правильного понимания назначения этого документа ежегодно в него включается следующая фраза: *«При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена (ЕГЭ) 2020 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, не охватывают всех элементов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2020 г.»*

Приведём несколько примеров из вариантов ЕГЭ 2020 г., иллюстрирующих вариативность содержания заданий, расположенных на одной позиции экзаменационного варианта. Так, например, на позиции 4, кроме видов химической связи, на которую ориентировано задание в демонстрационном варианте, могут проверяться и другие элементы содержания, указанные в обобщённом плане: *«Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения».*

4 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:

С большой вероятностью можно утверждать, что именно неготовность к проверке усвоения указанных на этой позиции элементов, в том числе в попарном сочетании, могла привести к снижению среднего результата выполнения таких заданий более чем на 10%: в 2019 г. — 59,5%; в 2020 г. — 48,1%. Данный факт свидетельствует о максимальной сосредоточенности выпускников в процессе подготовки на опре-

делённых формулировках условий задания, что приводит к неготовности вариативно использовать имеющиеся у них знания.

Другой проблемой, повлиявшей на успешность выполнения ряда заданий экзаменационных вариантов, является неготовность экзаменуемых к применению знаний и умений в обновлённой ситуации, которая может быть связана как с данными в условии задания, так и с мыслительными операциями, которые необходимо осуществить в процессе их выполнения. Так, в задании 2, проверяющем умение выявлять закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам, кроме традиционных установок на выбор элементов металлов/неметаллов, или элементов, относящихся к одной группе/периоду, в 2020 г. было включено условие выбрать *p*-элементы, сведения о которых изучаются даже на базовом уровне курса химии. Таким образом, корректировка «фильтра» в условии задания привела к снижению среднего процента примерно на 20: в 2020 г. — 60,9%; в 2019 г. — 81%. Приведём соответствующие примеры.

Демонстрационный вариант 2020 г.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

- 1) Li 2) P 3) B 4) Cu 5) N

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

2 Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде.

Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

Экзаменационный вариант 2020 г.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

- 1) Ca 2) P 3) N 4) O 5) Ti

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

2 Из указанных в ряду химических элементов выберите три *p*-элемента. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения радиуса их атомов. Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

А в задании 3, направленном на проверку усвоения понятий «валентность» и «степень окисления», в демонстрационном варианте 2020 г. было использовано следующее задание.

задания действия, предусматривающего нахождение разности (формируется ещё на этапе начальной школы) вызывает такие затруднения у выпускников 11-го класса. Следовательно, препятствием к выполне-

Демонстрационный вариант 2020 г.

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, степень окисления которых в оксидах может принимать значение +2. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Cr 2) P 3) Al 4) Be 5) S

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

Экзаменационный вариант 2020 г.

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в составе образованных ими анионов с общей формулой ЭOx^{2-} могут иметь одинаковую степень окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

При сформированном умении определять степень окисления выполнение задания с таким условием не должно вызвать существенное затруднение, но только в том случае, если отработан сам алгоритм и выполнены подготовительные действия. Так, например, целесообразно подписать рядом с предложенными в перечне элементами степени окисления, которые они могут проявлять в анионах.

Исходя из формулы аниона, можно также определить, что степень окисления элемента (Э) будет +2, +4 или +6. Однако одинаковую степень окисления будут иметь элементы, образующие соединения, в которых их степень окисления равна +6.

Определённые затруднения испытали экзаменуемые, которым в рамках задания 3 пришлось выбирать элементы, имеющие одинаковую *разность* между высшей и низшей степенями окисления. Показательно, что умение определять высшую и низшую степени окисления формируется ещё на этапе основной школы и контролируется даже в рамках ОГЭ по химии. Сложно поверить, что введение в условие

нию задания с таким условием является неготовность к восприятию и анализу текста обновлённого условия. А это возможно только в том случае, если в процессе подготовки основное внимание было сосредоточено на механическом, многократном прорешивании заданий, предусматривающих определение степеней окисления в знакомых ситуациях.

Приведённые примеры свидетельствуют о необходимости сформировать в процессе подготовки к экзамену и другие важные умения: анализировать условие задания, извлекать из него информацию, сопоставлять приведённые в условии данные. Нередко от учителей химии можно услышать, что ответственность за формирование умения работать с текстом лежит на учителях по предметам филологического и социально-гуманитарного циклов. Однако важно понимать, что специфика работы с текстами химического содержания предполагает целесообразность отработки данного умения и на уроках химии. Так, например, в текстах с химическим содержанием встречается много знаково-

символических компонентов (формул, уравнений реакций), цифровой информации (количественных данных), описания признаков протекания химических реакций и др. Владение данными умениями без организации целенаправленного процесса может привести к значительным недочётам в его результатах. Подтверждением этого являются те затруднения, с которыми сталкиваются выпускники при выполнении задания 7. Оно предусматривает проверку следующих умений: понимать смысл важнейших понятий; применять основные положения химических теорий, выявлять их взаимосвязь; характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения).

Приведём пример задания 7. Показательно, что при вычленении в ходе выполнения данного задания отдельных операций, каждая из них, как правило, не вызывает затруднений у обучающихся. При этом важнейшим этапом решения в таких заданиях становится фиксация (запись) известных данных о веществах, указанных в условии задания. Попытка прорешать его «в уме» нередко приводит

к пропуску важных данных, влияющих на правильность решения.

С аналогичной проблемой сталкиваются учащиеся при выполнении других заданий содержательного блока «Химическая реакция»: 8 (45,7%) и 9 (46,1%). Так, например, если алгоритм выполнения задания 8 за многие годы его использования уже достаточно отработан, то появившееся несколько лет назад задание 9 вызывает серьёзные трудности. Следует подчеркнуть, что оно является традиционным для курса химии и предполагает установление соответствия между исходными веществами и продуктами реакций.

Как показывает практика, наиболее оптимальным подходом к выполнению заданий данной формы является самостоятельное прогнозирование (дописывание) продуктов реакций на основе исходных веществ и только потом уже их соотнесение с предложенными в правом столбце продуктами реакций.

Для максимальной уверенности в правильности решения указанных заданий (8 и 9), направленных на проверку знания химических свойств неорганических веществ и вероятности протекания реакций между ними, прогнозирование продуктов реакций, а также задания 10, предусматривающего анализ возможности осуществления последовательных превращений, считаем целесообразным на этапе подготовки

Пример задания 7

7 Даны две пробирки с раствором вещества X. В одну из них добавили раствор вещества Y, при этом протекала реакция, которой соответствует сокращённое ионное уравнение $H^+ + OH^- = H_2O$. В другую пробирку добавили раствор хлорида магния. При этом наблюдали образование осадка.

Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) $Ba(OH)_2$
- 2) HNO_3
- 3) $Fe(OH)_2$
- 4) NH_3
- 5) H_2SO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Пример задания 9

- 9 Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктом(-ами), который(-ые) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ
А) SO_2 (изб.) и NaOH	1) Na_2SiO_3 и H_2
Б) SO_3 и NaOH (изб.)	2) Na_2SO_3 и H_2O
В) SiO_2 и NaOH (р-р)	3) NaHSO_3
Г) NaHSO_3 и NaOH	4) Na_2SO_4 и H_2O
	5) Na_2SiO_3 и H_2O
	6) NaHSO_4

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

к экзамену приучить выпускников к записи уравнений/схем химических реакций. Нередко ошибки в решениях указанных заданий обусловлены именно в игнорировании данного этапа их решения.

Аналогичные рекомендации актуальны и для подготовки к выполнению заданий 16, 17 и 18, проверяющих те же умения, но только в отношении органических веществ.

Неготовность к применению знаний в обновлённой ситуации проявилась и при выполнении задания 11, которое проверяло умение «определять/классифицировать принадлежность веществ к различным классам неорганических и органических соединений». Использование в заданиях 2020 г. структурных формул органических веществ и общих формул классов/групп органических веществ, редко используемых на уроках химии в школе, привело к растерянности экзаменуемых, и, как результат, снижению процента выполнения данного задания по сравнению с 2019 г.: 2020 г. — 52,5%; 2019 г. — 60,2%.

При подготовке к экзамену целесообразно составить таблицу, включающую сведения об общих формулах изученных классов неорганических веществ, формулу функциональных(-ой) групп(ы), опреде-

ляющих принадлежность к данному классу, включающую примеры веществ, относящихся к указанному классу, а также перечень наиболее характерных химических свойств данного класса. Приведем два примера заданий, проверяющих знания классификации органических веществ.

Как видно из второго примера, функциональных групп, выходящих за рамки школьного курса химии, в задании нет.

Но скелетные структурные формулы органических веществ могли быть восприняты как незнакомые, особенно слабо подготовленными учащимися.

Использование ионных уравнений в условии задания 24, проверяющего знания обучающихся о факторах, влияющих на состояние химического равновесия, вызвало неожиданные затруднения у экзаменуемых. при выполнении.

Но скелетные структурные формулы органических веществ могли быть восприняты как незнакомые, особенно слабо подготовленными учащимися.

Использование ионных уравнений в условии задания 24, проверяющего знания обучающихся о факторах, влияющих на состояние химического равновесия, вызвало неожиданные затруднения у экзаменуемых при выполнении.

- 11 Установите соответствие между названием вещества и общей формулой класса органических веществ, к которому это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ОБЩАЯ ФОРМУЛА
А) анилин	1) $C_nH_{2n+1}N$
Б) аланин	2) $C_nH_{2n-7}NO_2$
В) нитроэтан	3) $C_nH_{2n+1}NO_2$
	4) $C_nH_{2n-5}N$

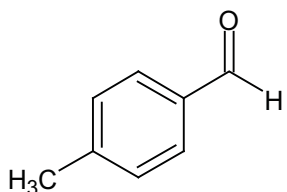
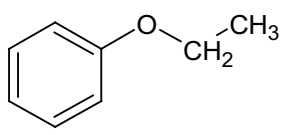
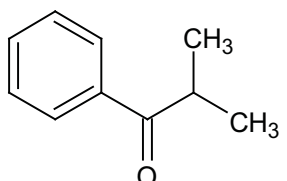
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

ИЛИ:

- 11 Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

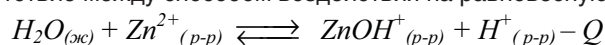
ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
<p>А)</p> 	<p>1) простые эфиры</p> <p>2) альдегиды</p> <p>3) сложные эфиры</p> <p>4) кетоны</p>
<p>Б)</p> 	
<p>В)</p> 	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 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

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- | | |
|--|--|
| <p>А) добавление кислоты
Б) повышение давления
В) добавление твёрдой щёлочи
Г) повышение температуры</p> | <p>1) смещается в сторону прямой реакции
2) смещается в сторону обратной реакции
3) практически не смещается</p> |
|--|--|

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

Особенностью приведённого выше варианта формулировки условия задания является наличие в записи уравнения реакции формул веществ в ионном, а не молекулярном виде, а также наличие в перечне факторов, влияющих на состояние химического равновесия, фактора «добавление твёрдой щёлочи». Указанные компоненты условия задания на первый взгляд могли стать причиной, которая привела к затруднениям в его решении. Однако это могло произойти только в том случае, если при подготовке к решению таких заданий были проанализированы не общие принципы смещения химического равновесия, а лишь влияние отдельных факторов на состояние химического равновесия конкретных химических реакций.

Особого внимания заслуживает подготовка к выполнению заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом. Рассмотрим подходы к выполнению заданий 30 и 31, объединённых единым контекстом в виде перечня веществ. Так, на начальном этапе решения необходимо проанализировать химические свойства (окислительно-восстановительные и кислотно-основные) каждого из приведённых в перечне веществ. В предлагаемом перечне есть вещество — типичный окислитель и вещество-восстановитель, необходимые для решения задания 30, а также вещества, вступающие в реакцию

ионного обмена, используемые в решении задания 31.

Особенностью заданий 2020 г. стало наличие дополнительных данных в условии, которые ограничивали вариативность решения этих заданий.

В заданиях 30 и 31 многие из группы слабо подготовленных экзаменуемых испытали затруднения именно на этапе выбора веществ из перечня, так как необходимо было не только исходить из их общих свойств, но и учитывать дополнительные факторы: состав или класс/группу вещества, к которому оно принадлежит; признак протекания реакции. В определённой степени мог сказаться и недостаточный опыт экзаменуемых в проведении практических работ, которые планировались в конце учебного года, т.е. на завершающем этапе подготовки к экзамену.

Среди основных ошибок, встречающихся в ответах выпускников на задание 30 можно назвать следующие: неверный выбор вещества-окислителя и вещества-восстановителя; неверное определение продуктов окислительно-восстановительных реакций, например, по причине не учёта силы окислителя/восстановителя или среды, в которой проводится реакция, а также несовпадение продуктов с указанными в условии задания признаками протекания реакций. Встречаются недочёты и в записи электронного баланса: так, для многих выпускников не существует разницы

в форме записи степени окисления и заряда иона, указание вещества-окислителя и вещества-восстановителя не даёт чёткого понимания, к какому веществу это относится, отсутствует число, уравнивающее число отданных и принятых электронов.

Наиболее типичными ошибками при выполнении задания 31 также является неверный выбор реагентов для составления реакции ионного обмена. Это проявляется в выборе веществ, не соответствующих условию задания по классификационным признакам, или в выборе веществ, взаимодействие которых сопровождается неправильным (с точки зрения условия) признаком реакции, составлением уравнения реакции с участием простого вещества или оксида. Ещё одной ошибкой, при наличии которой второй элемент решения считается невыполненным, является отсутствие коэффициентов в полном ионном уравнении или кратные коэффициенты в сокращённом ионном уравнении и др.

Наибольшие трудности у выпускников не первый год вызывает задание 34 — комбинированная расчётная задача. В соответствии с обобщённым планом экзаменационного варианта в данной задаче могут быть использованы различные виды расчётов по формулам и уравнениям реакциям. Каждый из них по отдельности отрабатывается при изучении школьного курса химии, даже на базовом уровне. А знакомство с тремя-четырьмя формулами, которые используются при их решении, происходит ещё на этапе основной школы. Как показывает практика, выполнение по отдельности каждого типа расчётов, как правило, не вызывает затруднений у хорошо подготовленных школьников, особенно у тех, которые имеют достаточные знания по математике. Трудность в таких задачах вызывает необходимость использования сформированных химических знаний и умений в виде различных комбинаций.

Анализ условий заданий, использованных в разные годы проведения экзамена, позволяет утверждать, что их химическая составляющая не выходит за рамки курса химии, изучаемого даже на базовом уровне. Запись уравнений реакций, а также расчёты, которые выполняются на основе приведённых в условии задания данных и хорошо знакомых формул, отражающих

взаимосвязь физических величин, являются основанием для получения 1–2 баллов за это задание. Дальнейшие действия предполагают глубокое погружение в описание процессов и действий, изложенных в условии задания. Именно по этой причине выполнить правильно 3-й и 4-й элементы ответа удаётся, как правило, наиболее подготовленным обучающимся. В ряде случаев большую помощь в решении расчётных задач оказывает визуализация процессов, отражённых в условии задания.

В 2020 г. особые затруднения были вызваны включением в некоторые задания данных о мольном соотношении химических элементов, находящихся в реакционной смеси и вступающих в химические реакции.

Следует заметить, что каждый год в формулировках заданий линии 34 появляются новые компоненты в условии, которые в большинстве заданий касаются химической составляющей процесса или проводимых экспериментальных операций. Формулировки заданий этого года также имели различные особенности, однако некоторые из них в большей степени подходили к отработанным на подготовительном этапе шаблонам. Действие, которое необходимо было осуществить в заданиях с вышеназванной содержательной особенностью условия, предполагало выход за рамки отработанных ранее шаблонов. Показательно, что аналогичное действие, базирующееся на учёте мольных соотношений элементов, при решении задания 35 не вызвало у экзаменуемых столь серьёзных сложностей. Важно также подчеркнуть, что данный элемент условия задания не является в задаче 34 основным проверяемым элементом содержания, а его использование в решении позволяет лишь определить искомые количества реагирующих веществ.

При подготовке к экзамену следует учесть, что задания линии 34 не предполагают единообразного алгоритма решения. Это достигается регулярным обновлением условий этих заданий в результате включения в их условия новых нюансов. Так, в предыдущие годы были предложены модели заданий, в которых говорилось о процессе разделения смеси на две части, или электролизе растворов, или о различном

порядке протекания реакций с веществами, входящими в смесь, и др. Каждое из них на первых порах вызывает у учеников трудности, но преимущественно у тех из них, кто пытается механически перенести отработанные ранее алгоритмы на новые задачи. Как только условие, а за ним и алгоритм решения становятся известными и понятными, задача решается без особых проблем. Именно такой эффект наблюдался с решением задач линии 34 досрочного периода, которые многим показались существенно проще, чем задания основного периода. Не вызывает сомнений, что если бы задача с мольными соотношениями элементов была бы включена в демонстрационный вариант или открытые варианты досрочного периода, то также можно было бы говорить о её невысоком уровне сложности, однако в адрес других задач, вошедших в экзаменационные варианты, звучали бы упреки об их излишне высоком уровне сложности.

Расширение многообразия расчётных заданий 34 планируется продолжить в дальнейшей работе над экзаменационными вариантами. При этом некоторые из ранее использованных задач могут быть включены в варианты и в дальнейшем. В связи с этим в процессе подготовки обучающихся к экзамену важно не фокусировать их внимание на отдельных составляющих задачи или отрабатывать ранее шаблоны решения ранее использовавшихся заданий, а обучить старшеклассников умению разрабатывать индивидуальный алгоритм для конкретной задачи с учётом всех данных, приведённых в её условии.

Не менее значимым при подготовке к экзамену является и усиление системности и систематичности в изучении материала. Это может быть достигнуто в результате постепенного накопления и последовательного усложнения изученного материала, познания общих закономерностей и принципов взаимодействия веществ. Для реализации указанных принципов необходимо периодически

проводить закрепление уже изученных сведений, которое, например, может сопровождаться составлением обобщающих таблиц и решением заданий, выходящих за рамки ЕГЭ. Принципиальным моментом, определяющим эффективность указанного процесса, является максимальная степень вовлечённости обучающихся в эту деятельность, а также высокий уровень самостоятельности в отработке материала.

Ещё одним условием, влияющим на успешную подготовку к экзамену, является реализация индивидуального подхода в работе с учеником, планирующим сдавать ЕГЭ. Для этого может быть использован график, который отражает порядок прохождения тем и результаты усвоения изученного материала, в том числе и выполнения заданий. Важнейшим фактором, определяющим успешную сдачу экзамена, является также формирование универсальных учебных действий, а также умения мыслить нестандартно при решении заданий.

Повышение внимания к вышеназванным аспектам позволит снизить потери баллов экзаменуемыми при выполнении заданий ЕГЭ по химии.

На протяжении последних четырёх лет в структуру и содержание КИМ ЕГЭ не были внесены какие-либо принципиальные изменения. Не планируется это делать и в 2021 г.

Некоторые уточнения будут внесены в формулировки заданий 19 и 20. В них планируется внести изменения в требования к записи ответа: если ранее было известно, что правильных ответов два, то в 2021 г. необходимо будет выбрать все правильные ответы.

С учётом высоких процентов выполнения заданий 10 и 18, а также по причине низкой дифференцирующей способности второго балла за их выполнение, в 2021 г. планируется изменить шкалу оценивания этих заданий: они будут оцениваться максимально 1 баллом.

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

**Демидова
Марина Юрьевна**

доктор педагогических наук, руководитель центра педагогических измерений ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике,
demidova@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по физике, основные результаты ЕГЭ по физике в 2020 г, анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по блокам умений, анализ результатов по группам учебной подготовки

Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 24 задания с кратким ответом. Из них 13 заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, 11 заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. Часть 2 содержала 8 заданий (2 задания с кратким ответом и 6 заданий с развёрнутым ответом), объединённых общим видом деятельности — решение задач.

В экзаменационной работе контролировались элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики: механика, молекулярная физика, электродинамика и основы СТО, квантовая физика. Каждый вариант экзаменационной работы включал в себя задания, проверяющие освоение контролируемых элементов содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагаются задания разных уровней сложности. Наиболее важные с точки зрения продолжения образования в высших учебных заведениях содержательные элементы контролируются в одном и том же варианте заданиями разных уровней сложности. Различные планы, по которым конструировались экзаменационные варианты, строились по принципу содержательного дополнения так, что в целом все серии вариантов обеспечивают диагностику освоения всех включённых в кодификатор содержательных элементов.

В экзаменационной работе были представлены задания разных уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Задания базового уровня, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов, а также знаний о свойствах космических объектов, были включены в часть 1 работы. Задания повышенного уровня были распределены между частями 1 и 2 экзаменационной работы. Эти задания были направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. 4 задания части 2 являлись заданиями высокого уровня сложности и проверяли умение использовать законы и теории физики в изменённой или новой ситуации.

Выполнение заданий базового уровня сложности позволяло оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов курса физики средней школы и овладение наиболее важными видами деятельности. 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 уровня 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 по всем разделам различного уровня сложности, позволяющие 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.

На выполнение всей экзаменационной работы отводилось 235 минут.

Содержание КИМ ЕГЭ по физике в 2020 г. оставлено без изменений, но изменена форма представления двух линий

заданий. Расчётная задача по механике или молекулярной физике, которая ранее была представлена в части 2 в виде задания с кратким ответом, в 2020 г. предлагалась для развёрнутого решения, её выполнение оценивалось максимально в 2 балла. Таким образом, количество заданий с развёрнутым ответом увеличилось с 5 до 6. Для задания 24, проверяющего освоение элементов астрофизики, вместо выбора двух верных ответов предлагался выбор всех верных ответов. Максимальный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы увеличился на 1 балл и составил 53 балла.

Число участников основного периода ЕГЭ по физике в 2020 г. составило 140 837 человек, среди которых более 95% выпускников текущего года. В течение последних лет наблюдается снижение численности участников экзамена: 142 607 человек в 2019 г., 153 928 человек в 2018 г.

Средний балл ЕГЭ по физике 2020 г. составил 54,51 балла и не изменился по сравнению с прошлым годом (в 2019 г. — 54,18 балла). На рис. 1 представлено распределение результатов участников ЕГЭ по физике по первичным баллам.

Минимальный балл ЕГЭ по физике в 2020 г., как и в 2019 г., составил 36 тестовых баллов, что соответствует 11 первичным баллам. Доля участников экзамена, не преодолевших минимального балла, в 2020 г. составила 5,57%, что немного ниже

Распределение результатов участников ЕГЭ-2020 по физике по первичным баллам (максимальный балл – 53)



Рис. 1

Таблица 1

Раздел курса физики	Средний % выполнения по группам заданий
Механика	58,8
МКТ и термодинамика	54,4
Электродинамика	48,1
Квантовая физика	55,4

показателя прошлого года (в 2019 г. — 6,49%).

Максимальный тестовый балл в 2020 г. набрали 309 участников экзамена, что составляет 0,22% от общего числа участников экзамена. Этот показатель в процентном отношении ниже показателя предыдущего года, но сопоставим с результатами 2018 г.

В 2020 г. доля участников экзамена, набравших 81–100 баллов, составила 8,54%, что полностью совпадает с результатами 2019 г.¹

Приведём общие результаты выполнения экзаменационной работы по трём направлениям: для групп заданий по разным тематическим разделам; для групп заданий, проверяющих сформированность различных способов действий; для групп заданий различного уровня сложности.

В таблице 1 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

Как видно из таблицы, результаты выполнения заданий по электродинамике несколько ниже, чем по остальным разделам. Традиционно наиболее высокий средний процент выполнения демонстрируется для заданий по механике. По квантовой физике в текущем году отсутствовали задачи

с развёрнутым ответом (задание по квантовой физике стояло на позиции 26), поэтому результаты по данному разделу выше, чем в прошлом году.

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 при применении законов и формул в типовых учебных ситуациях. Небольшое увеличение результатов для анализа и объяснения явлений и процессов наблюдается преимущественно за счёт группы заданий на анализ изменения физических величин в различных процессах. Результаты по группе заданий на проверку методологических умений в этом году достигли максимального значения за последние три года. Негативной тенденцией стало снижение результатов за блок решения задач. Несмотря на перенос одной из задач повышенного уровня из формы с кратким ответом в форму с развёрнутым ответом, средний процент выполнения как качественных, так и расчётных задач оказался ниже, чем в прошлом году. Таким образом, стабильность средних результатов обеспечивалась

Таблица 2

Способы действий	Средний % выполнения по группам заданий	
	2019 г.	2020 г.
Применение законов и формул в типовых учебных ситуациях	67,5	67,7
Анализ и объяснение явлений и процессов	60,3	62,1
Методологические умения	61,2	70,9
Решение задач	25,8	20,7

¹ Демидова М.Ю. Методические рекомендации, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года // Педагогические измерения. — 2019. — № 4. — С. 86–108.

Таблица 3

Группы заданий различного уровня сложности	Средний % выполнения	Средний % выполнения для групп с различным уровнем подготовки			
		Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Базового уровня	65,6	20,7	58,9	88,2	96,1
Повышенного уровня	44,3	16,9	34,3	68,5	79,1
Высокого уровня	13,2	0,03	2,7	27,4	78,2

преимущественно ростом качества освоения материала, проверяемого заданиями базового уровня сложности.

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 немного снизились результаты выполнения заданий высокого уровня сложности при повышении результатов для заданий базового уровня. При этом существенно увеличилась дифференциация в выполнении заданий для групп с различным уровнем подготовки. Группы 1 и 2 демонстрируют практически те же средние проценты выполнения групп заданий базового уровня сложности и некоторое снижение для групп заданий повышенного и высокого уровней сложности. Группы 3 и 4 показали существенный прирост в результатах выполнения групп заданий, особенно это касается высокобалльников, для которых отмечен значительный прирост в решении задач высокого уровня сложности.

На рис. 2 приведена диаграмма средних процентов выполнения по каждой линии заданий для экзаменационной работы 2020 г.

Исходя из общепринятых норм, содержательный элемент или умение считаются усвоенными, 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 требующие 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, закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил, закон сохранения механической энергии, потенциальная энергия пружины, кинетическая энергия, закон сохранения импульса, давление твердого тела, длина волны, зависимость средней кинетической энергии теплового

Средний процент выполнения по линиям заданий

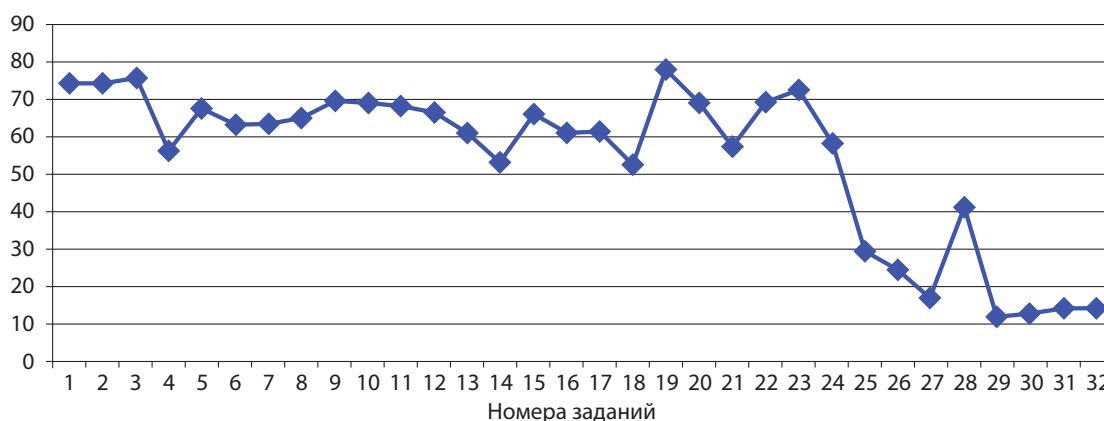


Рис. 2

движения молекул от температуры, уравнение состояния идеального газа, работа газа, КПД тепловой машины, относительная влажность воздуха, количество теплоты, формула для мощности тока, закон отражения света, магнитный поток, энергия магнитного поля катушки с током, ЭДС самоиндукции, закон радиоактивного распада (определение периода полураспада по графику);

- устанавливать соответствие физических величин, характеризующих процессы, и формул, по которым их можно рассчитать: равноускоренное движение тела; движение тела под углом к горизонту; параметры газа в изопроцессах; формулы, характеризующие работу теплового двигателя; ток в цепях постоянного тока с последовательным и параллельным соединением проводников;

- интерпретировать графики, отражающие зависимость физических величин, характеризующих равномерное и равноускоренное движение тела, свободное падение тела, изопроцессы в идеальном газе, изменение агрегатных состояний вещества, электромагнитные колебания в колебательном контуре; определять по графику зависимости скорости от времени путь, пройденный телом, ускорение по графику зависимости проекции скорости от времени;

- определять направление вектора напряжённости суммарного поля нескольких точечных зарядов, силы Ампера, силы Лоренца, а также состав атома, атомного ядра и массовое и зарядовое числа ядер в ядерных реакциях;

- анализировать изменения характера физических величин для следующих процессов и явлений: движение тела, брошенного горизонтально; колебания пружинного маятника; движение спутников; изменение параметров газов в изопроцессе; преломление света; изображение в собирающей линзе; изменение параметров цепи постоянного тока; движение заряженной частицы в магнитном поле; изменение параметров колебательного контура; радиоактивный распад;

- проводить комплексный анализ физических процессов: движение под действием силы трения (графики зависимости силы трения и работы силы трения

от времени); движение тела, брошенного под углом к горизонту; равномерное и равноускоренное движение, представленное в виде графика зависимости координаты от времени; движение тела по окружности; колебания математического маятника (данные таблицы); установление теплового равновесия в газах; изопроцессы в идеальном газе, представленные при помощи графика; изменение агрегатных состояний вещества; изменение параметров, характеризующих электрическое поле в конденсаторе при изменении его геометрических размеров; зависимость мощности и силы тока в спирали лампы накаливания от температуры; возникновение индукционного тока в катушке при изменении тока в другой катушке (с использованием схемы электрической цепи и графика изменения тока от времени); действие силы Ампера на проводник с током; возникновение ЭДС индукции в движущемся проводнике;

- записывать показания измерительных приборов (динамометра, термометра, амперметра, вольтметра) с учётом погрешности измерений, выбирать недостающее оборудование для проведения косвенных измерений и экспериментальную установку для проведения исследования;

- характеризовать свойства космических объектов (планет Солнечной системы, спутников планет, звёзд) с использованием табличных данных и диаграммы Герцшпрунга — Рессела.

К дефицитам можно отнести группы заданий, которые контролировали умения:

- определять значение физической величины с использованием изученных законов и формул в типовой учебной ситуации: уравнение гармонических колебаний, удельная теплота парообразования (данные с графика), основное уравнение МКТ, совместное использование закона Кулона и закона сохранения заряда, закон Ома для участка цепи (расчёт цепей постоянного тока), энергия электромагнитных колебаний в колебательном контуре;

- определять направление суммарного вектора магнитной индукции двух проводников с током, число нераспавшихся ядер радиоактивного изотопа по заданному периоду полураспада;

- анализировать изменения характера физических величин для следующих процессов и явлений: плавание тел, явление фотоэффекта, излучение света атомом;

- устанавливать соответствие физических величин, характеризующих процессы, и формул, по которым их можно рассчитать, для абсолютно неупругого удара двух тел, для торможения автомобиля;

- проводить комплексный анализ физических процессов: изотермическое сжатие (расширение) водяного пара;

- 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 КИМ ЕГЭ 2020 г. было включено 12 заданий базового уровня с кратким ответом в виде числа, которые проверяли понимание основных законов и формул курса физики средней школы. Как видно из приведённого выше перечня проверяемых элементов содержания, большинство из этих элементов освоено на уровне применения в стандартных ситуациях.

Традиционно наиболее высокие результаты продемонстрированы для заданий по механике. Здесь для заданий на расчёт величин по формулам в этом году все группы заданий выполнялись с результатами выше 60%. Однако по молекулярной физике и электродинамике несколько групп заданий показали результаты немного ниже уровня освоения. Рассмотрим примеры этих заданий.

Пример 1

Цилиндрический сосуд разделён неподвижной перегородкой на две части. В одной части сосуда находится гелий, в другой — неон. Концентрации газов одинаковы. Средние кинетические энергии теплового движения молекул газов равны. Определите отношение давления гелия к давлению неона.

Ответ: _____1_____.

В этом задании 45% участников экзамена записали верный ответ «1». Более половины не смогли провести простую цепочку рассуждений: поскольку $p = nkT$, то отношение давления гелия к давлению неона равно отношению их концентраций и абсолютных температур. Концентрации газов одинаковы, средние кинетические энергии теплового движения молекул одинаковы, значит, и температуры также одинаковы ($E = \frac{3}{2}kT$). Следовательно, отношение давлений равно 1.

Пример 2

При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул аргона уменьшилась в 4 раза. Какова конечная температура аргона?

Ответ: _____200_____ К.

С этим заданием справились 43% выпускников. Затруднение, судя по веру ответов, было связано с математическими сложностями и невнимательным чтением условия. Зная формулу связи средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, участники экзамена записывали в ответ начальную температуру вместо конечной или не обращали внимание на то, что температура уменьшилась на 600 К, а не была изначально равна этой величине.

В электродинамике затруднения вызвали две серии заданий на применение закона Кулона.

Пример 3

С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 60 см друг от друга? Заряд каждого шарика равен 10^{-8} Кл.

Ответ: _____2,5_____ мкН.

Средний результат выполнения этого задания — 47%. Затруднения были связаны с математическими расчётами: выпускники не справились с преобразованием степеней и представлением результата в микронытонах.

Пример 4

Два одинаковых маленьких металлических заряженных шарика с зарядами $+3q$ и $-q$ находятся на большом расстоянии r друг от друга. Их соединяют тонкой проволокой, а затем проволоку убирают. Во сколько раз уменьшается по модулю сила электростатического взаимодействия шариков?

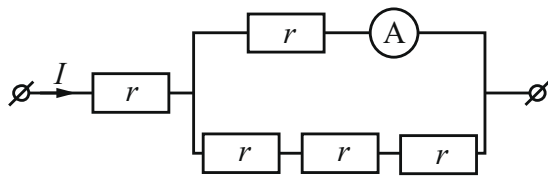
Ответ: в _____ 3 _____ раз(а).

В этом задании участники экзамена затруднились в применении закона сохранения заряда. Лишь 43% выпускников смогли определить, что после взаимодействия оба шарика приобретут заряд $+q$.

Как и в прошлые годы, сложными оказываются задания на применение закона Ома для участка цепи в электрических цепях со смешанным соединением проводников. Ниже приведён пример задания, с которым справился 41% участников экзамена.

Пример 5

По участку электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 4$ А. Какую силу тока показывает амперметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ 3 _____ А.

Результат выполнения этого задания составил 41%. При этом оно имеет очень большой разброс результатов для групп выпускников с различным уровнем подготовки. Если высокобалльники не испытывают никаких трудностей (средний процент выполнения для группы — 97), то даже для группы со средним уровнем подготовки оказываются сложными запись равенства отношения сил токов в параллельных ветвях обратному отношению общих сопротивлений ветвей и расчёт одного из токов.

Наиболее сложными среди заданий базового уровня с кратким ответом в виде числа стали задания на определение отно-

шению значений энергий в колебательного контура (см. пример 6).

Пример 6

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$, а во второй — к катушке с индуктивностью $L_2 = 4L$. В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение значений полной энергии колебаний $\frac{W_2}{W_1}$?

Ответ: _____.

В этой группе заданий предлагалось определить отношение полных энергий, максимальных энергий электрического поля конденсаторов или максимальных энергий магнитного поля катушек с током. Никаких расчётов в заданиях не требуется. Необходимо понять, что полная энергия колебаний определяется начальной энергией электрического поля заряженного конденсатора. Поскольку она остаётся неизменной для двух случаев, то и отношение энергий будет равно 1. При изменении индуктивности катушки будет изменяться период колебаний в контуре, а не их энергия.

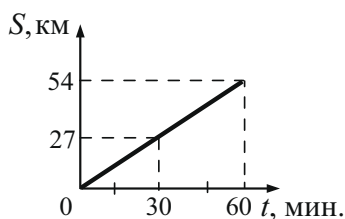
Отдельно остановимся на заданиях с использованием графиков, которые встречались как в заданиях с кратким ответом в виде числа, содержащих необходимую информацию для расчётов, так и в заданиях на соответствие, где требовалось только распознать вид графика для указанной зависимости.

В механике результаты ниже ожидаемых продемонстрированы для заданий на определение относительной скорости и на вычисление пройденного пути по графику зависимости проекции скорости от времени. Примеры таких заданий приведены ниже.

Пример 7

Из населённого пункта одновременно в одном направлении выезжают грузовой автомобиль и бульдозер и движутся по дороге с постоянными скоростями. На графике показана зависимость расстояния между грузовиком и бульдозером от времени. Скорость грузовика

равна 25 м/с, а скорость бульдозера меньше. С какой скоростью движется бульдозер?



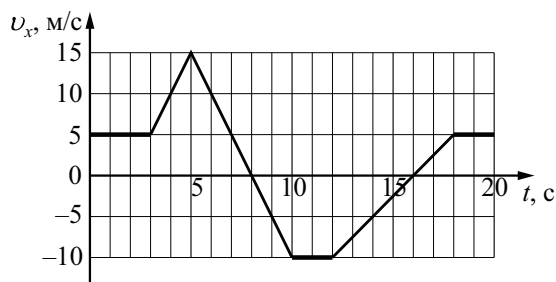
Ответ: _____ 10 _____ м/с.

48% участников экзамена смогли верно определить скорость движения грузовика относительно бульдозера ($54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с}$) и, соответственно, скорость бульдозера. Большинство допустили ошибку в расчёте скорости бульдозера через относительную скорость, не обратив внимания на движение объектов в одном направлении. Таким образом, основная трудность оказалась не в определении скорости по графику, а в умении определять относительную скорость движения объектов в заданной системе отсчёта.

Пример 8

На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .

Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 5 до 10 с.



Ответ: _____ 32,5 _____ м.

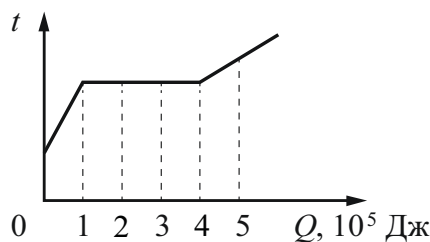
В этих заданиях лишь четверть участников экзамена смогла верно определить путь для участка, на котором скорость меняет своё направление. Задание предполагает графический способ решения, но при этом путь рассчитывается для двух участков отдельно (от 5 до 7 с и от 7 до 10 с). Основная часть выпускников предложила ответ 62,5 м, подсчитав площадь треугольника со сторонами 25 и 5. Судя

по вееру ответов к другим аналогичным заданиям, геометрический способ расчёта пути по графику зависимости проекции скорости от времени выпускниками освоен, но необходимо обратить внимание на работу с отрицательными проекциями скоростей и определение пути на таких участках.

В молекулярной физике проблемными оказались задания на расчёт удельной теплоты плавления и удельной теплоты парообразования веществ по графикам зависимости температуры веществ по мере их нагревания (см. пример 9).

Пример 9

На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Масса вещества — 0,4 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ 750 _____ кДж/кг.

С этим заданием справились лишь 39% участников экзамена. Принимались ответы и 750 кДж/кг, и 750 000 Дж/кг. Основная проблема была не в переводе единиц измерения, а в работе с графиком — определении количества теплоты, необходимого для кипения вещества. Этот факт подтверждается тем, что задания без графиков на расчёт удельной теплоты парообразования по заданным значениям количества теплоты и массы выполняются примерно 70% участников экзамена.

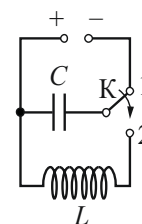
В разделе «Электродинамика» затруднения зафиксированы для заданий на соответствие, в которых необходимо распознать графики, отображающие изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре (см. пример 10).

Пример 10

Конденсатор идеального 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 колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре).

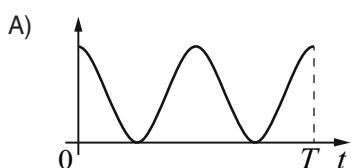
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

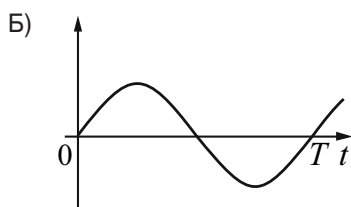


ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) сила тока в катушке
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) заряд левой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора



В этом задании 57% участников верно определили, что график (Б) отображает зависимость силы тока в катушке от времени. Но лишь 26% смогли верно распознать график для энергии электрического поля конденсатора, т.е. не только определить, что график с периодом, в 2 раза меньшим периода колебаний в контуре, соответствует изменению энергии, но и по начальным условиям (максимальное значение в начальный момент времени) соотносить с максимальным зарядом конденсатора в момент $t = 0$, а следовательно, и с энергией электрического поля конденсатора. В других заданиях этой группы также основную трудность вызывают графики для энергии (либо электрического поля конденсатора, либо для магнитного поля катушки с током).

Применение законов и формул в стандартных ситуациях в КИМ по физике проверяют и задания на соответствие, среди которых встречались группы на соответствие физических величин и формул, по которым их можно рассчитать. В этом году такие задания предлагались по механике. Как правило, в них

рассматривалась стандартная ситуация движения объекта и предлагалось вывести формулы для определения двух величин, описывающих указанное движение. Средний процент выполнения таких заданий составил 45.

В этом задании (пример 11) с записью второго закона Ньютона и определением ускорения (ответ 3) справились 53% участников. А вот получить из закона сохранения энергии формулу для расчёта тормозного пути автомобиля удалось лишь 35% выпускников.

К сожалению, традиционно ниже ожидаемого выполнены задания на применение постулатов Бора с использованием диаграммы энергетических уровней атома. Средний процент выполнения этой серии заданий составил 47 (пример 12).

В этом задании 59% участников верно указали переход 3 для излучения кванта с наименьшей энергией. Ошибка, как правило, допускается в дистракторах, для которых энергия кванта характеризуется через длину волны: выпускники хорошо различают на диаграмме излучение и поглощение света, но затрудняются

Пример 11

Автомобиль массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v совершает торможение до полной остановки. При торможении автомобиля колёса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ .

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) модуль ускорения автомобиля	1) μmg
Б) тормозной путь автомобиля	2) $\frac{v^2}{2\mu g}$
	3) μg
	4) $\frac{v}{\mu g}$

применять формулу для энергии фотона: $E = \frac{hc}{\lambda}$. Так, в примере 11 второй верный ответ (переход 1) смогли указать 34% участников.

Задания линии 13 оценивали умение определять направление векторных величин: вектора напряжённости электрического поля, вектора магнитной индукции тока, силы Ампера и силы Лоренца. В среднем результат выполнения этой линии заданий (62%) соответствует показателям прошлого года. Наиболее высокие результаты получены для заданий на определение направления силы ампера, действующей

на сторону рамки с током в магнитном поле. Затруднения вызвала серия заданий на определение направления суммарного вектора магнитной индукции для двух прямолинейных токов (см. пример 13).

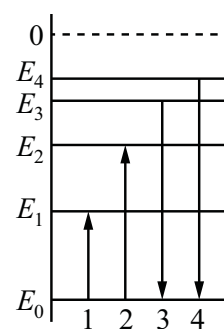
В этом задании верный ответ указали 48% выпускников. Здесь два тока, текущих в одном направлении, создают в точке А вектора магнитной индукции противоположных направлений. Очевидно, значительная часть выпускников забыла, что, кроме направления, у вектора магнитной индукции есть ещё и величина, которая зависит от силы тока в проводнике. Следовательно, суммарный вектор магнитной ин-

Пример 12

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением кванта света наибольшей длины волны и излучением кванта света с наименьшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, обозначающими энергетические переходы атома.

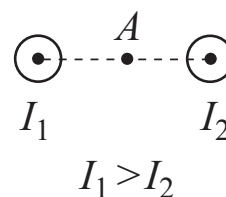
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ
А) поглощение кванта света наибольшей длины волны	1) 1
Б) излучение кванта света с наименьшей энергией	2) 2
	3) 3
	4) 4

Пример 13

На рисунке показаны сечения двух параллельных прямых длинных проводников и направления токов в них. Сила тока I_1 в первом проводнике больше, чем сила тока I_2 во втором. Куда направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции созданного проводниками магнитного поля в точке А, расположенной на равном расстоянии от проводников? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ вверх _____.

дукции направлен по вектору магнитной индукции большего тока.

Анализ и объяснение явлений и процессов

Умение анализировать и объяснять протекание различных физических явлений и процессов проверялось в экзаменационной работе заданиями на соответствие (изменение величин) и на множественный выбор (двух верных утверждений из пяти предложенных). В каждом варианте предлагалось по 3 задания на определение характера изменения физических величин в различных процессах: по механике, электродинамике, молекулярной или квантовой физике. Средний процент выполнения этих заданий составил 62, что вполне соотносится с базовым уровнем сложности этих заданий. Не достигнут уровень освоения для трёх групп заданий: на плавание тел (40%), движение заряженной частицы в магнитном поле (41%) и явление фотоэффекта (42%). Приведём примеры таких заданий (пример 14, 15).

По сравнению с предыдущими циклами ЕГЭ значительно увеличилось число выпускников, понимающих, что при пла-

вании тела сила Архимеда в случае переноса тела из воды в керосин не изменится, так как равна силе тяжести, действующей на тело (63%). Но при этом лишь 17% участников смогли указать на неизменность массы вытесненной жидкости, понимая, что сила Архимеда равна весу вытесненной жидкости.

В этой группе заданий, как правило, проблемы связаны с определением периода обращения частицы в магнитном поле. Так, в задании из приведённого выше примера 58% участников верно записали второй закон Ньютона и силу Лоренца и определили уменьшение радиуса орбиты частицы. Но только 34% смогли вспомнить, что период обращения частицы в магнитном поле не зависит от её скорости (или вывести соответствующее соотношение).

Задания на множественный выбор по механике, молекулярной физике и электродинамике относились к повышенному уровню сложности. Следует отметить, что результаты их выполнения в этом году в целом повысились. Лишь для двух групп заданий средний процент выполнения оказался ниже 50. Приведём пример такого задания (пример 16).

Пример 14

На поверхности пресной воды плотностью $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ плавает деревянный брусок. Как изменятся масса вытесненной бруском жидкости и действующая на него сила Архимеда, если этот брусок будет плавать на поверхности керосина плотностью $\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса вытесненной бруском жидкости	Сила Архимеда

Пример 15

Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при уменьшении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты частицы	Период обращения частицы

В этом задании один верный ответ указали 78% экзаменуемых, а полностью верный ответ 34 смогли записать лишь 13%. Судя по вееру ответов, участники экзамена не смогли правильно интерпретировать ход графика. На участке $a \rightarrow b$ насыщенный водяной пар нагревают, при этом капля воды испаряется, а масса пара и, следовательно, его внутренняя энергия увеличиваются. На участке $b \rightarrow c$ пар ненасыщенный, он изотермически расширяется в соответствии с законом Бойля — Мариотта, его внутренняя энергия остаётся неизменной.

В 2020 г. в заданиях линии 24 использовалась новая для КИМ по физике форма заданий: выбор всех верных ответов из пяти предложенных утверждений. В заданиях было либо два, либо три верных ответа. При этом для получения 1 балла допускалась не только ошибка в одном из элементов ответа, но и запись одного неверного ответа дополнительно к верному.

Средний процент выполнения заданий линии 24 оказался равен 58, что ниже показателей прошлого года (67%), но вполне

ожидаемо с учётом изменения формы ответа на задание. Наиболее успешно участники экзамена справлялись с анализом данных по диаграмме Герцшпрунга — Рассела, а также характеристик звёзд и планет Солнечной системы. Трудности вызвала группа заданий с использованием таблицы с данными о спутниках планет (см. пример 17).

В этом задании верными являются утверждения 1, 4 и 5. 1 балл по результатам выполнения задания получили 52% участников, а 2 балла, указав все три верных ответа, — лишь 12% выпускников. Большинство участников экзамена справилось с переводом а.е.в км и указало первый ответ как верный. Кроме того, и сравнение «вытянутости» орбит астероидов с использованием данных об эксцентриситете практически не вызвало затруднений. К сожалению, к числу часто выбираемых ответов относились 2 и 3. Несмотря на то что в них используются числовые значения, никаких расчётов для оценки неверности этих ответов проводить не нужно. Достаточно знать, что 11 км/с — это

Пример 16

В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре провели процесс $a \rightarrow b \rightarrow c$, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения относительно проведённого процесса.

- 1) В точке c водяной пар является насыщенным.
- 2) На участке $b \rightarrow c$ внутренняя энергия пара уменьшается.
- 3) На участке $a \rightarrow b$ внутренняя энергия капли уменьшается.
- 4) На участке $a \rightarrow b$ к веществу в сосуде подводится положительное количество теплоты.
- 5) На участке $b \rightarrow c$ масса пара уменьшается.

Пример 17

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых астероидов Солнечной системы.

Название астероида	Примерный радиус астероида, км	Большая полуось орбиты, а.е.	Период обращения вокруг Солнца, земных лет	Эксцентриситет орбиты e^*	Масса, кг
Веста	265	2,37	3,63	0,091	$3,0 \cdot 10^{20}$
Эвномия	136	2,65	4,30	0,185	$8,3 \cdot 10^{18}$
Церера	466	2,78	4,60	0,077	$8,7 \cdot 10^{20}$
Паллада	261	2,78	4,61	0,235	$3,2 \cdot 10^{20}$
Юнона	123	2,68	4,36	0,256	$2,8 \cdot 10^{19}$
Геба	100	2,42	3,76	0,202	$1,4 \cdot 10^{19}$
Аквитания	54	2,79	4,53	0,238	$1,1 \cdot 10^{18}$

* Эксцентриситет орбиты определяется по формуле $e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$, где b — малая полуось, a — большая полуось орбиты. $e = 0$ — окружность; $0 < e < 1$ — эллипс.

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам астероидов.

- 1) Большая полуось орбиты астероида Эвномия составляет примерно 397,5 млн км.
- 2) Вторая космическая скорость для астероида Веста составляет больше 11 км/с.
- 3) Средняя плотность астероида Аквитания составляет 700 кг/м³.
- 4) Орбита астероида Геба находится между орбитами Марса и Юпитера.
- 5) Астероид Юнона вращается по более вытянутой орбите, чем астероид Церера.

вторая космическая скорость для Земли, а для астероида радиусом около 300 км она должна быть на порядок меньше. То же самое относится и к данным о плотности. Здесь достаточно понимания, что плотность каменных астероидов не может быть меньше плотности воды и сопоставима с плотностью древесины.

Методологические умения

Каждый вариант содержал 2 задания базового уровня сложности, которые были направлены на оценку методологических умений. Задание 22 проверяло умение записывать показания измерительных приборов с учётом заданной погрешности измерений. Средний процент выполнения этой линии заданий составил 69, что выше показателей прошлого года и сопоставимо с предыдущими годами. Наиболее сложным оказалось задание на снятие показаний термометра,

в котором предлагалось дополнительно перевести показания из градусов Цельсия в шкалу Кельвина.

Задание 23 проверяло умение выбирать оборудование для проведения опыта. Задания на выбор экспериментальных установок, которые представлены в виде схематичных рисунков, выполнялись с более высоким результатом (79%), чем задания на выбор строк таблицы, описывающих параметры оборудования (62%). Наиболее сложным оказалось задание на выбор оборудования из предложенного списка, в котором предлагался нетипичный способ измерения плотности жидкости (см. пример 18).

В этом задании необходимо было сообразить, что определить плотность бензина в данном случае можно, измерив объём стального цилиндра и силу Архимеда, действующую на него в бензине. Такой способ измерения нашли и верно выбрали оборудование лишь 41% участников экзамена.

Пример 18

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность бензина. Для этого школьник взял стакан с бензином и динамометр. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) термометр
- 2) стальной цилиндр с крючком
- 3) калориметр
- 4) пружина
- 5) мензурка

Решение задач

В каждом экзаменационном варианте предлагалось по 8 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. Практически во всех сериях вариантов на позиции 26 стояла задача по квантовой физике либо на применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта (средний процент выполнения — 31), либо на применение формулы для мощности поглощённого излучения (средний процент выполнения — 27). Среди задач по молекулярной физике (средний процент выполнения — 20) самой сложной оказалась задача на расчёт КПД тепловой машины. Задачи по электродинамике (ЭДС в движущемся проводнике, расчёт силы Ампера и сравнение амплитуд токов или напряжений при колебаниях в колебательном контуре) показали результат несколько выше — 34%.

На позиции 28 впервые в этом году расчётная задача повышенного уровня сложности предлагалась с развёрнутым ответом. Средний процент выполнения по всей линии составил 41,4. Наиболее успешно выполнялись задания на неупругое столкновение (46%), на расчёт силы натяжения нити для тела, висящего на нити в жидкости (58%), на подъём тела при помощи массивного рычага (47%). Ниже ожидаемого выполнены задачи по молекулярной физике по калориметрии и на расчёт КПД теплового двигателя. Ниже приведён пример одной из таких задач.

Пример 19

В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру -40°C , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

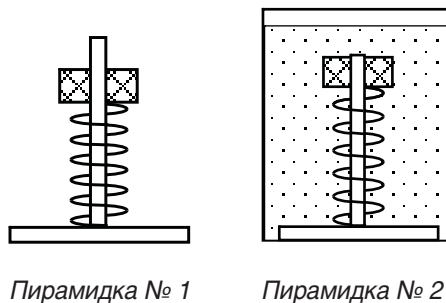
Средний процент выполнения этого задания — 17. При этом полностью верно решили задачу и получили 2 балла 13%, а ещё 7% смогли записать обязательные уравнения для нагревания (остывания) тел и плавления (кристаллизации) льда, но допустили ошибку, неверно определив конечную температуру и интерпретировали происходящие процессы: количество теплоты, необходимое для нагревания льда до 0°C , равно количеству теплоты, выделяющемуся при кристаллизации 20% воды.

В этом году в целом снизились результаты выполнения качественных задач, средний процент выполнения по всем типам задач составил 17 (в 2019 г. — 27). Наиболее успешно выполнялись задания на перестроение графиков изо процессов (например, построение графика зависимости давления от объёма по заданному графику зависимости внутренней энергии от объёма). Примерно на том же уровне, что и в прошлые периоды, выполнены задачи на объяснение процессов в цепях постоянного тока, содержащих конденсатор, и на движение заряженной пылинки в электрическом поле плоского конденсатора. Наиболее сложными оказались задания по механике. Приведём пример одного из таких заданий (пример 20).

Практически все приступившие к решению этой задачи смогли верно указать силы, действующие на кольца до момента падения. Пока пирамидки покоились относительно Земли, пружина пирамидки № 1 под весом кольца была сжата, а пружина пирамидки № 2 была растянута так, чтобы сила упругости и сила тяжести, действующие на деревянное кольцо, компенсировали силу Архимеда, равную по модулю весу вытесненной воды. Типичной ошибкой здесь было неверное указание соотношения сил для второй пружины. Очевидно, участники экзамена не смогли

Пример 20

Два деревянных кольца детских пирамидок № 1 и № 2, способных без трения скользить по оси, соединили с основаниями двумя одинаковыми лёгкими пружинками (см. рисунок). Пирамидку № 2 поместили в прочный сосуд с водой, прикрепив основание к его дну. Обе пирамидки покоятся относительно Земли. Как изменится по сравнению с этим случаем (увеличится, уменьшится или останется прежней) длина пружин пирамидок № 1 и № 2 во время свободного падения с балкона высокого дома? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



Пирамидка № 1

Пирамидка № 2

понять, что на деревянное кольцо в воде действует сила Архимеда, существенно **бóльшая** силы тяжести, и пружина будет растянута.

А вот рассуждения о том, что происходит при свободном падении, смогли привести лишь около 10% выпускников. При свободном падении тело испытывает состояние невесомости, невесомы стали и кольцо, и вода. Сила Архимеда стала равна нулю. При равном нулю весе всех предметов обе пружины перестали быть деформированными: первоначально сжатая пружина № 1 увеличила свою длину, а растянутая пружина № 2 её сократила.

Средний процент выполнения заданий высокого уровня сложности составил в этом году 13,2. При этом результаты решения задач по разным разделам примерно одинаковы: механика — 12%; молекулярная физика — 13%; электродинамика — 14%.

Среди заданий по механике наибольшие трудности вызвали задачи по статике (см. пример 21).

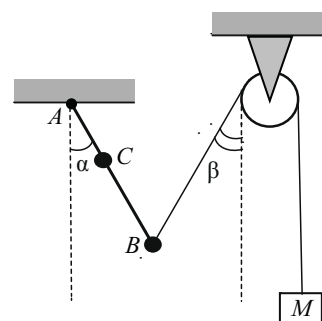
При выполнении рисунка основной проблемой стало определение направления силы, действующей на стержень

со стороны шарнира: большое число выпускников направляло эту силу вдоль стрелки (при проверке было принято решение не учитывать эту ошибку, поскольку на дальнейший ход решения это не влияло). Однако стоит обратить внимание на этот момент в процессе обучения. Необходимость записи условий равновесия (равенства нулю суммы внешних сил, действующих на тело, и моментов внешних сил относительно выбранной оси вращения) осознавалась всеми экзаменуемыми, приступившими к решению задачи. Однако полностью справиться со всеми этапами решения удалось лишь 10% участников. Ещё 12% смогли записать основные уравнения, но допустили ошибки математического характера, неверно указав плечи сил и не справившись с преобразованиями.

Среди заданий по молекулярной физике можно отметить серию задач о кипении жидкостей под лёгким поршнем (см. пример 22). Несмотря на то что аналогичная задача была опубликована на сайте ФИПИ в период подготовки к экзамену, результаты выполнения этих заданий оказались существенно ниже ожидаемого.

Пример 21

Невесомый стержень AB с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 100$ г подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии, если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня AB . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень.



Пример 22

В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80^\circ C$. При сообщении бензолу количества теплоты Q часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу A . Удельная теплота парообразования бензола Дж/кг, его молярная масса $M =$ кг/моль. Какая часть подведённого к бензолу количества теплоты переходит в работу? Объёмом жидкого бензола пренебречь.

Здесь средний процент выполнения задания оказался равным 9,5. Привести полное верное решение, определив работу пара при изобарном процессе из уравнения Клапейрона — Менделеева $A = \frac{\Delta mRT}{M}$ и количество теплоты, необходимое для испарения бензола, $Q = \Delta mL$, смогли лишь 6% участников экзамена. Ещё 13% лишь частично справились с записью основных уравнений. При этом основной сложностью было понимание того, что количество теплоты как произведение массы на удельную теплоту парообразования включает в себя и изменение внутренней энергии, и работу, совершаемую паром.

Для заданий по электродинамике в зависимости от сюжета следует отметить очень большой разброс в результатах выполнения: определение величины индукции магнитного поля, пронизывающего виток, по которому протекает электрический заряд, — 22%; изменение энергии конденсатора при изменении его геометрических размеров — 18%; определение заряда, образующегося на конденсаторе, соединённом с проволочным кольцом, при изменении магнитного поля через кольцо, — 16%; определение результирующей силы Ампера, действующей на рамку с током в магнитном поле, — 11%; расчёт расстояния между заряженными неподвижными бусинками на непроводящем стержне — 9%; расчёт количества теплоты, выделяющегося в резисторе при разрядке конденсатора, — 8%.

На позиции 32 предлагались задачи по геометрической оптике, средний процент выполнения которых оказался равен 16. Как правило, все задачи требовали построения изображения в собирающей линзе и применение формулы линзы. Если

анализировать рисунки выпускников, то можно отметить, что недостаточно внимания уделяется построению изображений с использованием побочной оптической оси (многочисленные случаи, когда для построения изображения источника, лежащего на главной оптической оси, тестируемые достраивают на нём стрелку предмета и пользуются привычными лучами через оптический центр и через фокус).

Наиболее сложной с точки зрения построения и понимания условия оказалась задача, приведённая ниже.

Пример 23

Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $L = 1$ м друг от друга. Линза находится между ними. Расстояние от линзы до одного из источников $x = 20$ см. Изображения обоих источников получились в одной точке. Найдите оптическую силу линзы. Постройте на отдельных рисунках изображения двух источников в линзе, указав ход лучей.

Анализируя условие задачи, необходимо было понять, что изображение обоих источников в одной точке может получиться только в том случае, если они располагаются по разные стороны линзы и изображение одного из источников является мнимым (и, следовательно, источник находится между линзой и фокусом). С решением этой задачи полностью справились лишь 7% тестируемых, хотя ещё 16% участников успешно смогли построить изображения и записать верно формулу линзы хотя бы для одного из источников.

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 (36 тестовых баллов). Все тестируемые, не достигшие минимальной границы, выделяются 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 3: от 61 до 80 баллов. В этом диапазоне баллов необходимо показать устойчивое выполнение заданий повышенного

уровня сложности. Для группы 4 (высокобалльников: от 81 до 100 баллов) характерно наличие системных знаний и овладение комплексными умениями.

На рисунке 3 представлена диаграмма, демонстрирующая распределение по группам подготовки в 2020 г.

На рисунке 4 показаны результаты выполнения заданий с кратким и развёрнутым ответами участниками экзамена с различным уровнем подготовки.

Участники из группы 1 по уровню подготовки получили по итогам выполнения экзаменационной работы от 0 до 10 первичных баллов. Средний процент выполнения заданий базового уровня составил для этой группы 20,7. Данная группа участников экзамена не продемонстрировала освоение каких-либо элементов содержания и овладение какими-либо проверяемыми умениями. Можно отметить лишь более успешное по сравнению с другими выполнение заданий по механике на проверку наиболее важных законов и формул. Ниже приведён пример задания, с которым справились 45% выпускников из данной группы.

Пример 24

В инерциальной системе отсчёта сила, модуль которой равен 100 Н, сообщает некоторому телу ускорение 10 м/с^2 . Каков модуль силы, которая сообщит этому телу ускорение 7 м/с^2 в этой системе отсчёта?

К группе 2 относятся участники экзамена, получившие от 11 до 31 первичных балла. Результаты выполнения группы заданий базового уровня составили в среднем 58,9%, для заданий повышенного уровня этот показатель — 34,3%. Таким образом, данная группа демонстрирует освоение содержания курса физики средней школы на базовом уровне сложности, кроме расчёта давления твёрдых тел, расчёта электрических цепей постоянного тока, применения закона Кулона совместно с законом сохранения энергии, распознавания графиков изменения величин при электромагнитных колебаниях в колебательном контуре, анализа изменения физических величин при фотоэффекте. Результаты решения расчётных задач повышенного уровня сложности составляют в среднем 18%. Ниже приведён пример задания, с которым справляются выпускники данной группы (пример 25).

Для группы 3 (от 32 до 42 первичных баллов) характерно освоение содержания курса физики как на базовом, так и на повышенном уровнях сложности. Средний процент выполнения заданий базового уровня составляет 88,2, повышенного уровня — 68,5, высокого уровня — 27,4.

От предыдущей группы эту группу отличает успешное выполнение заданий базового уровня на расчёт давления твёрдых

Распределение участников ЕГЭ по физике по уровням подготовки

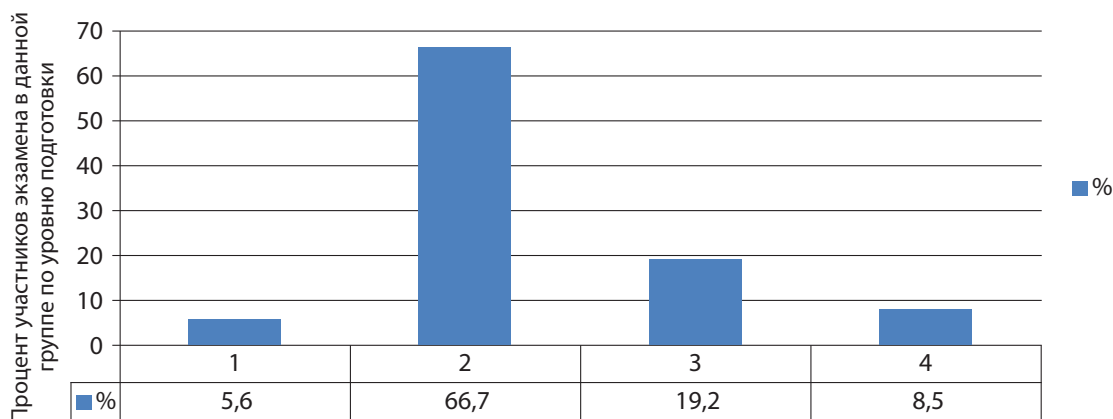
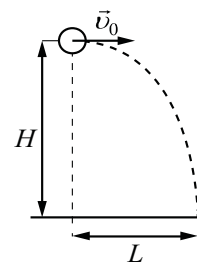


Рис. 3.

Пример 25

Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью \vec{v}_0 , до падения на землю пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдёт с дальностью полёта и ускорением шарика, если в этой же постановке опыта уменьшить начальную скорость шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.



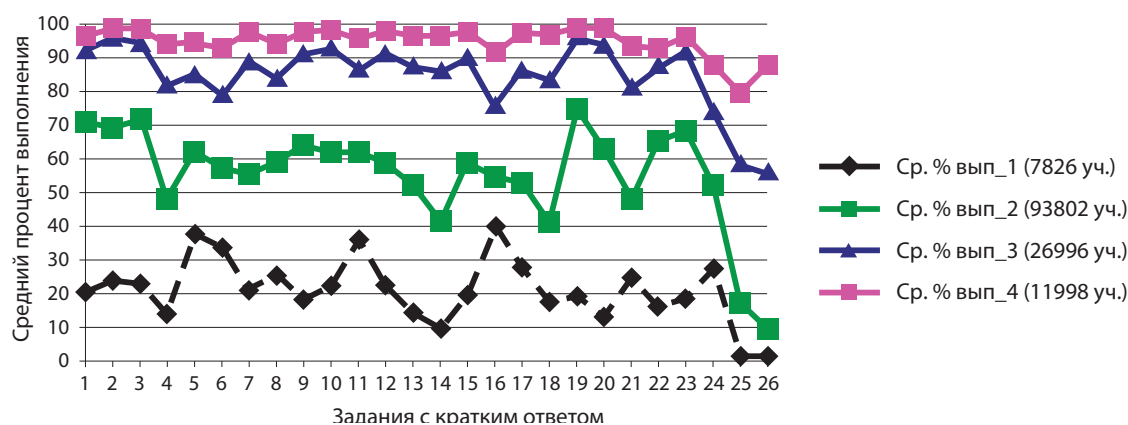
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полёта шарика	Ускорение шарика

Средний процент выполнения заданий с кратким ответом участниками с различным уровнем подготовки



Средний процент выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками с различным уровнем подготовки

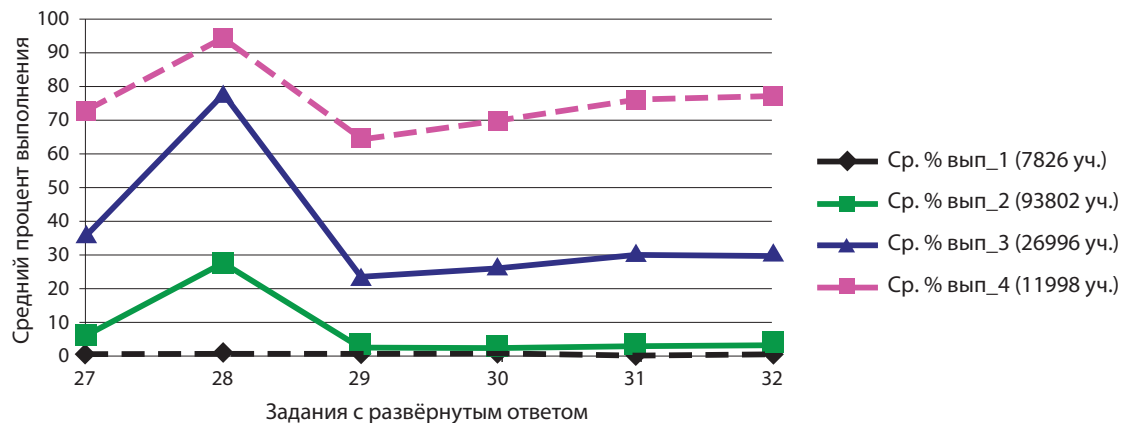


Рис. 4.

тел, расчёт электрических цепей постоянного тока, применение закона Кулона совместно с законом сохранения энергии, распознавание графиков изменения величин при электромагнитных колебаниях в колебательном контуре, анализ изменения физических величин при фотоэффекте.

По сравнению с прошлым годом повысились результаты решения качественных задач, стабильные результаты демонстрируются для расчётных задач повышенного уровня.

Данная группа не освоила решение расчётных задач высокого уровня сложности, демонстрируя попытки записи отдельных законов и уравнений, необходимых для решения таких задач. Ниже приведён пример задания, с которым справляется данная группа выпускников (пример 26).

Пример 26

Герметичный теплоизолированный сосуд разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две равные части. В первую часть сосуда поместили некоторое количество аргона при температуре 328 К, а во вторую — такое же количество аргона при температуре 15°C.

Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите **два** утверждения, которые верно отражают изменения, происходящие с аргоном при переходе к тепловому равновесию.

- 1) Внутренняя энергия газа в первой части сосуда увеличилась.
- 2) Температура газа во второй части сосуда повысилась.
- 3) При теплообмене газ в первой части сосуда отдавал теплоту, а газ во второй части сосуда её получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температура газов в обеих частях сосуда стала одинаковой и равной 25 °С.
- 5) В результате теплообмена газ в первой части сосуда совершил положительную работу.

Высокобалльники получили по результатам выполнения экзаменационной работы от 43 до 52 первичных баллов. Данная группа демонстрирует освоение всех

элементов содержания и всех проверяемых способов действий. Средний процент выполнения заданий базового уровня составляет 96,1, повышенного уровня — 79,1, высокого уровня — 78,2. Ниже приведён пример задачи высокого уровня сложности, с которой успешно справились 85% тестируемых из данной группы.

Пример 27

В комнате при 20°C относительная влажность воздуха составляет 40%. В состоянии покоя через лёгкие человека проходит 5 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34°C и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при 20°C равно 2,34 кПа, а при 34°C — 5,32 кПа. Какое количество воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что выдыхаемый воздух имеет такой же объём, какой проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате не изменяется.

Дополнительно к предыдущей группе освоены умения решать различные качественные задачи, выстраивая доказательное объяснение с опорой на изученные законы и свойства физических явлений, решать расчётные задачи высокого уровня сложности по всем разделам школьного курса физики.

Представленный выше анализ результатов выполнения заданий КИМ ЕГЭ по физике показывает проблемные зоны как по отдельным элементам содержания, так и по группам проверяемых умений. Подробный разбор содержания заданий и типичных ошибок, допускаемых выпускниками, позволит учителям при планировании учебного процесса принять меры по минимизации выявленных проблем, совершенствуя дидактические материалы, выбирая приёмы работы с обучающимися, оптимальные для их уровня подготовки, и т.д.

Остановимся на двух аспектах, касающихся планируемого в ближайшем будущем перехода экзаменационной модели ЕГЭ по физике на требования ФГОС СОО и, соответственно, требующих изменений в методике обучения соответствующим видам деятельности.

Первое направление касается расчётных задач высокого уровня сложности и,

соответственно, относится к совершенствованию приёмов обучения решению задач обучающихся, по уровню подготовки относящихся к группам 3 и 4. Это введение в требования к полному верному ответу к таким задачам обоснования возможности использования законов (планируется поэтапное введение для части задач). Известно, что в настоящее время при решении расчётных задач КИМ ЕГЭ никаких комментариев, обосновывающих использование указанных в решении законов и формул для ситуации данной конкретной задачи, не требуется. Достаточным считается запись системы уравнений, включающих законы и формулы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом. При этом все указания, необходимые для выбора конкретной модели, предлагаются в задаче (пренебречь такими-то процессами, считать такие-то объекты идеальными и т.д.).

В перспективе указания на выбор модели в текст задания включаться не будут и обучающимся самостоятельно придётся показать, какие условия должны выполняться для того, чтобы можно было использовать предложенные законы и формулы для решения данной задачи. Приведём пример.

Пример 28

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на 0,5 МДж. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Какие законы Вы использовали для описания разрыва снаряда? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

В обосновании решения необходимо указать, что для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является сила тяжести которая не равна нулю.

Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт большой внутренней силы взрыва. По сравнению с этой большой силой конечная сила тяжести пренебрежимо мала. Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь также изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в процессе разрыва.

Второе направление — изменение подходов к оценке методологических умений экзаменационных материалах. В требованиях ФГОС СОО по физике сделан серьёзный акцент на освоение методологических умений: овладение теоретическими знаниями о методах научного познания, знакомство с ролью фундаментальных физических опытов в развитии физики и, главное, овладение умениями самостоятельного проведения измерений и опытов². К сожалению, включение экспериментов на реальном оборудовании в КИМ ЕГЭ пока невозможно в силу технологических сложностей, поэтому освоение методологических умений пока проверяется только заданиями базового уровня, предполагающими использование простейших приёмов: снятие показания шкальных приборов и выбор параметров установки по заданной гипотезе опыта. Но одним из направлений развития оценочных материалов становится усиление методологической составляющей. В рамках учебного процесса необходимо уже сейчас ориентироваться на изменение требований к проведению лабораторных работ и обеспечить формирование всего спектра экспериментальных умений, предполагаемых в рамках углублённого курса физики средней школы: выбор оборудования и измерительных приборов с учётом цели опыта; выбор измерительных приборов с учётом предполагаемых диапазонов измерения величин и достижения максимально возможной точности измерений; планирование хода исследований с учётом минимизации

² Демидова М.Ю. Современные подходы к оценке качества естественнонаучного образования в международных и национальных исследованиях // Методический ежегодник химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова: Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества. — Т. 14. 2018. — С. 14–41.

случайных погрешностей; проведение серии измерений с определением средних значений; запись прямых измерений с учётом абсолютной погрешности, сравнение полученных значений с учётом абсолютных погрешностей, определение относительной погрешности прямых измерений; построение графиков зависимости исследуемых величин с учётом абсолютных погрешностей измерений; расчёт относительной и абсолютной погрешностей косвенных измерений; интерпретация результатов проведённых измерений.

Полноценная реализация требований стандарта к формированию экспериментальных умений возможна лишь при выполнении обучающимися всего спектра практических работ. Форма их проведения может быть различна: классические лабораторные работы при изучении темы и проведение итогового практикума; специальные еженедельные занятия, выделенные для выполнения только лабораторных работ; проведение серии лабораторных работ в конце изучения темы в виде закрепления материала и т.д. При этом целесообразно шире использовать работы по изучению зависимостей физических величин, заменяя ими традиционные работы, которые по этим же темам предполагают лишь проведение косвенных измерений (например, исследование зависимости напряжения на полюсах источника от силы тока в электрической цепи, а не косвенное измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока).

В современном кабинете физике базой для проведения ученических практических работ становятся цифровые лаборатории. Цифровые технологии в практических работах (цифровые датчики для регистрации физических величин и использование смартфонов или планшетов для расчётов и оформления результатов опытов) не только существенно повышают их привлекательность для современного старшеклассника, но и позволяют перейти на новый качественный уровень проведения измерений. Использование цифровых лабораторий позволяет упростить процесс измерений, повысить их точность и во многих случаях сделать школьный физический эксперимент количественным, а именно перевести

многие опыты по наблюдению явлений в количественные эксперименты с автоматическим построением графиков исследуемых зависимостей, например: с высокой точностью измерить мгновенную скорость тела, движущегося неравномерно; исследовать изменение температуры с течением времени в процессе установления теплового равновесия; наблюдать в динамике процесс электромагнитной индукции, возникновение и изменение индукционного тока³.

Использование цифровых лабораторий требует формирования дополнительных умений по работе с датчиками: понимание основных принципов их действия; определения погрешностей измерений с использованием приёмов, существенно отличающихся от приёмов работы с аналоговыми приборами; интерпретации графических или цифровых данных программы измерения. Кроме того, необходимым становится и формирование дополнительных цифровых компетенций: работа со специализированными программами, понимание работы программы аппроксимации графических зависимостей и т.д.⁴

Следует отметить, что качество реализации практической части курса физики влияет не только на выполнение заданий, проверяющих методологические умения. В КИМ ЕГЭ многие задания на соответствие и большинство заданий на множественный выбор (интегрированный анализ физических процессов) построены на базе различных опытов и требуют умений интерпретировать результаты исследований и делать выводы, адекватные полученным данным. В настоящее время в экзаменационных материалах используются преимущественно идеализированные опыты, в которых результаты чётко соответствуют изученным на уроках моделям. Но в ближайшей перспективе планируется широкое введение в этих заданиях данных реальных экспериментов

³ Гиголо А.И., Поваляев О.А. Возможности оценки экспериментальных умений по физике с использованием цифровых технологий / А.И. Гиголо, О.А. Поваляев // Педагогические измерения. — 2020. — № 2. — С. 102–108.

⁴ Бражников М.А. Анализ возможностей включения цифровых компетенций в предметные результаты обучения по физике / М.А. Бражников // Педагогические измерения. — 2020. — № 2. — С. 109–117.

(например, потребуется проанализировать графики свободного падения тела в атмосфере с учётом силы сопротивления воздуха, в то время как сейчас используются графики (или табличные данные), полностью соответствующие уравнениям свободного падения без учёта торможения в атмосфере). Понятно, что для выполнения таких заданий обучающиеся должны иметь хорошую базу, полученную в процессе проведения лабораторных работ.

Ежегодно по результатам ЕГЭ фиксируются проблемы слабой группы выпускников, связанные с уровнем математической подготовки. Здесь необходимо обратить внимание на понимание функциональных зависимостей, понимание смысла производной функции и вычислительные навыки. В первом случае это понимание для каждой физической закономерности вида функциональной зависимости и физического смысла коэффициентов (например: заряд конденсатора прямо пропорционален напряжению между его обкладками, ёмкость же зависит только от геометрических размеров конденсатора). Во втором случае это понимание геометрического смысла производной и использование его при анализе графических зависимостей, а также определение производных при расчётах величин в колебательных процессах. Что касается вычислительных навыков, то здесь прежде всего речь идёт о решении задач, об использовании кратных и должных единиц и проведении расчётов с использованием стандартного вида числа. В условиях жёсткого дефицита времени сложно уделять специальное внимание организации вычислительной работы на уроках. Для слабо подготовленных обучающихся можно использовать инженерные калькуляторы, которые в настоящее время обладают большими возможностями для проведения самых разных расчётов, позволяют вводить числа в естественном виде, использовать степени, рассчитывать различные функции и т.п. Использование таких калькуляторов при решении задач

позволит минимизировать потери времени на расчёты и высвободит его на осмысленные физические процессы и полученные результаты.

Ещё одна проблема выпускников, относящихся к группам 1 и 2 по уровню подготовки, — недостаточно прочные теоретические знания. Анализ выполнения заданий по всем темам курса физики для этих групп показывает, что зачастую частные законы и формулы усвоены лучше важнейших фундаментальных законов и постулатов, а заучивание формул идёт без осмысления сущности физических процессов. Можно предположить, что в силу нехватки времени переход к решению задач происходит практически сразу после изучения теоретического материала без полноценной проверки его понимания и усвоения.

Здесь можно порекомендовать либо увеличить долю индивидуальных устных ответов обучающихся на уроках при проверке домашних заданий, либо систематически включать вопросы, проверяющие освоение теоретического материала, в контрольные работы. Следует иметь в виду, что если при первичном закреплении такие вопросы могут базироваться на простом описании одного или нескольких из изученных элементов содержания (т.е. на пересказе материала учебника), то в контрольной работе такие вопросы должны иметь характер рассуждения, а также требовать обобщения, сравнения, выводов, доказательства и т.п. Можно включать в проверочные и контрольные работы специальные задания на проверку теоретических знаний (например, на выбор верных утверждений из числа предложенных). Такие задания не используются в ЕГЭ, но есть в материалах ВПР-11. Эти приёмы позволят добиться более прочных теоретических знаний, что позволит обучающимся лучше понимать особенности протекания физических процессов, выстраивать иерархию физических законов и скажется на результатах выполнения экзаменационных заданий.

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 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 2020 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки.

Контрольными измерительными материалами (КИМ) экзаменационной работы охватывается 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.

На ЕГЭ по информатике в 2020 г. использовалась та же экзаменационная модель контрольных измерительных материалов, что и в прошлом году.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 27 заданий, которыми охватываются следующие содержательные разделы курса информатики:

- информация и её кодирование;
- моделирование и компьютерный эксперимент;
- системы счисления;
- логика и алгоритмы;
- элементы теории алгоритмов;
- программирование;
- архитектура компьютеров и компьютерных сетей;
- 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 компонентом государственных образовательных стандартов среднего (полного) общего образования:

- 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, знанием основных конструкций программирования, умением анализировать алгоритмы с использованием таблиц;

- 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; понятия о базах данных и средствах доступа к ним, умений работать с ними;

- для профильного 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; систематизацию знаний, относящихся к математическим объектам информатики; умение строить математические объекты информатики, в том числе логические формулы;

- сформированность знаний базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей;

- владение основными сведениями о базах данных, их структуре.

В части 1 собраны задания с кратким ответом в виде числа или последовательности символов. Часть 1 содержит 23 задания, из которых 12 заданий базового уровня, 10 повышенного уровня и 1 высокого уровня сложности.

Часть 2 содержит 4 задания, первое из которых повышенного уровня сложности, остальные 3 задания высокого уровня сложности. Задания этой части подразумевают запись развёрнутого ответа в произвольной форме. Они направлены на проверку сформированности важнейших умений записи и анализа алгоритмов, предусмотренных образовательным стандартом. Последнее задание работы на высоком уровне сложности проверяет умения по теме «Технология программирования».

Задания части 2 являются наиболее трудоёмкими, но зато позволяют экзаменуемому в полной мере проявить свою индивидуальность и приобретённые в процессе обучения умения.

Верное выполнение каждого задания части 1 оценивается 1 первичным баллом. Ответы на задания части 1 автоматически обрабатываются после сканирования бланков ответов. Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение заданий этой части, — 23.

Выполнение заданий части 2 оценивается от 0 до 4 первичных баллов. Ответы на задания части 2 проверяются и оцениваются экспертами, которыми устанавливается соответствие ответов определённому перечню критериев, приведённых в инструкции по оцениванию, являющейся составной частью КИМ.

Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение заданий части 2, — 12.

Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение всех заданий экзаменационной работы, — 35.

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, составляет 40 тестовых баллов по 100-балльной шкале, что соответствует 6 первичным баллам.

В 2020 г. в экзамене приняли участие 84 599 человек, что продолжает тенденцию ежегодного роста числа сдающих ЕГЭ

по информатике (в 2019 г. экзамен сдавали 80 056 человек, в 2018 г. — 71 704 человек). Это соответствует тренду на развитие цифрового сектора экономики в нашей стране.

В 2020 г. по сравнению с 2019 г. на 2% сократилась доля участников, набравших наивысшие баллы (81–100 т.б.), при одновременном увеличении на 2% числа участников набравших 61–80 баллов. Таким образом, суммарная доля участников, набравших значимые для конкурсного поступления в учреждения высшего образования баллы (61–100 т.б.), практически не изменилась, что коррелирует с постоянством среднего тестового балла, который снизился незначительно (на 0,7%) по сравнению с прошлым годом. Некоторое снижение доли высокобалльников (81–100 т.б.) объясняется обновлением сюжета задания 23 высокого уровня сложности.

Рассмотрим результаты выполнения экзаменационной работы для групп заданий по разным тематическим блокам. В таблице 1 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по укрупнённым разделам школьного курса информатики.

Средний процент выполнения заданий по всей работе — 58,1 (в 2019 г. — 57,2).

Как и в предыдущие годы, наиболее низкие результаты участники экзамена продемонстрировали по разделам «Основы алгебры логики» и «Алгоритмизация и программирование», «Кодирование информации и измерение её количества».

В Приложении приведён обобщённый план экзаменационной работы 2020 г. с указанием средних процентов выполнения по каждой линии заданий. Исходя из значений нижних границ процентов

выполнения заданий различных уровней сложности (60% для базового, 40% для повышенного и 20% для высокого), можно говорить об успешном освоении следующих знаний и умений:

- знание о позиционных системах счисления и двоичном представлении информации в памяти компьютера;
- умение строить таблицы истинности и логические схемы;
- умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы);
- знание о файловой системе организации данных или о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных; формальное исполнение алгоритма, записанного на естественном языке, или умение создавать линейный алгоритм для формального исполнителя с ограниченным набором команд;
- умение кодировать и декодировать информацию;
- знание технологии обработки информации в электронных таблицах и методов визуализации данных с помощью диаграмм и графиков;
- знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания;
- умение исполнить алгоритм для конкретного исполнителя с фиксированным набором команд;
- умение прочесть фрагмент программы на языке программирования и исправить допущенные ошибки;
- умение написать короткую (10–15 строк) простую программу на языке программирования;

Таблица 1

Раздел курса	Средний процент выполнения по группам заданий
Кодирование информации и измерение её количества	50,7
Информационное моделирование	71,3
Системы счисления	62,7
Основы алгебры логики	49,8
Алгоритмизация и программирование	45,7
Основы информационно-коммуникационных технологий	68,1

- знание о методах измерения количества информации;
- умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации;
- умение построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию.

У участников ЕГЭ 2020 г. возникли затруднения при выполнении заданий, контролируемых следующие знания и умения:

- умение подсчитывать информационный объём сообщения;
- знание базовых принципов адресации в компьютерной сети;
- умение исполнить рекурсивный алгоритм;
- умение анализировать алгоритмы и программы;
- знание основных понятий и законов математической логики;
- умение строить и преобразовывать логические выражения;
- умение создавать собственные программы для решения задач средней сложности.

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 участников возникают проблемы. Приведём примеры таких заданий.

Пример 1. Задание, проверяющее умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации. Процент выполнения — 49.

- 9 Автоматическая камера производит растровые изображения размером 600×500 пикселей. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Объём файла с изображением не может превышать 240 Кбайт без учёта размера заголовка файла. Какое максимальное количество цветов можно использовать в палитре?

Ответ: 64.

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 Кбайте (Мбайте).

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

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

Пример 2. Задание, проверяющее знание о методах измерения количества информации. Процент выполнения — 21.

- 10 Сколько существует десятичных шестизначных чисел, в которых все цифры различны и никакие две чётные или две нечётные цифры не стоят рядом?

Ответ: 6480.

Скорее всего причина низкого процента выполнения этого задания заключается в новизне его сюжета, а также в необходимости аккуратного и вдумчивого выполнения задания, несмотря на его кажущуюся простоту.

Основная содержательная ошибка при выполнении такого типа заданий базового уровня — неспособность построить верную последовательность рекурсивных вызовов. Фактически это задание на проверку умения исполнить алгоритм с простым ветвлением и вызовом элементарной функции, записанный на языке высокого уровня (пример 3).

Таким образом, типичными недостатками в образовательной подготовке участ-

Пример 3. Задание, проверяющее умение исполнить рекурсивный алгоритм. 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); 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.

ников ЕГЭ по информатике в 2020 г., как и в прошлые годы, влекущими низкий средний процент выполнения отдельных заданий базового уровня сложности, являются пробелы в базовых знаниях курса информатики, наиболее значимыми из которых являются алфавитный подход к измерению информации и кодирование информации словами фиксированной длины над некоторым алфавитом.

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 40 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 6–16 первичных баллов, что соответствует диапазону 40–60 тестовых баллов, 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, в котором тем не менее есть существенные пробелы.

К группе 3 относятся участники, набравшие 17–27 первичных баллов (61–80 тестовых). 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 (28–35 первичных баллов, 81–100 тестовых) демонстрирует высокий уровень подготовки. Это наиболее подготовленная группа участников ЕГЭ, системно и глубоко освоивших содержание курса информатики. Эта группа эк-

заменяемых уверенно справляется с заданиями базового и повышенного уровней сложности и большей частью заданий высокого уровня сложности, демонстрируют аналитические навыки в выполнении заданий, в которых от участника экзамена требуется действовать в новых для него ситуациях.

На рис. 1 представлена диаграмма, демонстрирующая распределение участников по группам подготовки в 2020 г. (в %).

На рис. 2 показаны результаты выполнения заданий всеми участниками экзамена.

На рис. 3 показаны результаты выполнения заданий участниками экзамена с различным уровнем подготовки.

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, например, они демонстрируют умения: устанавливать соответствие между информацией, представленной в виде таблицы и в виде графа (задание 3 КИМ, средний процент выполнения в группе 1 — 58,8); извлекать информацию из простой двухтабличной реляционной базы данных (задание 4, средний процент выполнения в группе 1 — 50,7); сравнивать числа, представленные в двоичной, восьмеричной или шестнадцатеричной системах счисления (задание 1, средний процент

Распределение участников по группам подготовки

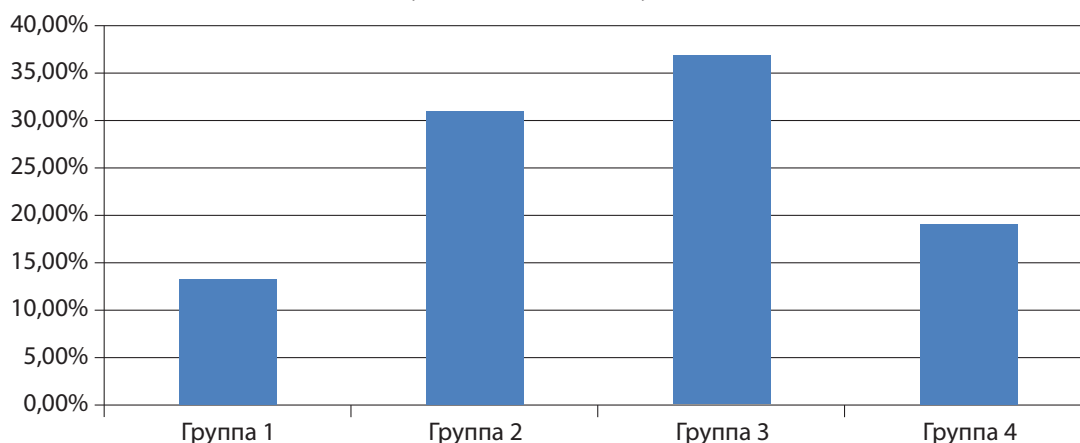


Рис. 1.

ТРУДНОСТЬ ЗАДАНИЙ

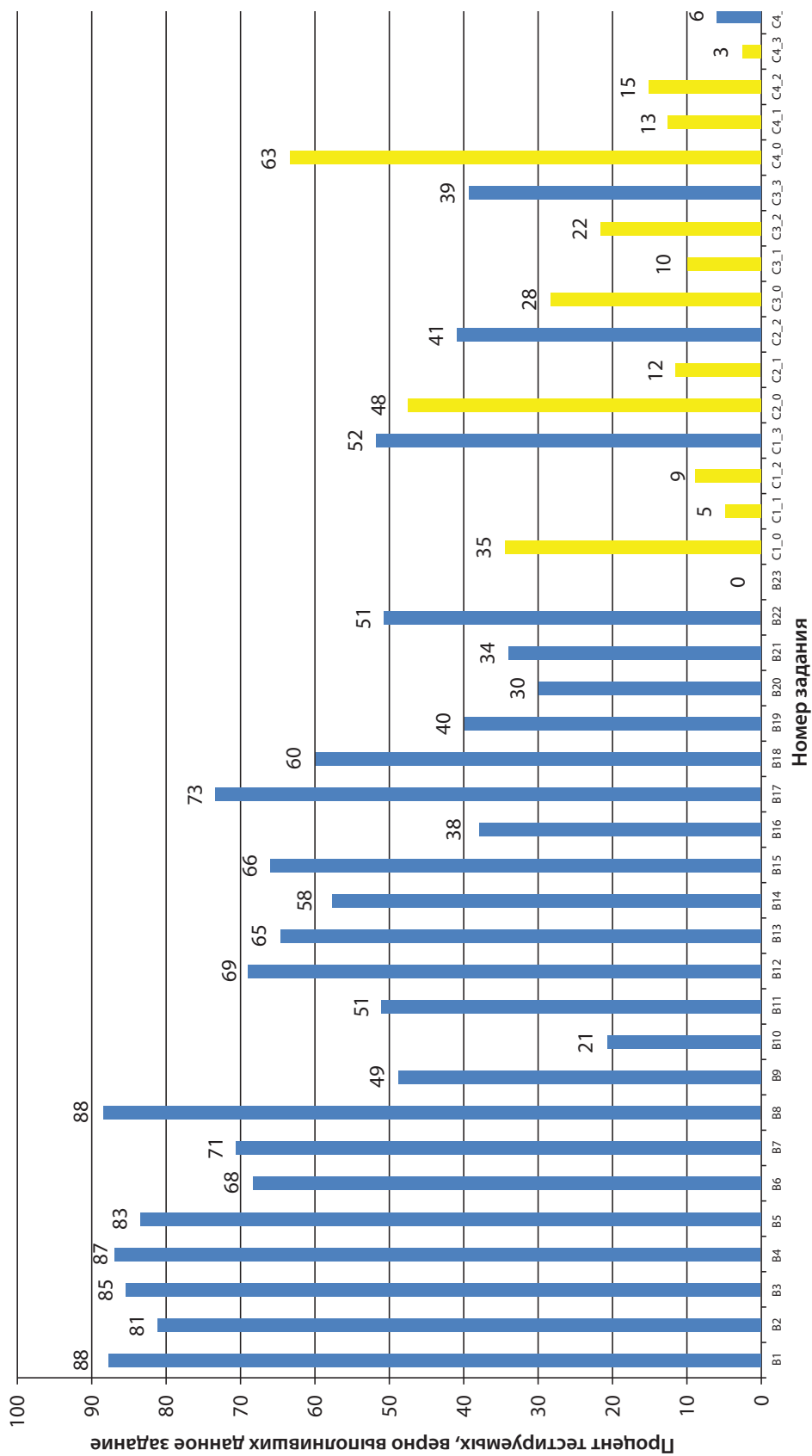


Рис. 2.

ТРУДНОСТЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ СЛАБЫХ И СИЛЬНЫХ ТЕСТИРУЕМЫХ

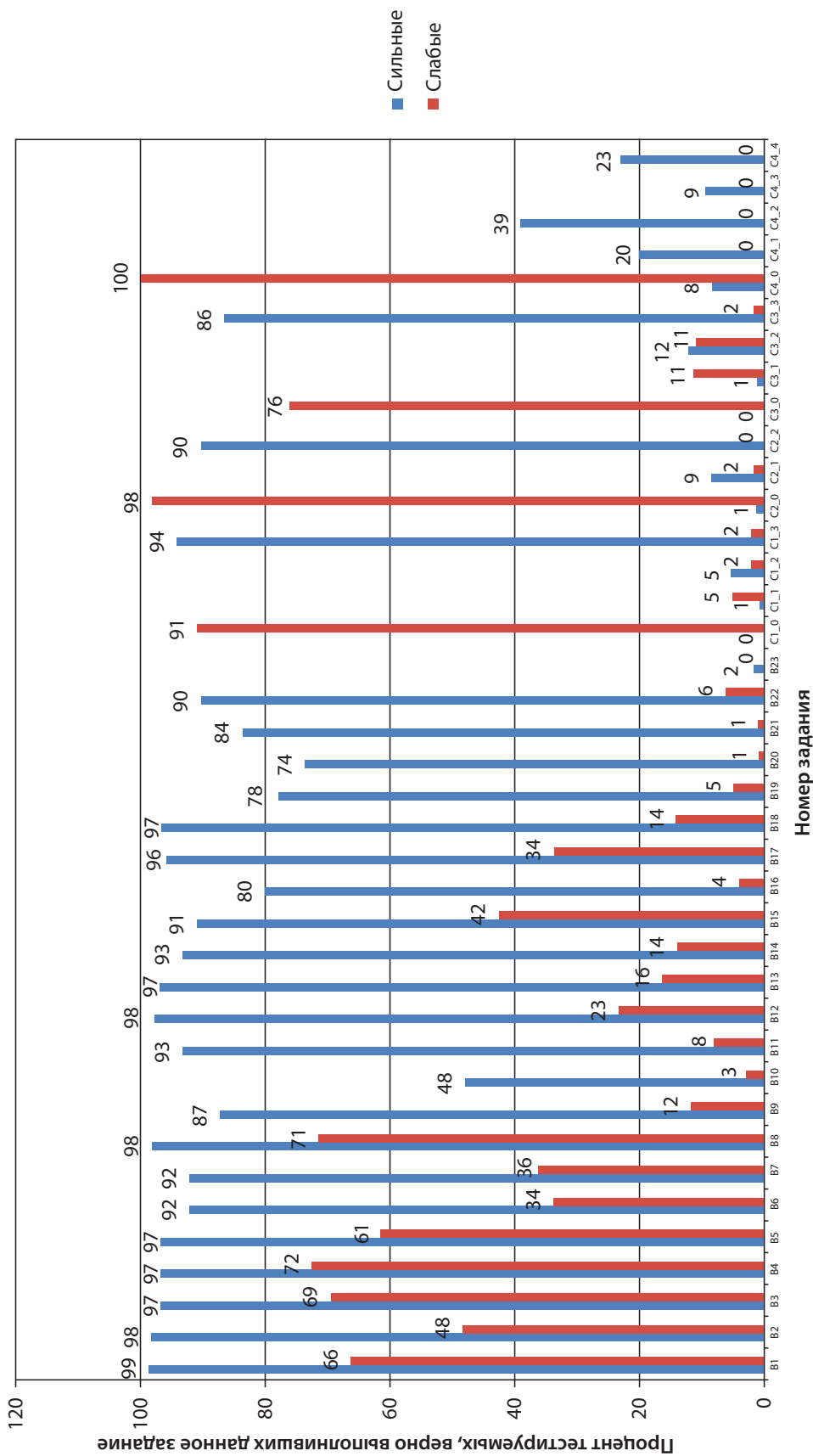


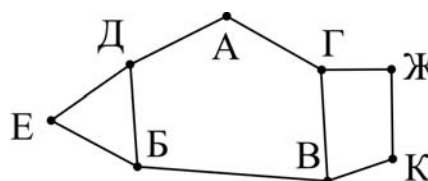
Рис. 3.

выполнения в группе 1 — 43,6). Приведём три примера заданий одного из открытых вариантов 2020 г., относительно успешно выполняемых этой группой выпускников.

Пример 4. Задание, проверяющее умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы). Средний процент выполнения в группе 1 — 69,4; в группе 4 — 96,7.

- 3 В таблице содержатся сведения о дорогах между населёнными пунктами (звёздочка означает, что дорога между соответствующими городами есть). На рисунке справа та же схема дорог изображена в виде графа.

		Номер пункта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Номер пункта	1			*		*			*
	2							*	*
	3	*					*		
	4					*		*	
	5	*			*		*		
	6			*		*			
	7		*		*				*
	8	*	*					*	



Так как таблицу и схему рисовали независимо друг от друга, то нумерация населённых пунктов в таблице никак не связана с буквенными обозначениями на графе. Определите номера населённых пунктов Е и В в таблице. В ответе напишите два числа без разделителей: сначала для пункта Е, затем для пункта В.

Ответ: 21.

Пример 5. Задание, проверяющее знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных. Средний процент выполнения в группе 1 — 72,4; в группе 4 — 97,3.

- 4 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. На основании приведённых данных определите наибольшую разницу между годами рождения родных сестёр. При вычислении ответа учитывайте только информацию из приведённых фрагментов таблиц.

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

ID	Фамилия_И.О.	Пол	Год_рождения
130	Гайдай А.В.	Ж	1968
131	Гайдай В.М.	М	1995
132	Гайдай М.В.	М	1973
133	Гайдай С.В.	Ж	1946
140	Довженко Е.В.	Ж	1971
141	Довженко М.Н.	Ж	2006
145	Довженко Н.Н.	М	2009
148	Довженко Н.О.	М	1982
150	Митта И.Т.	Ж	1974
151	Митта Н.С.	Ж	1953
152	Митта О.Т.	М	1990
153	Чухрай С.Г.	М	1930
154	Чухрай С.М.	Ж	1929
156	Чухрай Т.С.	Ж	1957
...

ID_Родителя	ID_Ребёнка
133	130
132	131
133	132
133	140
140	141
148	141
140	145
148	145
151	150
153	151
154	151
151	152
153	156
154	156
...	...

Ответ: 4.

Пример 6. Задание, проверяющее умение строить таблицы истинности логических выражений. Средний процент выполнения в группе 1 — 49,9; в группе 4 — 98,1.

- 2 Миша заполнял таблицу истинности функции $(x \wedge y) \vee (y \equiv z) \vee w$, но успел заполнить лишь фрагмент из трёх **различных** её строк, даже не указав, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных w, x, y, z .

				$(x \wedge y) \vee (y \equiv z) \vee w$
	1	0	0	0
0		1		0
0	1		1	0

Определите, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных w, x, y, z .

В ответе напишите буквы w, x, y, z в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы (сначала буква, соответствующая первому столбцу; затем буква, соответствующая второму столбцу, и т.д.). Буквы в ответе пишите подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.

Пример. Функция задана выражением $\neg x \vee y$, зависящим от двух переменных, а фрагмент таблицы имеет следующий вид.

		$\neg x \vee y$
0	1	0

В этом случае первому столбцу соответствует переменная y , а второму столбцу — переменная x . В ответе следует написать yx .

Ответ: $wzyx$.

Можно сделать вывод, что умение строить таблицы истинности логических выражений является существенным дифференцирующим фактором по отношению к группам с низким и высокими уровнями подготовки.

Группа 2 экзаменуемых (6–16 первичных баллов, 40–60 тестовых) освоила содержание школьного курса информатики на базовом уровне. Для этой группы можно говорить об успешном освоении следующих знаний и умений:

- знание о двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления;
- умение подсчитывать информационный объём сообщения;
- умение кодировать и декодировать информацию;
- умение строить таблицы истинности и логические схемы;
- умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы);
- знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных;

- знание технологии обработки информации в электронных таблицах и методов визуализации данных с помощью диаграмм и графиков;

- знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания;

- умение работать с массивами (заполнение, считывание, поиск, сортировка, массовые операции и др.).

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

- знание о методах измерения количества информации;

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

- умение исполнить рекурсивный алгоритм;

- умение анализировать алгоритмы и программы;

- знание основных понятий и законов математической логики;

- умение строить и преобразовывать логические выражения;

- умение создавать собственные программы для решения задач средней сложности.

В отличие от группы 2, **группа 3** экзаменуемых (17–26 первичных баллов, 61–80 тестовых) успешно справилась с заданиями, контролирующими освоение следующих знаний и умений:

- знание о методах измерения количества информации;

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

- знание базовых принципов адресации в компьютерной сети;

- умение исполнить рекурсивный алгоритм;

- умение анализировать алгоритмы и программы;

- 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** (27–35 первичных баллов, 81–100 тестовых), которую составили наиболее подготовленные экзаменуемые.

В 2020 г. у группы 4 вызвало существенные затруднения выполнение задания 23 высокого уровня сложности, проверяющего умение строить и преобразовывать логические выражения. В соответствии со спецификацией КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ 2020 г. задания можно разделить на три категории по способу проверки сформированности знаний и умений:

- 1) воспроизведение знаний и умений;
- 2) применение их в стандартной ситуации;
- 3) применения их в новой ситуации.

Задание 23 относится к заданиям, проверяющим способность экзаменуемого применить сформированные знания и умения в области алгебры логики в новой для него ситуации. Использование таких заданий в КИМ позволяет выявлять и поощрять экзаменуемых, способных за ограниченное время самостоятельно проводить анализ условия учебного задания, содержащего элементы новизны в по-

становке, и находить пути решения за счёт свободного системного владения материалом школьного курса информатики.

Анализ результатов ЕГЭ по информатике за весь период его существования показывает, что иногда небольшие изменения сюжета даже заданий базового уровня сложности приводят к статистически значимым изменениям процента его выполнения в сторону снижения. Ничем другим, кроме как безуспешными попытками экзаменуемого механически применить сформированные при «натаскивании» на конкретные типы заданий шаблоны, такие локальные ухудшения результатов объяснить вряд ли возможно.

Таким образом, задания, требующие от экзаменуемого демонстрации способности применения умений и знаний в новой для него ситуации, необходимы для выделения из массы подготовленных к выполнению конкретных типов заданий учащихся, способных осмыслить новую ситуацию и предпринять адекватные ей действия, что нужно для ориентации на будущую профессиональную деятельность в ИТ-сфере, отличающейся, как известно, высоким динамизмом в постановке реальных задач и способах их решения.

Пример 7. Задание, проверяющее умение строить и преобразовывать логические выражения

23 Сколько существует различных наборов значений логических переменных $x_1, x_2, \dots, x_5, y_1, y_2, \dots, y_6$, которые удовлетворяют всем приведённым ниже условиям?

$$(x_i \wedge y_j \rightarrow x_i \wedge y_{j+1}) \wedge (x_i \wedge y_j \rightarrow x_{i+1} \wedge y_j) = 1$$

для всех натуральных i и j , таких что $i < 5$ и $j < 6$.

Ниже для Вашего удобства приведены некоторые из равенств, соответствующих этим условиям.

$$(x_1 \wedge y_1 \rightarrow x_1 \wedge y_2) \wedge (x_1 \wedge y_1 \rightarrow x_2 \wedge y_1) = 1$$

$$(x_1 \wedge y_2 \rightarrow x_1 \wedge y_3) \wedge (x_1 \wedge y_2 \rightarrow x_2 \wedge y_2) = 1$$

...

$$(x_4 \wedge y_4 \rightarrow x_4 \wedge y_5) \wedge (x_4 \wedge y_4 \rightarrow x_5 \wedge y_4) = 1$$

$$(x_4 \wedge y_5 \rightarrow x_4 \wedge y_6) \wedge (x_4 \wedge y_5 \rightarrow x_5 \wedge y_5) = 1$$

В ответе **не нужно** перечислять все различные наборы значений переменных $x_1, x_2, \dots, x_5, y_1, y_2, \dots, y_6$, удовлетворяющих условию задачи. В качестве ответа Вам нужно указать количество таких наборов.

Приведём два способа выполнения этого задания.

1-й способ.

1) Если $x_i \wedge y_j = 0$ при всех $i < 5, j < 6$, то соответствующие наборы x_i, y_j являются решением. Это возможно при $\langle x_1, \dots, x_4 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ (значения x_5, y_1, \dots, y_6 произвольные) — $2^{(6+1)} = 128$ решений или $\langle y_1, \dots, y_5 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ (значения y_6, x_1, \dots, x_5 произвольные) — $2^{(5+1)} = 64$ решения.

Наборы, когда $\langle x_1, \dots, x_4 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ и $\langle y_1, \dots, y_5 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ мы посчитали дважды, таких наборов 4, значит, имеется: $128 + 64 - 4 = 188$ разных решений, при которых $x_i \wedge y_j = 0$ для всех $i < 5$ и $j < 6$.

2) Пусть $x_i = 1$ для некоторого $i < 5$, и пусть i_0 — минимальный такой индекс.

Пусть $y_j = 1$ для некоторого $j < 6$, и пусть j_0 — минимальный такой индекс.

Тогда $x_i = y_j = 0$ при $i < i_0, j < j_0$; по условию $x_i = y_j = 1$ при $i \geq i_0, j \geq j_0$, то есть для любой пары $\langle i_0, j_0 \rangle, i_0 < 5, j_0 < 6$ имеется ровно одно решение. Таких пар $(5 - 1) \times (6 - 1) = 20$.

Объединяя оба случая, имеем:

$$188 + 20 = 208.$$

Ответ: 208.

2-й способ.

Можно записать решение нагляднее, но менее формально.

1) Исходя из определений конъюнкции и импликации, наборы вида $\langle 0, 0, 0, 0, *, *, *, *, *, * \rangle$ и $\langle *, *, *, *, *, 0, 0, 0, 0, 0 \rangle$, где “*” могут быть как нулём, так и единицей — являются решениями, при этом все конъюнкции $x_i \wedge y_j = 0$ при всех $i < 5, j < 6$. Наборы вида $\langle 0, 0, 0, 0, 0, *, 0, 0, 0, 0, * \rangle$ мы посчитали дважды, таких наборов 4. Итого, имеем: $128 + 64 - 4 = 188$ наборов.

2) Теперь подсчитаем количество наборов, где для x_i и y_j сначала идёт подряд некоторое количество нулей (возможно, нулевое), затем — подряд ненулевое количество единиц, например $\langle 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1 \rangle$. Исходя из определений конъюнкции и импликации, такие наборы тоже являются решениями. Их: $(5 - 1) \times (6 - 1) = 20$.

Объединяя оба случая, имеем: $188 + 20 = 208$.

3) Исходя из определений конъюнкции и импликации, других решений нет.

Ответ: 208.

Собственно, весь «ключик», к заданию состоит в том, что на основании определения элементарных логических операций установить возможность только двух типов решений и подсчитать количество решений каждого типа.

Подводя итоги ЕГЭ 2020 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 демонстрировать 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 с использованием позиционных систем счисления с основанием, равным мощности алфавита.

При подготовке обучающихся к ЕГЭ 2021 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.

Наиболее распространённой содержательной ошибкой в задании 24 является верное выявление и исправление только одной допущенной «программистом» ошибки из двух возможных, той, которая «лежит на поверхности». В задании 25 такой ошибкой является отсутствие изменения значений элементов массива. В задании 26 типичной причиной ошибок в ответе является отсутствие у экзаменуемого представления о выигрышной стратегии игры как наборе правил, в соответствии с которыми выигрывающий игрок должен отвечать на любой допустимый ход противника. Отсюда берутся неверные ответы, представляющие зачастую просто один или несколько вариантов развития игры без требуемого анализа и обоснования.

В ответах на задание 27 часто встречались логические ошибки, связанные с недостаточно полным рассмотрением всех возможных вариантов расположения пар чисел в последовательности.

Особенности подготовки к ЕГЭ 2021 года

Существенной особенностью ЕГЭ 2021 г. по информатике является компьютерная форма его проведения. В опубликованном на сайте ФИПИ проекте демонстрационного варианта КИМ представлены 27 заданий, девять из которых требуют для выполнения работы с компьютером. Восемь из девяти этих заданий проверяют навыки программирования и обработки данных в электронных таблицах; одно — навыки информационного

поиска средствами текстового редактора. Остальные 18 заданий сохраняют преемственность по отношению к традиционной форме экзамена.

Рассмотрим несколько компьютерных заданий демонстрационного варианта.

Пример 8. Задание, проверяющее умение обрабатывать числовую информацию, представленную в форме электронной таблицы.



Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

- 9 Откройте файл электронной таблицы, содержащей вещественные числа — результаты ежечасного измерения температуры воздуха на протяжении трёх месяцев. Найдите разность между максимальным значением температуры и её средним арифметическим значением.

В ответе запишите только целую часть получившегося числа.

Ответ: _____.

Для выполнения данного задания базового уровня сложности необходима сформированность базовых навыков работы с электронными таблицами, в частности применение арифметических функций к заданным диапазонам ячеек.

Пример 9. Задание, проверяющее умение выполнять вычисления по заданным рекуррентным формулам.

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

$$F(n) = 1 \text{ при } n = 1;$$

$$F(n) = n + F(n - 1), \text{ если } n \text{ чётно,}$$

$$F(n) = 2 \times F(n - 2), \text{ если } n > 1 \text{ и при}$$

этом n нечётно.

Чему равно значение функции $F(26)$?

Ответ: _____.

Это задание может быть выполнено участником экзамена как с помощью редактора электронных таблиц, в котором заданы 26 соответствующих формул, так и с помощью составления рекурсивной программы в стиле задания 11 ЕГЭ 2020 г. Напомним, что в предлагаемом на сайте ФИПИ проекте модели КИМ ЕГЭ 2021 проверка выполнения заданий производится только по ответам.

Пример 10. Задание, проверяющее умение составления и выполнения алгоритма средней сложности.



Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

18 Квадрат разлинован на $N \times N$ клеток ($1 < N < 17$). Исполнитель Робот может перемещаться по клеткам, выполняя за одно перемещение одну из двух команд: **вправо** или **вниз**. По команде **вправо** Робот перемещается в соседнюю правую клетку; по команде **вниз** — в соседнюю нижнюю. При попытке выхода за границу квадрата Робот разрушается. Перед каждым запуском Робота в каждой клетке квадрата лежит монета достоинством от 1 до 100. Посетив клетку, Робот забирает монету с собой; это также относится к начальной и конечной клетке маршрута Робота.

Определите максимальную и минимальные денежные суммы, которые может собрать Робот, пройдя из левой верхней клетки в правую нижнюю. В ответе укажите два числа: сначала максимальную сумму, затем минимальную.

Исходные данные представляют собой электронную таблицу размером $N \times N$, каждая ячейка которой соответствует клетке квадрата.

Пример входных данных:

1	8	8	4
10	1	1	3
1	3	12	2
2	3	5	6

Для указанных входных данных ответом должна быть пара чисел

41	22
----	----

Ответ:

--	--

Ниже приведена таблица с исходными данными к заданию (на экзамене она будет доступна участнику в виде отдельного файла)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	51	21	93	48	45	100	67	39	18	29
2	57	43	97	51	92	10	93	32	19	58
3	63	16	31	16	78	88	90	72	37	67
4	10	57	64	25	96	50	81	65	91	69
5	99	43	95	7	40	76	18	34	5	65
6	35	19	71	77	64	38	62	56	10	2
7	100	57	27	26	51	33	100	11	53	1
8	11	79	49	46	37	69	80	31	25	39
9	22	71	20	23	11	12	39	16	64	34
10	4	25	87	84	30	48	77	13	40	33

Для выполнения этого задания следует сформулировать и реализовать алгоритм пошагового перебора маршрутов с учётом текущих значений минимальной и максимальной сумм.

Это задание также может быть выполнено как в редакторе электронных та-

блиц, так и с помощью составления программы. В последнем случае необходимо продумать эффективную организацию ввода данных, например сохранить значения таблицы в текстовом файле и затем их считывать в программе в двойном цикле ввода.

Пример 11. Задание, проверяющее умение сортировки числовых данных.

 Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

26 Системный администратор раз в неделю создаёт архив пользовательских файлов. Однако объём диска, куда он помещает архив, может быть меньше, чем суммарный объём архивируемых файлов.

Известно, какой объём занимает файл каждого пользователя.

По заданной информации об объёме файлов пользователей и свободном объёме на архивном диске определите максимальное число пользователей, чьи файлы можно сохранить в архиве, а также максимальный размер имеющегося файла, который может быть сохранён в архиве, при условии, что сохранены файлы максимально возможного числа пользователей.

Входные данные.

В первой строке входного файла находятся два числа: S — размер свободного места на диске (натуральное число, не превышающее 10 000) и N — количество пользователей (натуральное число, не превышающее 1000). В следующих N строках находятся значения объёмов файлов каждого пользователя (все числа натуральные, не превышающие 100), каждое в отдельной строке.

Запишите в ответе два числа: сначала наибольшее число пользователей, чьи файлы могут быть помещены в архив, затем максимальный размер имеющегося файла, который может быть сохранён в архиве, при условии, что сохранены файлы максимально возможного числа пользователей.

Пример входного файла:

```
100 4
80
30
50
40
```

При таких исходных данных можно сохранить файлы максимум двух пользователей. Возможные объёмы этих двух файлов: 30 и 40, 30 и 50 или 40 и 50. Наибольший объём файла из перечисленных пар — 50, поэтому ответ для приведённого примера:

2	50
---	----

Ответ:

--	--

В данном задании не предъявляется требование эффективности к алгоритму сортировки, поэтому способ сортировки может быть любой, включая пузырьковую сортировку. Экзаменуемый может воспользоваться библиотечной функцией сортировки. Задание также может быть выполнено с помощью редактора электронных таблиц.

Пример 12. Задание, проверяющее умение создания программы средней сложности обработки целочисленных данных, переборной или эффективной по времени выполнения.

 Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

27 Имеется набор данных, состоящий из пар положительных целых чисел. Необходимо выбрать из каждой пары ровно одно число так, чтобы сумма всех выбранных чисел не делилась на 3 и при этом была максимально возможной. Гарантируется, что искомую сумму получить можно.

Программа должна напечатать одно число — максимально возможную сумму, соответствующую условиям задачи.

Входные данные.

Даны два входных файла (файл А и файл В), каждый из которых содержит в первой строке количество пар N ($1 \leq N \leq 100\,000$). Каждая из следующих N строк содержит два натуральных числа, не превышающих 10 000.

Пример организации исходных данных во входном файле:

```
6
1 3
5 12
6 9
5 4
3 3
1 1
```

Для указанных входных данных значением искомой суммы должно быть число 32.

В ответе укажите два числа: сначала значение искомой суммы для файла А, затем для файла В.

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

Ответ:

--	--

Для обработки файла А (он небольшого размера) можно составить переборную программу, и это решение будет оценено максимум в 1 балл.

Для обработки файла В (большого размера) переборный алгоритм не подходит, поскольку он не завершится за разумное время, что указано в тексте задания. Поэтому для обработки файла В следует придумать и реализовать эффективный алгоритм. Такое решение будет оценено из максимума 2 баллов.

Итак при подготовке школьников к ЕГЭ 2021 г., помимо учёта приведённых выше рекомендаций, актуальных для заданий традиционной формы, необходимо уделить особое внимание:

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

LIST OF ABBREVIATIONS

BSE – Basic State Examination
EQA – Educational Quality Assessment
FAI – Fund of assessment instruments
FL – Foreign languages
FSES – Federal State Educational Standards
HEI – Higher Educational Institution
MI – Measuring instruments
SSA – State summative assessment
SSE – State School-leaving examination
USE – Unified State Examination

Content

ANALYTICS

Yaschenko, I.V., Semenov, A.V., Vysotskiy, I.R.

Methodological Recommendations For Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2020 Use In Mathematics 3

Abstract: We provide the characteristics of the USE in Mathematics in 2020 on basic and the advanced levels. We demonstrate the main results, separately for the basic and the advanced levels. We analyse the achievements and problems of the candidates of different abilities and give recommendations for the improvements in the teaching methodology.

Keywords: USE in Mathematics, main results of the USE in Mathematics in 2020, analysis of the results for different abilities groups, typical mistakes.

Lobzhanidze, A.A., Ambartsumova, E.M., Barabanov, V.V., and Dukova, S.E.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Made By The Participants Of The 2020 Use In Geography17

Abstract: We present a brief description of the USE on Geography in 2020, as well as its main results. We analyze the results according to the separate content units and learning activities; we look at the achievements and deficits of the different level candidates and give methodological recommendations towards the improvement of teaching.

Keywords: USE in Geography, the results of the 2020 USE in Geography, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, improvement of the geography teaching.

Rokhlov, V.S., Petrosova, R.A.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Made By The Participants Of 2020 Use In Biology 40

Abstract: We present a brief description of the 2020 USE in Biology, as well as its main results. We analyze the results according to the separate content units: "Biology as a science. Its methodology, levels of organization of live nature", "Cell as a biological system", "Organism as a biological system", "System and diversity of the organic world", "Health of a human being", "Evolution of live nature", "Ecosystems and their regularities". We review the achievements and deficits of the different level candidates and give methodological recommendations towards the improvement of teaching.

Keywords: USE in Biology, the results of the 2020 USE in Biology, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Dobrotin, D.Y., Счастина М.Г.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Made By The Participants Of The 2020 Use In Chemistry61

Abstract: We present a brief description of the USE in Chemistry in 2020, as well as its main results. The results were analyzed according to the separate content units: "Theoretical foundations of Chemistry", "Inorganic Chemistry", "Organic Chemistry", and "Learning methods in Chemistry. Chemistry and Life". We review the achievements and deficits of the different level candidates and give methodological recommendations towards the improvement of teaching.

Keywords: USE in Chemistry, the results of the 2020 USE in Chemistry, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.

Content

Demidova, M.Y.

Methodological Recommendations For The Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Made By The Participants Of The 2020 Use In Physics91

Abstract: *We present a brief description of the USE in Physics in 2020, as well as its main results. The results were analyzed according to the separate content units, and different 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, and problem solution. We review the achievements and deficits of the different level candidates and give methodological recommendations towards the improvement of teaching.*

Keywords: *USE in Physics, the results of the 2020 USE in Physics, analysis according to the thematic blocs, analysis based on the candidates' ability levels, statistical characteristics of the examination items.*

Krylov, S.S.

Methodological Recommendations For Teachers Based On The Analysis Of Typical Mistakes Of The Participants Of The 2020 Use In Informatics And Ict 113

Abstract: *We provide the characteristics of the USE in Informatics and ICT in 2020 and demonstrate the main results in different content units. We analyse the achievements and problems of the candidates of different abilities and look at the specifics of certain items.*

Keywords: *USE in Informatics and ICT, the main results of the 2020 USE in Informatics and ICT, analysis of the results for different content units, analysis of the results for different abilities groups.*

Подписано в печать 29.11.2020. Формат 60×90/8
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ.л. 16,25. Усл.-печ.л. 16,25.
Тираж 1020 экз. Заказ № 0С09

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**

2020

Индексы: П7026, 84271