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

Д.Ю. Добротин, М.Г Снастина

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года

по **ХИМИИ**

Москва, 2020

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 учетом 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 базовый уровень изучения материала, предусматривают контроль сформированности элементов содержания, образующих фундамент химических знаний, а также необходимых при их усвоении умений. Данные задания предполагают запись краткого ответа.

Для оценки сформированности наиболее сложных умений 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 сущность протекания окислительно-восстановительных реакций, реакций ионного обмена, а также взаимосвязь неорганических и органических веществ; *анализировать* состав и строение веществ; *учитывать* при составлении реакций сущность 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 обновленной ситуации и составить алгоритм решения с учетом конкретных данных в условии задания.**

Все большее значение в системе КИМ ЕГЭ по химии приобретают задания, предусматривающие проверку сформированности 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 нем 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 цепочки превращений, которая по своей сути является схемой, отражающей взаимосвязь веществ. В ближайшей перспективе планируется усилить внимание к контролю 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 выполнения 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 неотработанным умением преобразования информации из одной формы в другую.

Еще одной особенностью экзаменационных вариантов по химии является наличие расчетных задач, решение которых предполагает сформированность у экзаменуемых умения работать с формулами, отражающими взаимосвязь физических величин, а также проведение математических расчетов с использованием математических выражений, содержащих переменные. Вышеназванные особенности КИМ по химии позволяют достаточно четко дифференцировать обучающихся по уровню их подготовки к продолжению образования по выбранной специальности.

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.

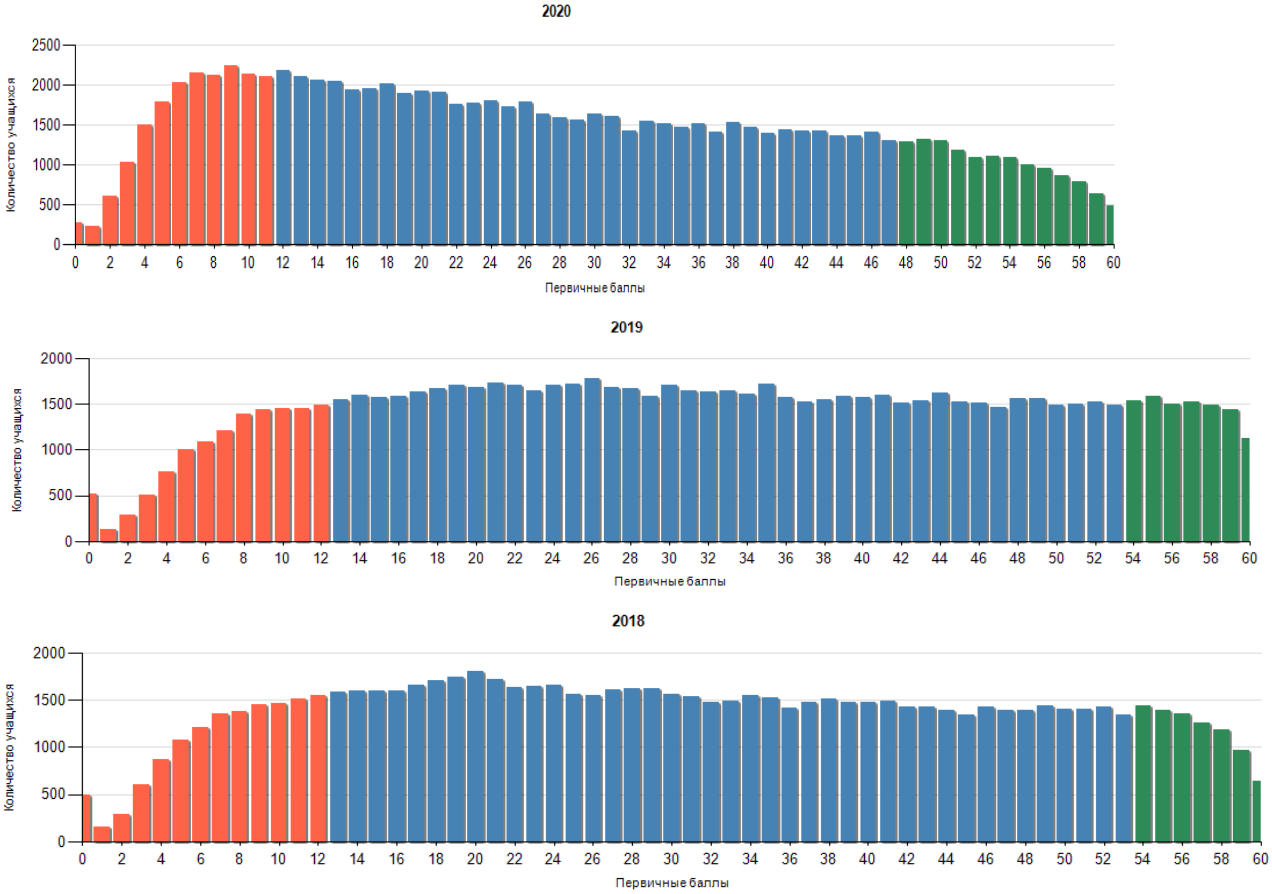


Рис. 1. Распределение первичных баллов ЕГЭ в 2018–2020 гг.

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 приведенных в них данных.

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%

Повышение дифференцирующей силы вариантов КИМ может объясняться особенностями выборки участников ЕГЭ 2020 г. и характеристиками заданий. Очевидно, сказался различный характер подготовки участников: высокобалльники, владеющие умением применять знания в обновленной ситуации и мыслить нешаблонно, 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.

Перейдем 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 четырем 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»; «Расчеты 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 четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное 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, основ́ных 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, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения (48,1%).

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

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

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

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

Условие задания 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 и 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 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: оснóвных, 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, оснóвных, 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 их сущности как электролитов или неэлектролитов в реакциях ионного обмена, то успешность их выполнения экзаменуемыми со слабой подготовкой становилась ниже (пример 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) $Mg_3(PO_4)_2$
3) $Fe_2(SO_4)_3$
4) KF
5) $NH_3 \cdot H_2O$

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

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 определенные трудности.

Задания повышенного уровня сложности также предполагали комплексное применение знаний о свойствах веществ как представителей определенного класса, как электролитов, так и знание их специфических свойств. Такой подход к применению знаний в системе оказалось 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%).

Блок «Органическая химия»

Данный блок части 1 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 недочетах 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).

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*

Выполнение задания предусматривало знание тривиальных названий «этиленгликоль» (двухатомный спирт – этандиол-1,2) и «изопрен» (2-метилбутадиен-1,3), «триолеат глицерина». Экзаменуемые со слабой подготовкой практически не смогли выполнить это задание, так как не владели этими фактическими знаниями.

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

Выполнение этого задания 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.

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

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

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 пентаналя*
	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

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.

Блок «Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчеты 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 своем 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.

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, ее 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	–

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.

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

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

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 расчетные задачи. При этом задачи базового уровня сложности с кратким ответом (27–29) проверяли сформированность умения проводить один из видов расчетов. Приведем результаты выполнения этих заданий:

- расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (49%);
- расчеты объемных отношений газов при химических реакциях, расчеты по термохимическим уравнениям (62,4%);
- расчеты массы (количества) вещества или объема газа по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ (52,9%).

Отметим, что все указанные виды расчетов 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).

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

Выполнение задания предполагает составление уравнения с одним неизвестным. Пусть масса 12%-ного раствора $m_{(р\text{-}ра\ 1)} = x$, тогда масса вещества в этом растворе $m_{(в\text{-}ва)} = 0{,}12\ x$, а масса второго раствора $m_{(р\text{-}ра\ 2)} = x + 10$. Составим уравнение, используя понятие массовой доли вещества в растворе, учитывая при этом неизменную массу вещества: $0{,}08 = 0{,}12\ x\ /\ x + 10$. 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 развернутого ответа. Результаты выполнения заданий представлены в таблице 3.

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	Расчеты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе». Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества. Расчеты 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

Задания с развернутым 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. 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 удается 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 идет 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 учетом 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.

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 четырем группам (таблица 4).

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

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

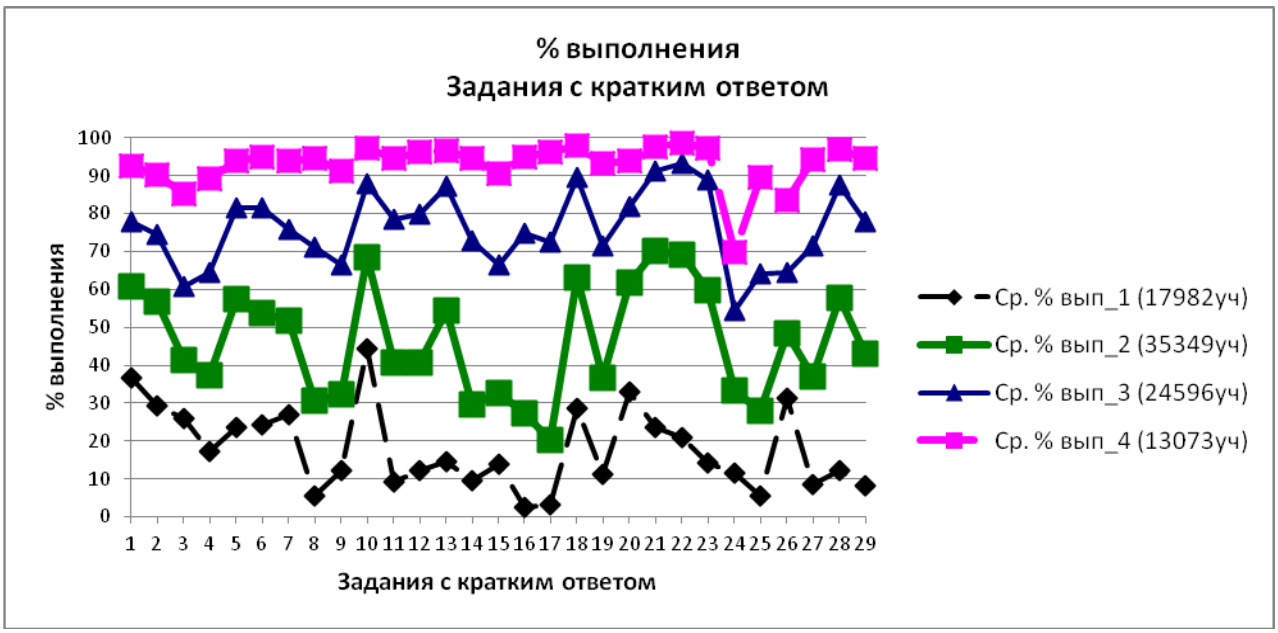


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с различным уровнем подготовки

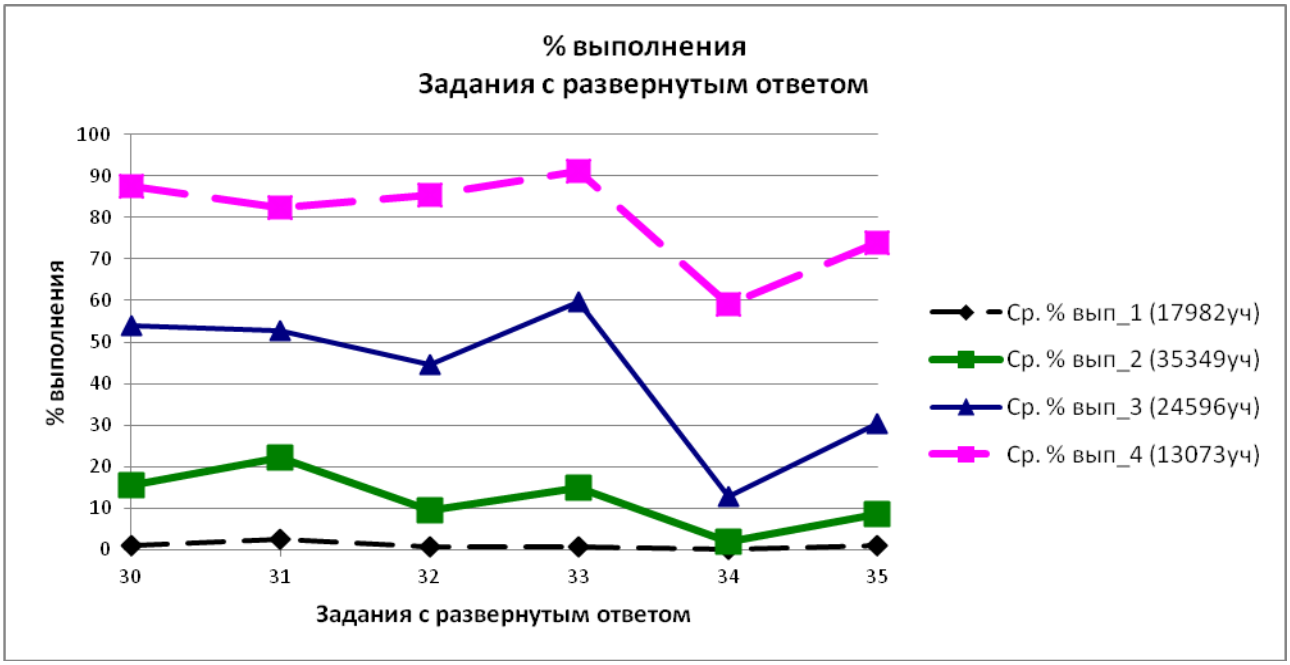


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом участниками ЕГЭ 2020 г. с различным уровнем подготовки

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: *s*-, *p*- и *d*-элементы» (задание 1, средний процент выполнения – 36,7);
- «Взаимосвязь неорганических веществ» (задание 10, средний процент выполнения – 44,4);

- «Скорость реакции, ее 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 еще 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 выполнении заданий, проверяющих усвоение знаний 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 расчетных задач (задания 27–29):

- «расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения – 8,4);
- «расчеты объемных отношений газов при химических реакциях, расчёты по термохимическим уравнениям» (средний процент выполнения – 12,3);
- «расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ» (средний процент выполнения – 8,2).

Каждое из этих заданий проверяет умение проводить один из видов расчетов. 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 развернутым 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).

Таблица 5

Задание	Доля участников (%), не преодолевших минимального балла, получивших баллы за выполнение заданий с развернутым 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		

Обратим внимание на то, что даже задание 31, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращенного 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 еще 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 на удалось.

Всего же в экзаменационном варианте каждый из экзаменуемых, отнесенных 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 развернутые ответы, по которым более четко 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 углеводородов»; «Взаимосвязь углеводородов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений»; «Скорость реакции, ее 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 приведенного перечня элементов содержания, успешное их усвоение предполагает владение умением объяснять взаимосвязь между составом, строением и свойствами, то есть осуществление двух-трех 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 расчетами и задачами на вычисление объемных соотношений газов в химических реакциях (57,8%). Недостаточно прочно экзаменуемые из этой группы овладели умением проводить расчеты по химическим уравнениям, если известно количество (масса, объем) одного из веществ – участника реакции. Все перечисленные виды расчетов формируются еще 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 развернутым ответом представлены в таблице 6.

Таблица 6

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 36–60 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развернутым 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		

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 развернутым 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 расчетов по нахождению молекулярной формулы органического вещества, но продвинуться 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 расчетов 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, недопонимании закономерностей протекания химических реакций, незнании признаков и условий протекания изученных реакций и др.

Больший (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 подготовкой 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 учетом 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).

Пример 11.

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$H^{+}_{(р\text{-}р)} + NO_2^{-}{}_{(р\text{-}р)} \rightleftarrows HNO_{2\,(р\text{-}р)} + Q$$

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

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 твердого нитрита калия влечет увеличение концентрации нитрит-ионов, являющихся исходным реагентом прямой реакции. Поэтому этот фактор смещает равновесие в сторону прямой реакции. А при добавлении твердой щелочи произойдет 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 своем были достаточно уверенно выполнены данной группой экзаменуемых (таблица 7).

Таблица 7

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 61–80 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развернутым 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		

Задания 30 и 31 экзаменуемые из данной группы в большинстве своем выполнили полностью и получили максимальные 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 расчетные задачи. В процессе их выполнения бóльшая часть выполнивших задание смогла получить минимальный балл, т.е. они справилась с записью химических уравнений в задании 34 и с проведением расчетов 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 расчетными 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 разрабатывать 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 ее 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 измененной 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 расчеты 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 приведен пример одного из подобных заданий и даны комментарии по вероятным затруднениям, которые испытали выполнявшие это задание. Все 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).

Таблица 8

Задание	Средний процент выполнения	Доля участников (%) с результатами в диапазоне 81–100 баллов, получивших баллы за выполнение заданий с развернутым 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		

Результаты выполнения заданий показывают, что бóльшая часть экзаменуемых выполнила задания с развернутым 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 идет 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 ее основе составить математическое уравнение для нахождения промежуточных неизвестных величин.

Дело в том, что составление развернутого ответа на задания высокого уровня сложности требует от экзаменуемых глубокого анализа условий этих заданий. Последующее выстраивание элементов ответа будет напрямую зависеть от того, насколько четко выпускник осознал, какие понятия, формулы, уравнения реакций и в какой последовательности он будет использовать при решении расчетных задач. Необходимо обратить внимание на то, что при оформлении развернутого ответа необходимо указывать размерность используемых в процессе решения физических величин, тщательно отслеживать логику рассуждений и соответствие их условию задания.

Обучая школьников приемам работы с различными типами контролирующих заданий (с кратким ответом и развернутым ответом), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без учета всех данных, приведенных в его условии и выбора оптимальной последовательности действий. Одновременно важным становится формирование у обучающихся умения рационально использовать время, отведенное 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 четкого 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 объеме 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 неделю) 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 четкие представления о примерах заданий, включенных в демонстрационный вариант текущего года, но и быть знаком с содержанием кодификатора и спецификации КИМ ЕГЭ по химии, важнейшей составляющей которой является обобщенный план экзаменационного варианта (Приложение 1). Именно незнание содержание 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.»*

Приведем 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 обобщенном плане: «Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. 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 определенные формулировки 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 обновленной 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%. Приведем 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.

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 $ЭO_x^{2-}$ 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, нужно 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 +4 или +6. Таким образом, для обучающегося не должно быть принципиальным, в каком соединении (органическом или неорганическом, молекуле или ионе) предстоит определить степень окисления. Однако это станет возможным, если при формировании данного умения сосредоточить внимание не на составе конкретного вещества, а на отработке различных подходов к ее определению.

С большими трудностями столкнулись экзаменуемые, которые 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 еще на этапе основной школы и контролируется даже в рамках ОГЭ по химии. Сложно поверить, что введение в условие задания действия, предусматривающего нахождение разности (формируется еще на этапе начальной школы) вызывает такие затруднения у выпускников 11 класса. Следовательно, препятствием к выполнению задания с таким условием является неготовность к восприятию и анализу текста обновленного 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.

Приведенные примеры свидетельствуют и необходимости сформировать в процессе подготовки к экзамену и другие важные умения: анализировать условие задания, извлекать из него информацию, сопоставлять приведенные 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. Овладение данными умениями без организации целенаправленного процесса может привести к значительным недочетам 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).

Приведем 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

Показательно, что при разделении данного задания на отдельные операции, 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 серьезные трудности. Следует подчеркнуть, что оно является традиционным для курса химии и предполагает установление соответствия между исходными веществами и продуктами реакций.

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

Как показывает практика, наиболее оптимальным подходом к выполнению заданий данной формы является самостоятельное прогнозирование (дописывание) на первом этапе 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 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 обновленной 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 его выполнению целесообразно вести таблицу, включающую сведения об общих формулах изученных классах неорганических веществ, формулу функциональных(-ой) групп(ы), определяющую принадлежность к данному классу, включающую примеры веществ, относящихся к указанному классу, а также перечень

наиболее характерных химических свойств данного класса. Приведем два примера указанных заданий.

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) $C_nH_{2n-5}N$

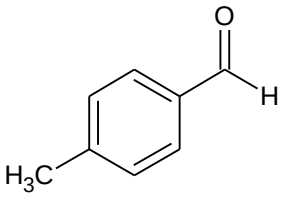
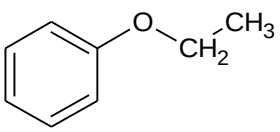
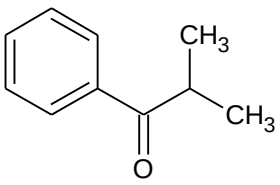
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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*
А) 	*1) простые эфиры*
	2) альдегиды
Б) 	*3) сложные эфиры*
	4) кетоны
В) 	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Как видно из второго примера, функциональных групп, выходящих за рамки школьного курса химии, в задании нет. А вот структурные формулы веществ, включенных в задания, обучающимися, ориентированными лишь на базовый уровень изучения химии, могли быть восприняты как незнакомые и сложно идентифицируемые.

Аналогичные причины вызвали неожиданные трудности при выполнении задания 24, проверяющего знания обучающихся о факторах, влияющих на состояние химического равновесия.

24

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$H_2O_{(ж)} + Zn^{2+}{}_{(р\text{-}р)} \rightleftarrows ZnOH^{+}{}_{(р\text{-}р)} + H^{+}{}_{(р\text{-}р)} - Q$$

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) добавление кислоты	*1) смещается в сторону прямой реакции*
Б) повышение давления	*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

Особенностью приведенного 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 твердой щелочи». 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 реакциях.

Особого внимания заслуживает подготовка к выполнению заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом. Рассмотрим подходы к выполнению заданий 30 и 31, объединенных единым контекстом в виде перечня веществ. Так, на начальном этапе решения необходимо проанализировать химические свойства (окислительно-восстановительные и кислотно-осно́вные) каждого из приведенных 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.

На следующем этапе с учетом выявленных свойств целесообразно приступить к попарному комбинированию веществ. Особенностью заданий 2020 г. стало наличие дополнительных данных в условии, которые ограничивали вариативность решения этих заданий.

В заданиях 30 и 31 многие менее подготовленные экзаменуемые 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 определенной степени мог сказаться и недостаточный опыт 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 учета силы окислителя/восстановителя или среды, в которой проводится реакция, а также несовпадение продуктов с указанными в условии задания признаками протекания реакций. Встречаются недочеты 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 дает четкого 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 уровнении или несокращенные коэффициенты в сокращенном ионном уравнении и др.

Наибольшие трудности у выпускников не первый год вызывает задание 34 – комбинированная расчетная задача. В соответствии с обобщенным планом экзаменационного варианта в данной задаче могут быть использованы различные виды расчетов 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 еще на этапе основной школы. Как показывает практика, выполнение по отдельности каждого типа расчетов, 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 редко выходит за рамки курса химии, изучаемого даже на базовом уровне. Запись уравнений реакций, а также расчеты, которые выполняются на основе приведенных 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 удается, как правило, наиболее подготовленным обучающимся. В ряде случаев большую помощь в решении расчетных задач оказывает визуализация процессов, отраженных в условии задания.

В 2020 г. особые затруднения были вызваны включением в некоторые задания данных о мольном соотношении 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 учете мольных соотношений элементов, при решении задания 35 не вызвало у экзаменуемых столь серьезных 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 ее невысоком уровне сложности, однако в адрес других задач, вошедших в экзаменационные варианты, звучали бы упреки об их излишне высоком уровне сложности.

Расширение многообразия расчетных 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 использоваванных заданий, а обучить старшеклассников умению разрабатывать индивидуальный алгоритм для конкретной задачи с учетом всех данных, приведенных в ее 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 вовлеченности обучающихся в эту деятельность, а также высокий уровень самостоятельности в отработке материала.

Еще одним условием, влияющим на успешную подготовку к экзамену, является реализация индивидуального подход 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 нешаблонно при решении заданий.

Повышение внимания при подготовке к экзамену вышеназванным аспектам позволит снизить потери баллов экзаменуемыми при выполнении заданий ЕГЭ по химии.

На протяжении последних четырех лет в структуру и содержание КИМ ЕГЭ не вносится каких-либо изменений. 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 учетом 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.

Приложение

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2020 г. по ХИМИИ

Анализ надежности экзаменационных вариантов по химии подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надежность (коэффициент альфа Кронбаха)[1] КИМ по химии – 0,94.

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
1	Применять основные положения химических теорий для анализа строения и свойств веществ; характеризовать *s*-, *p*- и *d*-элементы по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева	1.2.1 2.3.1	1.1.1	Б	1	2–3	65,2
2	Понимать смысл Периодического закона Д.И. Менделеева и использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, свойств химических элементов и их соединений; характеризовать *s*-, *p*- и *d*-элементы по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; объяснять зависимость свойств химических элементов и их соединений от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева	1.2.3 2.3.1 2.4.1	1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4	Б	1	2–3	60,9
3	Понимать смысл важнейших понятий; Определять/классифицировать валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов	1.1.1 2.2.1	1.3.2	Б	1	2–3	49,9
4	Определять/ классифицировать вид химических связей в соединениях и тип кристаллической решетки; объяснить природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической, водородной) объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.2.2 2.4.2 2.4.3	1.3.1 1.3.3	Б	1	2–3	48,1

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

5	Классифицировать неорганические и органические вещества по всем известным классификационным признакам, определять принадлежность веществ к различным классам неорганических и органических соединений	1.3.1 2.2.6	2.1	Б	1	2–3	62,5
6	Характеризовать общие химические свойства простых веществ – металлов и неметаллов, а также общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов	2.3.2 2.3.3	2.2 2.3 2.4	Б	1	2–3	61,3
7	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)	1.1.1 1.1.2 1.2.1 2.3.3 2.4.4	2.5 2.6 2.7 1.4.5 1.4.6	Б	2	2–3	59,3
8	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов	2.3.3	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	П	2	5–7	45,7
9	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.3.3 2.4.3 2.4.4	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	П	2	5–7	46,1
10	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.3.3 2.4.3	2.8	Б	2	2–3	73,2
11	Определять/ классифицировать принадлежность веществ к различным классам неорганических и органических соединений	2.2.6	3.3	Б	1	2	52,5
12	Определять/ классифицировать вид химических связей в соединениях и тип кристаллической решетки, пространственное строение молекул, гомологи и изомеры	1.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.7	3.1 3.2	Б	1	2	53,6

13	Объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных веществ, характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений, планировать /проводить эксперимент по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений с учетом приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в лаборатории и в быту	1.3.4 2.3.4 2.5.1	3.4 4.1.7	Б	1	2	61,4
14	Объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных веществ, характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений, планировать /проводить эксперимент по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений с учетом приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в лаборатории и в быту	1.3.4 2.3.4 2.5.1	3.5 3.6 4.1.8	Б	1	2	46,7
15	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений	2.3.4	3.7 3.8	Б	1	2	46,5
16	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений; объяснить сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.3.4 2.4.4	3.4 1.4.10 4.1.7	П	2	5–7	45,0
17	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений	2.3.4	3.5 3.6 4.1.8	П	2	5–7	41,8
18	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений, объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.3.4 2.4.3	3.9	Б	2	2–3	68,5
19	Определять/ классифицировать химические реакции в неорганической и органической химии (по всем известным классификационным признакам)	2.2.8	1.4.1	Б	1	2	49,2
20	Объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия	2.4.5	1.4.3	Б	1	2	66,2
21	Определять валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов, окислитель и восстановитель	2.2.1 2.2.5	1.4.8	Б	1	5–7	70,6
22	Использовать важнейшие химические понятия для объяснения отдельных фактов и явлений, определять окислитель и восстановитель	1.1.3 2.2.5	1.4.9	П	2	5–7	70,3

23	Определять характер среды водных растворов веществ	2.2.4	1.4.7	П	2	5–7	64,0
24	Объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия	2.4.5	1.4.4	П	2	5–7	39,9
25	Планировать/проводить эксперимент по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений с учетом приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в лаборатории и в быту	2.5.1	4.1.4 4.1.5	П	2	5–7	42,2
26	Понимать, что практическое применение веществ обусловлено их составом, строением и свойствами; иметь представление о роли и значении данного вещества в практике; объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных веществ, определять характер среды водных растворов веществ	1.3.2 1.3.3 1.3.4 2.2.4	4.1.1 4.1.2 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4	Б	1	5–7	54,4
27	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.1	Б	1	2	48,9
28	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.2 4.3.4	Б	1	2	62,4
29	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.3	Б	1	2	52,9
30	Определять окислитель и восстановитель; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.2.5 2.4.4	1.4.8	В	2	10–15	33,3
31	Определять характер среды водных растворов веществ; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.2.4 2.4.4	1.4.5 1.4.6	В	2	10–15	35,3
32	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения; объяснять сущность изученных видов химических реакций и составлять их уравнения	2.3.3 2.4.3 2.4.4	2.8	В	4	10–15	28,1

33	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений, объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.3.4 2.4.3	3.9	В	5	10–15	35,1
34	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	В	4	10–15	12,7
35	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.7	В	3	10–15	22,3