



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Д.Ю. Добротин, Н.В. Свириденкова**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
для учителей, подготовленные  
на основе анализа типичных ошибок  
участников ЕГЭ 2018 года**

**по ХИМИИ**

Москва, 2018

Разработка КИМ для проведения ЕГЭ 2018 г. была проведена с учетом подходов, на основе которых формировались экзаменационные модели предыдущих лет. Так, в частности, экзамен проводился с использованием стандартизированных контрольных измерительных материалов – вариантов КИМ, которые содержали задания, различные по форме предъявления условия и виду требуемого ответа, по уровню сложности и способам оценки их выполнения. КИМ для проведения ЕГЭ 2018 г. строились на материале основных разделов курса, составляющих инвариантное ядро содержания различных учебных программ по химии для средней (полной) школы. При этом обязательным являлось соблюдение такого принципа, как полнота охвата кодификатором того минимума знаний, умений, способов познавательной, в том числе и практической, деятельности, который соответствует требованиям к уровню подготовки выпускников. Тем самым была обеспечена независимость КИМ от вариативности программ и учебников, используемых в процессе преподавания химии в школе. Кроме того, при разработке КИМ учитывались используемые в практике преподавания химии способы контроля знаний и умений. Принципиальное значение имела также реализация тестологических и методических требований, предъявляемых к конструированию заданий различных типов. Каждое задание строилось таким образом, чтобы его содержание соответствовало требованиям стандарта к уровню усвоения учебного материала и формируемым видам учебной деятельности.

Как и в прежние годы, объектом контроля в рамках ЕГЭ 2018 г. являлась система знаний основ общей, неорганической и органической химии. К числу главных составляющих этой системы относятся: ведущие понятия химии о химическом элементе, веществе и химической реакции; основные законы и теоретические положения химии; знания о системности и причинности химических явлений, способах познания веществ и химических реакций, применении веществ, а также умения, которыми должны овладеть учащиеся в процессе изучения курса химии.

Каждый вариант экзаменационной работы построен по единому плану: работа состоит из двух частей, включающих в себя 35 заданий. Часть 1 содержит 29 заданий с кратким ответом, в их числе 21 задание базового уровня сложности (в варианте они присутствуют под номерами: 1–7, 10–15, 18–21, 26–29) и 8 заданий повышенного уровня сложности (их порядковые номера: 8, 9, 16, 17, 22–25). Часть 2 содержит 6 заданий высокого уровня сложности, с развернутым ответом. Это задания под номерами 30–35.

При определении количества заданий каждой из группы в общей структуре КИМ были учтены следующие факторы: а) глубина изучения проверяемых элементов содержания учебного материала, как на базовом, так и на повышенном уровнях; б) требования к планируемым результатам обучения – предметным знаниям, предметным умениям и видам учебной деятельности. Это позволило более точно определить функциональное предназначение каждой группы заданий в структуре КИМ.

Так, задания базового уровня сложности с кратким ответом проверяют усвоение значительного количества (42 из 56) элементов содержания важнейших разделов школьного курса химии: «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Методы познания в химии. Химия и жизнь». Согласно требованиям стандарта к уровню подготовки выпускников эти знания являются обязательными для освоения каждым обучающимся.

Задания данной группы (базового уровня с кратким ответом) различаются форматом, влияющим на алгоритм поиска верного ответа, который записывается или в виде двух либо трех цифр, или в виде числа с заданной степенью точности. Как правило, каждое задание базового уровня сложности независимо от формата, в котором оно представлено, ориентировано на проверку усвоения одного или двух элементов содержания. Это могут быть задания с единым контекстом (как, например, задания 1–3), с выбором двух верных ответов из пяти, а также задания на «установление соответствия между позициями двух множеств». Однако это не является основанием для того, чтобы отнести данные задания к категории легких, не требующих особых усилий для поиска верного ответа. Напротив,

выполнение любого из этих заданий предполагает обязательный и тщательный анализ условия и применение знаний в системе.

В сравнении с заданиями предыдущей группы задания повышенного уровня сложности с кратким ответом предусматривают выполнение большего разнообразия действий по применению знаний в измененной ситуации (например, для анализа изменения состава веществ, происходящих в ходе химической реакции), а также сформированность умений систематизировать и обобщать полученные знания. Эти задания ориентированы на проверку усвоения обязательных элементов содержания основных образовательных программ по химии не только базового, но и углубленного уровня. Для ответа на задания данной группы необходимо установить соответствие между позициями двух множеств и записать ответ в виде определенной последовательности четырех цифр. Это может быть соответствие между: названием или формулой соли и отношением этой соли к гидролизу; исходными веществами и продуктами реакции, веществами и реагентами, с которыми эти вещества могут вступать в реакции, и т.д. Такой формат задания снижает вероятность случайного нахождения правильного ответа, так как предполагает более системный уровень владения материалом.

В отличие от заданий базового и повышенного уровней сложности, задания высокого уровня сложности с развернутым ответом предусматривают комплексную проверку усвоения материала на углубленном уровне нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков. В 2018 г. к числу проверяемых элементов содержания заданиями данной группы были отнесены следующие: «окислительно-восстановительные реакции», «реакции ионного обмена»; «взаимосвязь веществ различных классов» (на примерах превращений неорганических и органических веществ), а также знания о физических величинах, имеющих отношение к выполнению расчетов по формулам и уравнениям химических реакций.

Главной особенностью заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом является их направленность на комплексную проверку умений более высокого интеллектуального уровня: устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний (например, между составом, строением и свойствами веществ); объяснять обусловленность свойств и применения веществ их составом и строением, характер взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений, взаимосвязь неорганических и органических веществ, сущность и закономерность протекания изученных типов реакций; проводить комбинированные расчеты по химическим уравнениям; формулировать ответ в определенной логике с аргументацией сделанных выводов и заключений.

В экзаменационную работу 2018 г. по сравнению с 2017 г. внесены изменения, обеспечивающие повышение качества отдельных заданий и экзаменационных вариантов в целом. Так, в целях более четкого распределения заданий по отдельным тематическим блокам и содержательным линиям незначительно изменен порядок следования заданий базового и повышенного уровней сложности в части 1 варианта. Так, например, задание 9 перемещено к другим заданиям, относящимся к блоку «Неорганические вещества», а задания 21 и 26 – к заданиям блока «Химическая реакция».

С учетом результатов выполнения вышеуказанных заданий в 2017 г. в них были внесены коррективы, предусматривающие изменение количества элементов множеств, между которыми устанавливаются соответствия, и скорректирована шкала их оценивания:

- задание 9, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Характерные химические свойства неорганических веществ» и представленное в формате на установление соответствия между реагирующими веществами и продуктами реакции между этими веществами, усложнено и переведено на повышенный уровень сложности, следовательно, будет оцениваться максимально 2 баллами;
- задание 21 базового уровня сложности, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции окислительно-восстановительные» и представленное в

формате на установление соответствия между элементами двух множеств, будет оцениваться 1 баллом;

- задание 26 базового уровня сложности, ориентированное на проверку усвоения содержательных линий «Экспериментальные основы химии» и «Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ» и представленное в формате на установление соответствия между элементами двух множеств, будет оцениваться 1 баллом;

Кроме того, в 2018 г. было увеличено количество заданий части 2 (с 5 до 6 заданий), что привело к увеличению общего количества заданий экзаменационной работы с 34 (в 2017 г.) до 35. Это достигнуто посредством введения заданий с единым контекстом. В частности, в данном формате представлены задания 30 и 31, которые ориентированы на проверку усвоения важных элементов содержания: «Реакции окислительно-восстановительные» и «Реакции ионного обмена».

- задание 30 высокого уровня сложности с развернутым ответом, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции окислительно-восстановительные», будет оцениваться максимально 2 баллами;
- задание 31 высокого уровня сложности с развернутым ответом, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции ионного обмена», будет оцениваться максимально 2 баллами.

Таким образом, предпринятые изменения в экзаменационной работе 2018 г., прежде всего, были ориентированы на повышение дифференцирующей способности заданий, а также на усиление объективности оценивания образовательной подготовки выпускников по химии.

Другим направлением изменений стало усиление внимания к проверке сформированности познавательных и регулятивных универсальных учебных действий (УУД), в первую очередь таких, как: применять знания в системе, самостоятельно оценивать правильность выполнения учебной и учебно-практической задачи, а также сочетать знания о химических объектах с пониманием математической зависимости между различными физическими величинами.

В 2018 г. в основной период в ЕГЭ по химии приняли участие более 84,5 тыс. человек, что более чем на 11 тыс. человек больше, чем в 2017 г. Средний балл выполнения экзаменационной работы практически не изменился и составил 55,1 балла (в 2017 г. – 55,2).

Доля выпускников, не преодолевших минимального балла, составила 15,9%, что незначительно выше, чем в 2017 г. (15,2%).

Второй год наблюдается увеличение числа высокобалльников (81–100 баллов): в 2018 году прирост составил 1,9% в сравнении с 2017 г. (в 2017 г – 2,6% в сравнении с 2016 г.). Отмечен также определенный прирост стобалльников: в 2018 г. он составил 0,25%.

Полученные результаты могут быть обусловлены более целенаправленной подготовкой старшеклассников к определенным моделям заданий, в первую очередь, высокого уровня сложности, включаемых в часть 2 экзаменационного варианта. В качестве другой причины можно назвать участие в ЕГЭ по химии победителей олимпиад, дающих право на внеконкурсное поступление при условии выполнения экзаменационной работы более чем на 70 баллов. Определенную роль в повышении результатов могло сыграть и размещение в открытом банке заданий большего количества образцов заданий, включаемых в экзаменационные варианты.

Таким образом, одной из основных задач на 2018 г. стало усиление дифференцирующей способности отдельных заданий и экзаменационного варианта в целом. С этой целью в 2018 г. была включена новая модель заданий, в условии которого есть единый контекст, представляющий собой перечень веществ, из которого экзаменуемые должны выбрать вещества и составить из них уравнения химических реакций. Данное изменение позволило повысить сложность задания 30, проверяющего элемент содержания «окислительно-восстановительные реакции», и дополнить вариант проверки еще одного

значимого элемента содержания – «реакции ионного обмена» (задание 31). Показательно, что если в 2017 г. задание 30 было выполнено в среднем практически на 68,3% и с ним успешно справлялись многие выпускники с удовлетворительной подготовкой (на 63%), то в 2018 г. в среднем экзаменуемые справились на 41%, а выпускники с удовлетворительной подготовкой – лишь на 22%. Это обусловлено особенностями обновленной модели, предусматривающей большую вариативность и самостоятельность при разработке алгоритма решения, что у менее подготовленных выпускников вызывает существенные затруднения.

Результаты выполнения работы в 2017 г. показали, что три задания экзаменационной работы не в полной мере соответствовали параметрам, предъявляемым к заданиям базового и повышенного уровней. В связи с этим в 2018 г. эти задания были скорректированы. Это позволило сократить время на выполнение двух однобалльных заданий базового уровня сложности, а также уменьшить количество выполняемых в них аналогичных по уровню сложности мыслительных действий, которые не отражают различного уровня подготовки выпускников. Причем высвободившееся время позволило больше внимания уделить более сложным заданиям или проверке ответов.

Условие другого задания повышенного уровня сложности (задание 9) было скорректировано, и повышен максимальный балл (до 2) за его правильное выполнение. Такое изменение позволило повысить его дифференцирующую способность, так как менее подготовленные выпускники стали выполнять его менее успешно, набирая меньшее количество баллов, что в целом в большей степени отражает реальный уровень их подготовки.

В части 1 экзаменационной работы 2018 г. задания были сгруппированы по четырем тематическим блокам, которые подразделены на содержательные линии:

- **«Теоретические основы химии:** «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»;
- **«Методы познания в химии. Химия и жизнь:** Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций».

В каждом из этих тематических блоков были представлены задания как базового, так и повышенного уровней сложности, расположенные по нарастанию количества и уровня сложности действий, которые необходимы для их выполнения.

**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»**

Этот блок содержал только задания базового уровня сложности, которые были ориентированы на проверку усвоения базовых понятий характеризующих строение атомов химических элементов и строение веществ, а также на проверку умений применять Периодический закон для сравнения свойств элементов и их соединений. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		базового уровня	повышенного уровня	высокого уровня

		СЛОЖНОСТИ	СЛОЖНОСТИ	СЛОЖНОСТИ
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния атомов	61,0	–	–
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	62,0	–	–
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	80,2	–	–
4	Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	52,6	–	–

Данные таблицы показывают, что практически все элементы содержания этого блока хорошо усвоены выпускниками на базовом уровне. При выполнении заданий участники экзамена продемонстрировали уверенное овладение следующими умениями: определять строение атомов химических элементов, сравнивать строение атомов между собой, выделять сходство и характер изменения свойств элементов и их соединений, определять степень окисления атомов химических элементов. Вместе с тем участники экзамена продемонстрировали недостаточно прочные знания теории химической связи – задание 4 экзаменационной работы успешно выполнили только 52,6% экзаменуемых.

Необходимо отметить, что в этом блоке есть отдельные задания (1–4), выполнение которых вызвало затруднения даже у некоторых выпускников с хорошей подготовкой. Рассмотрим некоторые характерные затруднения экзаменуемых на конкретных примерах.

*Пример 1*

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

1) V                    2) В                    3) Li                    4) С                    5) He

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

1. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют электронную формулу внешнего энергетического уровня  $ns^2$ .

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 15.

Средний процент выполнения этого задания сравнительно низкий – 37,7, особенно низкий он у участников со слабой подготовкой – 14,7, но и у некоторых хорошо подготовленных выпускников это задание вызвало затруднения (процент выполнения в этой группе – 63,8). Причина может быть в том, что выпускники недостаточно внимательно проанализировали условие задания и предложенные варианты ответов. Так, неверный вариант ответа 35 (литий и гелий) привели 16,6% участников ЕГЭ, и 11% ответили 24 (бор и углерод). Таким образом, были выбраны элементы главных подгрупп, электронная конфигурация внешнего энергетического уровня которых содержит описанный в условии задания фрагмент  $ns^2$ , но полностью условию задания не удовлетворяет: так, электронная конфигурация внешнего уровня бора –  $2s^2 2p^1$ , а углерода –  $2s^2 2p^2$ . При этом подходящий под условие задания  $d$ -элемент побочной группы ванадий экзаменуемые не выбирали. Как известно, у  $d$ -элементов конфигурация внешнего электронного уровня, как правило,  $ns^2$  либо  $ns^1$ , а также являющиеся валентными  $d$ -электроны располагаются на предвнешнем уровне. Так, ванадий имеет конфигурацию  $3d^3 4s^2$ . Нужно отметить, что при выполнении этого задания рекомендуется записывать электронные конфигурации атомов для того, чтобы избежать ошибок при ответе на поставленный вопрос.

Приведем еще один пример конкретного задания, при выполнении которого недостаточный анализ условия задания привел к ошибкам в ответе.

*Пример 2*

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

1) V                    2) Br                    3) S                    4) As                    5) I

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 электроотрицательности.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 241.

Приведем статистические результаты выполнения данного задания.

Ответ	241	214	124	142
% участников	30,4	35,5	12,7	11,1

Как видно из этих данных, наибольшее число участников (35,5%) дали неверный ответ, формально применяя знания о закономерностях изменения свойств элементов по их расположению в Периодической системе; они не учитывали того факта, что речь идет об элементах большого периода. И только 30,4% выпускников, которые внимательно прочитали и проанализировали условие, дали верный ответ. Также обратим внимание на то, что в условии задания требуется расположить элементы в определенном порядке. И достаточно большое число выпускников (11,1%) не обратили внимания на то, в каком порядке требуется расположить химические элементы.

Сравнительно низкий средний процент выполнения отмечался у заданий 4, проверяющих усвоение знаний о химической связи в веществах, – менее 60. Некоторые участники ЕГЭ при выполнении этого задания продемонстрировали недостаточную глубину владения материалом: не учитывали наличия в одном веществе различных видов химической связи между атомами химических элементов в зависимости от значения их электроотрицательности; испытывали трудности при выявлении соединений, молекулы которых способны к образованию водородной связи, и т.д. Приведем пример конкретного задания, вызвавшего трудности.

### Пример 3

*Из предложенного перечня выберите два соединения, между молекулами которых образуется водородная связь.*

- 1)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 2)  $\text{SiH}_4$
- 3)  $\text{C}_2\text{H}_4$
- 4)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
- 5)  $\text{NH}_3$

*Ответ: 15.*

Для успешного выполнения подобных заданий экзаменуемые обязательно должны были продемонстрировать владение знаниями о природе и механизме возникновения водородной связи, а также проанализировать качественный состав каждого вещества, которое указано в условии задания. Известно, что водородная связь образуется между молекулами, имеющими в своем составе фрагменты -ОН, -NH- и HF. Так, водородные связи образуются между молекулами метанола  $\text{CH}_3\text{OH}$ , а также между молекулами аммиака  $\text{NH}_3$ . Только 34,6% выпускников дали полный правильный ответ на это задание. Большинство выпускников неверно указали одно из веществ.

Ответ	14	25	35	13
% участников	24,9	18	6,5	3,4

Необходимо отметить, что выпускники, принадлежащие к сильной группе, успешнее выполнили это задание (65,5%) по сравнению со слабой группой (8,5%).

### Блок «Неорганическая химия»

Второй блок заданий экзаменационной работы включал в себя задания базового, повышенного и высокого уровней сложности. Задания располагались в порядке увеличения их сложности, а задание высокого уровня сложности требовало написания развернутого ответа и располагалось в части 2 экзаменационной работы. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 2.



Таблица 2

№ задания в работе	Контролируемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	76,3	–	–
6	Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа. Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	62,8	–	–
7	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка). Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	66,5	–	–
8	Характерные химические свойства неорганических веществ: – простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных;	–	49,3	–

	– оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)			
9	Характерные химические свойства неорганических веществ: – простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных; – оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)	–	47,4	–
10	Взаимосвязь неорганических веществ	66,5	–	–
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	–	–	37,6

Данные таблицы позволяют утверждать, что участники ЕГЭ на базовом уровне прочно овладели умениями определять принадлежность веществ к различным классам неорганических соединений, называть изученные вещества по тривиальной или международной номенклатуре, выявлять взаимосвязь неорганических веществ.

Отметим некоторые задания, выполнение которых вызвало затруднения у выпускников. На конкретных примерах рассмотрим характерные затруднения экзаменуемых.

*Пример 4*

*Из предложенного перечня выберите два оксида, которые реагируют с оксидом меди(II).*

- 1)  $H_2O$
- 2)  $CO$
- 3)  $NO$
- 4)  $MgO$
- 5)  $P_2O_5$

*Ответ: 25.*

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
31,3	6,8	70,1

Статистические данные показывают, что использование такого формата условия задания позволяет хорошо дифференцировать выпускников: выпускники со слабой подготовкой почти не справились с этим заданием (6,8%), в то время как хорошо подготовленные участники преимущественно выполнили его верно (70,1%). Выполнение этого задания предполагало следующую последовательность мыслительных операций: определить химический характер каждого из перечисленных оксидов; на основании этого определить, что основной оксид меди(II) реагирует с кислотным оксидом фосфора(V) и вступает в окислительно-восстановительную реакцию с оксидом углерода(II).

Только 31,3% участников смогли дать полный ответ: указать два оксида (25), с которыми реагирует оксид меди(II). Указать ответ 5 ( $P_2O_5$ ) смогли еще 31,2% экзаменуемых, но они неверно указали второе вещество. Еще часть выпускников (8,9%) указали ответ 12 ( $H_2O$  и  $CO$ ).

В работе этого года задание на позиции 7 присутствовало в несколько измененной форме по сравнению с аналогичным заданием в работе 2017 г. При выполнении задания участникам нужно было определить два вещества, которые участвуют в реакциях с указанным в условии реагентом. В соответствии с этим была изменена шкала оценивания задания, в 2017 г. это задание оценивалось в 1 балл, а в 2018 г. – 2 балла. Выполнение таких заданий требовало тщательного анализа условия, применения знаний свойств веществ и механизма протекания реакций ионного обмена. Рассмотрим пример конкретного задания и результаты его выполнения.

#### Пример 5

*Даны две пробирки с раствором хлорида алюминия. В одну из них добавили раствор сильного электролита X, а в другую – раствор слабого электролита Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали образование осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступить в описанные реакции.*

- 1) аммиак
- 2) нитрат натрия
- 3) нитрат серебра
- 4) гидроксид железа(II)
- 5) иодоводород

Ответ:

X	Y

Ответ: 31.

Приведем статистические результаты выполнения данного задания.

Ответ	34	31	43	13
% участников	38,3	17,6	15,1	4,5

Отметим, что в данном случае полностью верный ответ дали только 17,6% выпускников. Отметим также, что вещество X было указано верно большинством экзаменуемых. Основные затруднения вызвало определение вещества Y. Видимо, отыскав

среди ответов слабый электролит  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , многие экзаменуемые не учли его неспособность вступать в реакцию ионного обмена с хлоридом алюминия и указали в качестве ответа последовательность цифр 34. Отыскать среди предложенных веществ аммиак, раствор которого является слабым электролитом и реагирует с хлоридом алюминия, оказалось по силам только наиболее подготовленным участниками (64,2%). Таким образом, задания экзаменационной работы на позиции 7 хорошо дифференцируют экзаменуемых по уровню их подготовки.

Необходимо отметить сравнительно низкий средний процент (менее 50) выполнения заданий повышенного уровня сложности на позициях 8 и 9, которые ориентированы на комплексную проверку знаний о свойствах неорганических веществ. Формат предъявления условия задания 8 сохранился таким же, как и в работе 2017 г., и его результат выполнения соизмерим с результатом прошлого года (47,1% в 2017 г.). Условие задания 9 было представлено в формате установления соответствия между реагирующими веществами и продуктами реакции между этими веществами и оценивалось максимально 2 баллами.

Статистические данные выполнения этого задания показали, что оно хорошо дифференцирует участников экзамена по уровню их подготовки.

Средний процент выполнения заданий всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
47,4	13,9	94,9

Рассмотрим пример такого задания.

*Пример 6*

*Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами(-ом) этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.*

*ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА*

- A)  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$*
- B)  $\text{Ca}$  и  $\text{H}_2\text{O}$*
- B)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{NaOH}$  (изб.)*
- Г)  $\text{CaO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$*

*ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ*

- 1)  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$*
- 2)  $\text{CaO}$  и  $\text{H}_2$*
- 3)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{NaOH}$*
- 4)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{H}_2$*
- 5)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$*
- 6)  $\text{CaCO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$*

*Ответ: 6465.*

Приведем статистические результаты выполнения данного задания.

Ответ	3465	6465	3265	6415
% участников	23,5	14,8	11,2	8,7

При выполнении данного задания экзаменуемым необходимо было продумать особенности протекания четырех реакций: проанализировав вещества, вступающие в реакцию, а также условия проведения процессов, предсказать продукты этих реакций, выбрав их из предложенного перечня.

Выполнение задания предусматривало комплексное применение знаний химических свойств конкретных веществ с учетом указанных условий проведения реакции между ними. Безусловно, написание уравнений реакций при выполнении этого задания оказало бы значительную помощь в формулировании ответа. К сожалению, участники часто пренебрегают таким приемом, что и приводит к неверному ответу.

Так, при рассмотрении веществ, вступающих в реакцию в случае А и В, участники должны были обратить внимание на то, что в реакцию вступили кислые соли и основания, а следовательно, продуктами будут средние соли и вода (ответ 6). Отметим сразу, что

достаточно большое число выпускников допустили ошибку и предложили в качестве продуктов кислые соли, образование которых невозможно в присутствии щелочей (ответы 3 и 1). В случае Б и Г речь шла о взаимодействии с водой кальция и оксида кальция соответственно. Результатом обоих взаимодействий был гидроксид кальция, единственный продукт в случае оксида кальция Г. В случае Б нужно было сделать вывод о протекании окислительно-восстановительной реакции и выбрать ответ 4 –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{H}_2$ . Такой ход рассуждений оказался по силам только наиболее подготовленным выпускниками, о чем свидетельствуют данные статистики.

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
32,8	6,6	65,1

Усвоение знаний о взаимосвязи неорганических веществ проверялось с помощью заданий базового уровня сложности с кратким ответом (10) и заданием высокого уровня сложности с развернутым ответом (32). Формат предъявления условия этих заданий остался неизменным с прошлого года, поэтому алгоритм выполнения их был хорошо известен участникам и задания были выполнены достаточно успешно.

#### Блок «Органическая химия»

Данный блок также содержал задания различного уровня сложности: базового (задания 11–15 и 18), повышенного (задания 16 и 17) и высокого (задание 33). Результаты выполнения заданий представлены в табл. 3.

Таблица 3

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
11	Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	61,2	–	–
12	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	56,2	–	–
13	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов (в лаборатории)	57,7	–	–
14	Характерные химические свойства предельных одноатомных и	56,9	–	–

	многоатомных спиртов, фенола. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений в лаборатории			
15	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Важнейшие способы получения аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	47,0	–	–
18	Взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений	56,4	–	–
16	Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и гомологов бензола, стирола). Важнейшие способы получения углеводов. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	–	48,7	–
17	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров. Важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений	–	48,6	–
33	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	–	–	41,1

Экзаменуемые успешно справились с заданиями базового уровня сложности, которые проверяли знания классификации органических веществ (средний процент выполнения – более 60). Наряду с этим задания базового уровня сложности, которые в экзаменационной работе были представлены на позициях (12–15 и 18), участники выполнили менее успешно – средний процент выполнения менее 60. Задания повышенного и высокого уровней сложности были выполнены экзаменуемыми достаточно успешно (средний процент выполнения – более 45). Нужно отметить, что все задания блока «Органическая химия» по формату предъявления условий аналогичны заданиям прошлого года. Результаты выполнения заданий ЕГЭ 2018 г. сопоставимы с результатами выполнения аналогичных заданий в прошлом году, о чем свидетельствуют данные таблицы, представленные ниже.

№ задания	11	12	13	14	15	18	16	17	33
Средний процент выполнения заданий в 2018 г.	61,2	56,2	57,7	56,9	47,0	56,4	48,7	48,6	41,1
Средний процент выполнения заданий в 2017 г.	64,7	56,4	55,9	48,2	47,3	63,3	54,7	43,0	45,0

Рассмотрим характерные ошибки участников на примерах конкретных заданий.

*Пример 7.*

*Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых только один атом углерода находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации.*

- 1)  $CH_2=CH-CH_3$
- 2)  $CH_2=CH-COOH$
- 3)  $HCOOH$
- 4)  $C_6H_5-CHO$
- 5)  $CH_3-CH_2-CHO$

*Ответ: 35.*

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
24,8	7,1	57,1

Сравнительно низкий процент выполнения этого задания говорит о том, что даже участники с хорошей подготовкой допустили ошибки при определении веществ, соответствующих условию задания. Треть экзаменуемых (32,4%) выбрали полностью неверный ответ 12 ( $CH_2=CH-CH_3$  и  $CH_2=CH-COOH$ ) и еще около 14% выбрали частично правильный ответ: наряду с верно выбранным веществом 5 ( $CH_3-CH_2-COOH$ ) неверно выбрали вещество 1 ( $CH_2=CH-CH_3$ ) или вещество 4 ( $C_6H_5-CHO$ ). Выпускникам известно, что в состоянии  $sp^2$ -гибридизации должен находиться атом углерода, который образует двойную связь. Но они не учли требование условия – только один атом углерода. Из этого надо было сделать вывод о том, что двойную связь атом углерода должен образовывать с атомом кислорода. Только тщательный анализ электронного строения каждого из веществ позволил сформулировать верный ответ на задание. Но большинство экзаменуемых такого анализа не провели и, соответственно, допустили указанные выше ошибки.

*Пример 8*

*Из предложенного перечня выберите две реакции, в результате которых образуется алкан.*

- 1) гидратация ацетилена
- 2) гидролиз карбида кальция
- 3) нагревание ацетата калия с щёлочью
- 4) деполимеризация полистирола
- 5) электролиз раствора ацетата натрия

Ответ: 35.

Средний процент выполнения задания всеми участниками	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой
42	9,1	89,9

Для успешного выполнения задания необходимо применить знания химических свойств и способов получения углеводов различных классов, владеть химической терминологией. Отметим, что достаточно низкий средний процент выполнения задания обусловлен существенным влиянием результатов выпускников со слабой подготовкой. При выполнении подобных заданий необходимо записывать уравнения указанных в условии реакций, чтобы убедиться в правильности своего ответа. Статистические данные выполнения этого представлены ниже в таблице.

Ответ	35	13	25	23
% участников	42	9,8	8,7	8,2

Представленные данные показывают, что участники экзамена, как правило, находят хотя бы один из двух верных ответов. В то же время почти 17% экзаменуемых выбрали в качестве ответа вариант 2 (гидролиз карбида кальция), хотя продуктом этой реакции является алкин – ацетилен. Почти 10% экзаменуемых выбрали вариант 1 (гидратация ацетилена). Вероятно, они перепутали процессы гидратации и гидрирования. Известно, что процесс гидратации алкинов приводит к образованию карбонильных соединений, а процесс гидрирования – к образованию алканов.

#### **Блок «Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций»**

Усвоение элементов содержания этого блока проверялось заданиями различного уровня сложности, в их числе: 4 задания базового уровня сложности, 4 задания повышенного уровня сложности и 2 задания высокого уровня сложности. Содержание условий этих заданий имеет прикладной и практико-ориентированный характер, они также направлены на проверку усвоения некоторого фактологического материала. Выполнение заданий предусматривало проверку сформированности умений: использовать в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, о промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; планировать проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ на основе приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в быту; проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 4.

Таблица 4

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	54,3	–	–
20	Скорость реакции, ее зависимость от различных	78,6	–	–



	факторов			
21	Реакции окислительно-восстановительные.	79,9	–	–
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	–	75,0	–
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	–	62,6	–
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	–	64,0	–
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	–	44,8	–
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	41,8	–	–
30	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и	–	–	41,0

	слабые электролиты. Реакции ионного обмена			
31	Реакции окислительно-восстановительные	–	–	60,1

Данные таблицы позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания данного блока хорошо усвоены выпускниками. Формат предъявления условия большинства заданий базового и повышенного уровней сложности в этом году аналогичен заданиям экзаменационной работы 2017 г. Результаты выполнения заданий совпадают с результатами прошлого года. Небольшое изменение претерпело условие задания на позиции 26: уменьшена содержательная насыщенность, и изменен уровень сложности до базового. Нужно отметить, что такое изменение практически не сказалось на результатах выполнения: в 2018 г. – 41,8%, а в 2017 г. – 45,5%. Такой относительно низкий процент выполнения можно объяснить спецификой данного задания. Для успешного выполнения этого задания экзаменуемый должен обладать фактологическими знаниями о способах получения веществ, областях их применения, методах разделения смесей, о технологических принципах определенных химических производств. Зачастую выпускники со слабой подготовкой этими знаниями не обладают, что и объясняет низкий уровень выполнения (10,4%). Выпускники с высоким уровнем подготовки демонстрируют гораздо лучший результат (86,4%).

В 2018 г. изменения коснулись заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом. Было изменено задание 30 высокого уровня сложности с развернутым ответом, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции окислительно-восстановительные», а также добавлено задание 31 высокого уровня сложности с развернутым ответом, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции ионного обмена». Эти задания были объединены единым контекстом. Выпускникам предлагалось из предложенного перечня веществ выбрать те вещества, между которыми может протекать окислительно-восстановительная реакция (задание 30) и реакция ионного обмена (задание 31). Далее необходимо было записать уравнение реакции, привести электронный баланс и указать вещество-окислитель и вещество-восстановитель (задание 30) либо записать уравнения в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах (задание 31). Оба задания максимально оценивались в 2 балла каждое.

Статистические данные этих заданий представлены в таблице.

Средний процент выполнения задания 30				
Все участники	группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
41	1,5	22,1	68,1	94,7
Средний процент выполнения задания 31				
Все участники	группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
60,1	8,7	54,2	81,9	93,8

Можно отметить, что экзаменуемые успешно выполняют задание 30, демонстрируя при этом прочно сформированное умение составлять уравнение окислительно-восстановительной реакции, составлять электронный баланс и на его основе находить коэффициенты в уравнении этой реакции. По сравнению с 2017 г. успешность выполнения этого задания несколько снизилась (в 2017 г. она составляла 68,3%). Это объясняется возросшим уровнем сложности задания, в 2018 г. участники сами должны были выбирать вещества и составлять уравнение окислительно-восстановительной реакции, а не работать с уже готовой схемой реакции, как было ранее. Также можно отметить, что задание 30 хорошо дифференцирует участников по уровню подготовки. Аналогичная ситуация наблюдается с заданием 31. Выпускники с высоким уровнем подготовки уверенно справились с написанием уравнением реакции ионного обмена, а слабо подготовленные выпускники практически не выполнили это задание.

Важную роль в дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки играли расчетные задачи. Задачи базового уровня сложности с кратким ответом (27–29) проверяли умение проводить один из видов расчетов. А комплексное использование нескольких видов расчетов для решения одной задачи требовало записи развернутого ответа (задания 34 и 35). Результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 5.

Таблица 5

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
27	Расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	61,2	–	–
28	Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях. Расчеты по термохимическим уравнениям	58,3	–	–
29	Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ	59,5	–	–
33	Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	–	–	21,3
34	Нахождение молекулярной формулы вещества	–	–	25,7

Как видно из таблицы, выпускники достаточно успешно могут применять один из видов расчетов для решения задач базового уровня сложности.

Наиболее сложным было задание 34, решение которого требовало самостоятельного выбора используемых видов расчетов, их логической последовательности при поиске неизвестной физической величины. Средний процент выполнения таких заданий экзаменуемыми с различным уровнем подготовки представлен в таблице.

Средний процент выполнения				
Все участники	группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
21,3	0,21	4,8	33,7	84,3

Шкала оценивания выполнения этого задания предполагала максимальные 4 балла. Ниже приведена таблица, которая демонстрирует успешность выполнения этого задания выпускниками каждой из групп по уровню их подготовки.

Группы выпускников по уровням подготовки	Доля выпускников, получивших определенное количество баллов			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
группа 1	0,6	0,08	0,02	0,0%
группа 2	9,4	2,9	0,52	0,56
группа 3	26,7	21,6	6,5	11,3
группа 4	5,0	16,2	11,6	66,2

Такие результаты свидетельствуют о том, что некоторые выпускники с самым низким уровнем подготовки (группа 1) приступали к решению расчетных задач и нескольким из них удалось получить 1 балл за выполнение задания. Среди выпускников с удовлетворительным уровнем подготовки (группа 2) большинство из тех, кто приступал к выполнению задания 34, также смогли получить только 1 балл. Это означает, что эти выпускники смогли правильно составить уравнения химических реакций, о которых шла речь в условии задачи.

Наибольшее число выпускников с хорошей подготовкой смогли получить 2 балла за выполнение задания, т.е. наряду с составлением уравнений реакций они смогли правильно произвести вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания.

Сравнение результатов выполнения этих заданий группами выпускников с хорошим (группа 3) и отличной (группа 4) подготовкой позволяет судить о ведущей роли заданий № 34 в дифференциации выпускников из этих групп. Как видно из таблицы, лишь небольшой процент выпускников с хорошей подготовкой (11%) смогли получить максимальные 4 балла за выполнение задания. Очевидно, что выполнить это задание полностью, т.е. продемонстрировать логически обоснованную взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчеты и определить неизвестную физическую величину, смогли только наиболее подготовленные выпускники.

Охарактеризуем результаты выполнения экзаменационной работы группами выпускников с различным уровнем подготовки.

Результаты **группы 1** (участники, не преодолевшие минимального балла и набравшие от 0 до 13 баллов) свидетельствуют о том, что на требуемом уровне (более 50% выполнения задания) усвоен только один элемент содержания (задание 3 – 51%) – «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов», контролируемый заданием 3 базового уровня сложности. Можно констатировать, что уровень подготовки, соответствующий требованиям стандарта, данной группы выпускников не достигнут.

С наибольшей степенью успешности (от 30% до 40%) выполняются 7–10 заданий варианте, контролирующих усвоение отдельных элементов содержания, которые не образуют систему химических знаний: «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния атомов» (задание 1 – 34,4%); «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам; общая характеристика металлов и неметаллов в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов» (2 – 31,7%); «Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ» (5 – 35,4%); «Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, характерные химические свойства кислот, характерные химические свойства солей, электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах, сильные и слабые электролиты, реакции ионного обмена» (7 – 32,7%); «Взаимосвязь неорганических веществ» (10 – 34,8%), «Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов» (20 – 40,9%); «Реакции окислительно-восстановительные» (21 – 33,9%). При сравнении с 2017 г. можно

увидеть определенное снижение результатов, которые в прошлом году колебались в интервале 40–46%.

Усвоение всех вышеперечисленных элементов содержания проверяются заданиями базового уровня сложности. Как видно из результатов, даже при выполнении таких заданий, проверяющих содержание ведущих разделов курса химии как основной, так и средней школы, данная группа выпускников испытывала существенные затруднения.

Процент выполнения ими большинства заданий повышенного уровня сложности преимущественно колеблется в интервале 5–15%, и только для одного из них он равен 28%

Из заданий высокого уровня сложности максимальный результат получен за выполнение задания, проверяющего усвоение элемента содержания «Реакции ионного обмена», – 8,7%. За все другие задания процент выполнения не превысил значения 1,6%.

Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности – 21,3, для заданий повышенного уровня сложности – 10,9, а высокого – 2,3, что на 2–3% хуже аналогичных показателей прошлого года.

Средний процент выполнения всех заданий экзаменационного варианта данной группой экзаменуемых составил 16,2.

Как видно из результатов, базовые элементы содержания, относящиеся к освоению теоретической базы курса химии – знания о строении атомов, закономерностях изменения свойств химических элементов по группам и периодам, классах неорганических и органических веществ и их свойствах – данной группой выпускников практически не усвоены. Это не позволяет им самостоятельно составлять уравнения реакций, прогнозировать продукты реакций и выполнять расчетные задачи.

Таким образом, следует заметить, что для данной группы выпускников принципиальным вопросом при подготовке к экзамену является четкое планирование этого процесса, предусматривающего на первом этапе повторение базового материала курса химии, включающего первоначальную систему знаний, в том числе изученного в основной школе, и только затем систематическое изучение нового материала. На данном этапе при отработке материала следует использовать разнообразные задания как по форме, так и по уровню сложности, при этом необходимо требовать от учащихся подробно записывать и объяснять промежуточные действия в предлагаемом решении, даже в случае с заданиями в кратком ответе. Важным также является момент мотивации и осознания ответственности за результат выбранного экзамена и четкого планирования подготовки.

**Группой 2** выпускников (с результатом от 14 до 34 баллов) успешно усвоено существенное количество элементов содержания школьного курса химии, которые проверяются 15 заданиями преимущественно базового уровня сложности: уровень их выполнения находится в интервале от 50% до 80%.

Данной группой выпускников более чем на 50% (кроме успешно усвоенных группой 1), были выполнены задания, которые проверяют следующие элементы содержания на базовом уровне:

- характерные химические свойства простых веществ-металлов и веществ-неметаллов (задание 6);
- характерные химические свойства неорганических веществ (задание 11);
- 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 (задание 26).

Наиболее успешно выполненной расчетной задачей было задание 27, предусматривающее проверку умения проводить расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»: средний показатель ее выполнения составляет 52,4%.

Среди заданий повышенного уровня наиболее успешно были выполнены задания, контролирующие усвоение следующих элементов содержания:

- электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот) (задание 22);
- гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная (задание 23);
- обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов (задание 24);
- качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений (задание 25);

Из приведенного выше перечня элементов содержания, усвоенных выпускниками из группы 2, следует, что, во-первых, все они относятся к разделу «Общая химия». Анализ условий заданий, расположенных на этих позициях экзаменационных вариантов, свидетельствует, что на этих позициях экзаменационного варианта расположены задания, условия которых сформулированы в привычной для школьников форме и в которых требуется применение знаний и умений в знакомой ситуации, например: определять принадлежность веществ к различным классам; составлять формулы веществ и уравнений реакций; определять окислитель и восстановитель, среду водного раствора солей. Если же для выполнения задания требуется применить знакомые понятия и знания закономерности в обновленной ситуации или в отношении веществ и реакций, которые не встретились в школьных учебниках, то успешность выполнения задания резко снижается.

Наибольшие сложности у экзаменуемых из этой группы вызвали задания, проверяющие усвоение элементов содержания, направленных на контроль усвоения знаний о химических свойствах неорганических и органических веществ, а также существования взаимосвязи между ними:

- характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов; характерные химические свойства кислот; характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка); электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах, сильные и слабые электролиты; реакции ионного обмена (7);
- взаимосвязь неорганических веществ (10);
- характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот; биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки (15);
- взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений (18).

Для выполнения этих заданий у выпускников должно быть сформированы умения более высокого уровня сложности, чем для выполнения группы заданий 22–25, так как основными контролируемыми умениями в них являются умение характеризовать свойства веществ, которое включает в себя такую мыслительную операцию, как установление причинно-следственных связей между составом, строением и свойствами веществ, а также умение составлять уравнения реакций, отражающих способы их последовательного получения. Однако это умение предполагает выполнение комплекса действий, которые у данной группы участников отработаны не в должной степени.

Кроме того, при выполнении этих заданий необходимо было учитывать не только характерные свойства реагирующих веществ, но и условия, в которых проводится каждая из реакций, а также уметь прогнозировать те изменения, которые будут происходить с веществами в процессе протекания реакций.

Из заданий высокого уровня сложности наиболее успешно было выполнено задание 31, которое проверяет усвоение элемента содержания «Реакции ионного обмена»,

что является закономерным, так как начало изучения этой темы относится к 9 классу. В дальнейшем она становится сквозной тематической линией при изучении других тем курса 9 и 11 классов.

Кроме успешно выполненного задания 31, другие задания высокого уровня сложности (30, 32–35) данная группа выпускников смогла выполнить менее чем на 22%, а расчетные задачи 34 и 35, предусматривающие комплексное применение химических знаний и умений, составление и строгое следование ему алгоритма – на 4,8% и 10% соответственно.

Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности у данной группы экзаменуемых составил 61,8, заданий повышенного уровня сложности – 55,0, а высокого – 37,8.

Таким образом, выпускниками с удовлетворительной подготовкой успешно усвоено значительное количество элементов содержания школьного курса химии, которые не приведены в систему, позволяющую устанавливать причинно-следственные связи и применять знания из разных содержательных блоков или в обновленных ситуациях.

Экзаменуемыми с удовлетворительной подготовкой успешно освоены базовые умения: характеризовать особенности строения атомов химических элементов по положению в Периодической системе, определять виды химической связи, определять возможность протекания химических реакций, составлять уравнения реакции по схемам реакций, определять продукты реакций по формулам исходных веществ и т.п. Как видно из перечня умений, они предполагают осуществление двух-трех взаимосвязанных логических действий.

Более широкий комплекс сформированных умений позволил данной группе экзаменуемых более успешно (чем группе 1 выпускников) выполнить не только 12 заданий базового, но и 2 задания повышенного и 1 высокого уровня сложности.

Основными проблемами в подготовке выпускников с удовлетворительной подготовкой являются несистематизированность теоретических знаний и недостаточная степень сформированности универсальных учебных действий (УУД), в первую очередь познавательных и регулятивных. В целях формирования общеучебных умений, выпускниками из данной группы целесообразно предлагать задания на аналогию, позволяющие увидеть общие признаки у, казалось бы, разных объектов (веществ и химических реакций), а также направленные на отработку и применение знаний и умений в обновленной ситуации или на систематизацию знаний, предусматривающих самостоятельное составление обобщающих таблиц и схем, прежде всего после изучения большого объема материала (темы, раздела).

**Группа 3** выпускников (с результатом от 35 до 53 баллов) успешно справилась практически со всеми заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности, что позволяет сделать вывод о том, что все элементы содержания школьного курса химии усвоены ими успешно.

Экзаменуемые хорошо понимают границы применения сформированных понятий и существование между ними взаимосвязи, владеют знаниями о закономерностях изменения свойств химических элементов и образуемых ими веществ по группам и периодам, о свойствах неорганических и органических веществ. Такой большой комплекс химических знаний позволяет осуществлять последовательные мыслительные (аналитические, логические) операции, предусмотренные заданиями повышенного и высокого уровней сложности. Как правило, у данной группы участников трудности вызывают не отдельные элементы содержания, а ситуации, в которых требуется использование нескольких элементов, относящихся к различным темам курса химии, или когда с этими элементами предполагается осуществление различных мыслительных действий.

Такой результат обусловлен достижением на качественно ином уровне, чем у группы 2 выпускников, не только предметных, но и метапредметных планируемых результатов, которые предполагают более высокий уровень познавательной деятельности и самостоятельности в ее осуществлении.

Среди умений, которые отличают данную группу выпускников от предыдущей, можно назвать следующие:

- определять: изомеры и гомологи по структурным формулам, характер среды в водных растворах веществ, окислитель и восстановитель;
- характеризовать: общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; состав, свойства и применение основных классов органических и неорганических соединений; общие химические свойства основных классов неорганических и органических веществ; сущность реакций ионного обмена;
- объяснять закономерности в изменении свойств веществ, сущность изученных видов химических реакций;
- объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения;
- проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям реакций;
- прогнозировать возможность протекания химических реакций на основе анализа состава веществ и определять продукты реакции с учетом условий их проведения.

Сформированные умения позволяют данной группе выпускников успешно выполнять задания любого уровня сложности, в том числе повышенного и высокого уровней сложности.

Об этом свидетельствуют средние проценты выполнения заданий: так, для заданий базового уровня сложности он равен 81,4, для повышенного уровня – 78,5, а для высокого – 39,2.

Однако в части 1 есть три задания (9, 15, 26), в которых были показаны сравнительно низкие результаты. В заданиях 9 и 15 комплексно проверяются характерные химические свойства неорганических веществ и характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений, а в задании 26 – знания о методах познания веществ, способах получения и областях применения веществ и химических реакций в лаборатории и в промышленности. (26). Первые два задания выполнены на 68%, а третье – на 58%, что существенно ниже, чем выполнение других заданий этой части (средний процент выполнения – 81).

Одной из возможных причин низких результатов выполнения указанной группы заданий является недостаточный уровень систематизации и обобщения контролируемого этими заданиями материала. Так, например, несмотря на владение выпускниками из данной группы понятийным аппаратом курса химии, важным является также умение находить возможность применения одного и того же понятия в разных темах. Так, например, понятие «основание» у многих выпускников ассоциируется с наличием в составе группы –ОН, однако в органической химии такую группу содержат и спирты, и карбоновые кислоты. А например, органические вещества, которые проявляют основные свойства (амины), такую группу не содержат. Знание об этом влияет и на понимание свойств аминокислот, проявляющих амфотерные свойства. В этом отношении можно отметить, что у данной группы экзаменуемых не в полной мере сформировано понимание связей между разными системами химических понятий.

Другой причиной затруднений у данной группы экзаменуемых вызывают задания, условия которых сформулированы в новом формате, или если в условии задания включены вещества или реакции, которые на этапе подготовки к экзамену (например, на уроках) не встречались.

Подтверждением данного тезиса являются результаты выполнения заданий 34 и 35 высокого уровня сложности: средние проценты их выполнения равны 33,7 и 39,2 соответственно. Следует, однако, заметить, что результаты выполнения задания 34 в 2018 г. на 6% превышают прошлогодние показатели. Трудности в решении расчетных задач, как и в прежние годы, связаны с необходимостью разработки многоэтапного алгоритма решения, применения сформированных теоретических знаний и расчетных умений с учетом конкретного условия задания.



Средний процент выполнения всех заданий экзаменационного варианта составил 77,2, что на 4% меньше чем в 2017 г. В значительной степени на изменение результатов могло повлиять введение в 2018 г. в часть 2 обновленных форм заданий с общим контекстом. Выполнение таких заданий предполагает большую вариативность решения, что затрудняет применение ранее отработанных алгоритмов. Показательно, что задание, проверяющее умение составлять уравнение окислительно-восстановительной реакции, в 2017 г. данной группой было выполнено на 90%, а по новой модели – 68%. Аналогичная ситуация и с заданиями 1 и 2 базового уровня сложности, модели которых были обновлены в 2017 г. Результаты их выполнения в 2018 г. снизились: если в 2017 г. они составляли 82% и 91% соответственно, то в 2018 г. – 72% и 75%.

Как видно из результатов, для данной группы выпускников некоторые трудности представляют задания, требующие от них комплексного применения знаний, умения применять знания в обновленной ситуации или когда для решения необходимо самостоятельно составить алгоритм решения, отличающийся от ранее отработанных на этапе подготовки.

Именно на отработку вышеописанных проблем и должна быть направлена корректировка процесса подготовки. Важную роль в этом отношении должно сыграть расширение многообразия заданий, решаемых на этапе подготовки, например предусматривающих запись цепочек превращений веществ из неорганических в органические и наоборот, а также решение расчетных задач вне формата ЕГЭ по химии.

У **группы 4** выпускников (с результатом от 53 до 60 баллов) полностью сформирована система химических знаний. Ими полностью освоены требования стандарта к освоению содержания основных общеобразовательных программ по химии, как на базовом, так и на углубленном уровнях. Об этом свидетельствует средний процент выполнения всех задания экзаменационной работы, который, как и в прошлом году составил 94,7.

Общий высокий результат выполнения всех заданий свидетельствует о том, что эти выпускники овладели всеми элементами содержания, которые у них выстроены в прочную систему знаний. Сформированность системы позволяет экзаменуемым комбинировать в зависимости от условия и уровня сложности заданий всеми элементами содержания, в том числе относящимся к разным содержательным блокам.

Большое значение для успешного выполнении заданий имеет высокий уровень сформированности не только предметных планируемых результатов, но и метапредметных, основу которых составляют универсальные учебные действия. Именно владение последними позволяет осуществлять поиск необходимой информации, извлекать ее из условия задания, анализировать, преобразовывать информацию в нужную форму в соответствии с требованиями, выстраивать индивидуальный алгоритм решения.

В 2018 г. более низкие результаты данной группой получены практически для тех же заданий, что в группе с хорошей подготовкой: 1, 2, 15, 26, 34 и 35. Как уже отмечалось, в случае с заданиями 1 и 2 это может быть вызвано изменением формулировки задания, предпринятой в 2017 г., к которой экзаменуемым еще не удалось разработать универсальный алгоритм решения. Обоснование для более низких результатов выполнения заданий 15 и 26 было дано при анализе результатов предыдущей группы.

Как и в прошлом году, наиболее низкий результат выполнения по сравнению с другими заданиями данная группа продемонстрировала при решении заданий 34 и 35: 84,3% и 85,5% соответственно. Обе задачи предусматривают контроль сформированности умения осуществлять различные виды расчетов: массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества; массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; массовой доли (массы) химического соединения в смеси; на установление молекулярной и структурной формул вещества. Кроме того, для решения задачи 34 требуется также применить умение составлять уравнения реакций, по которым и осуществляются расчеты. Именно необходимость применения в процессе решения такого большого количества элементов

подготовки (предметных и знаний и умений, а также УУД) и обосновывает низкие результаты выполнения данных заданий.

Таким образом, невыполнение отдельных заданий экзаменационного варианта экзаменуемыми из данной группы, главным образом, связаны с несистематическими ошибками, которые, возможно, обусловлены недооценкой сложности заданий, невнимательностью при чтении условия или непрописыванием решения заданий. Как правило, допускаемые при этом ошибки имеют непрогнозируемый и случайный характер.

Поэтому при подготовке к экзамену данной группе выпускников необходимо рекомендовать сделать правилом фиксацию всех этапов решения заданий, что позволяет снизить вероятность случайных ошибок за счет возможности самоконтроля правильности решения экзаменационного варианта на этапе проверки ответов.

В процессе анализа статистических данных ЕГЭ по химии 2018 г. были выявлены результаты, позволяющие сформулировать рекомендации, направленные на совершенствование методических подходов к преподаванию учебного предмета, в том числе способствующие более эффективной подготовке к выполнению заданий экзаменационных вариантов ЕГЭ.

Для более четкого понимания основных проблем, выявленных при выполнении заданий ЕГЭ, следует обратить внимание на ряд изменений, произошедших в КИМ по химии за последние два года. Главным образом, они коснулись изменения формата заданий, в частности исключения заданий с выбором ответа, что привело к значительному понижению вероятности случайного угадывания правильного ответа. Кроме того, решение таких заданий предусматривает достаточно шаблонный алгоритм мышления, когда для нахождения правильного ответа можно исключить наименее вероятные, тем самым повысив вероятность нахождения верного ответа. Переход в части 1 только на задания с кратким ответом предполагает необходимость более системного уровня владения материалом, даже в случае с заданиями базового уровня сложности: выбор двух ответов из пяти, или установление трех соответствий вынуждает учащегося анализировать больший объем информации и совершать в процессе выполнения большее количество мыслительных операций. Указанная специфика решения заданий предполагает изменение подходов к решению: вместо «подбора-выбора» правильного ответа перейти к более глубокому анализу исходных данных в условии и гипотетическом определении возможных вариантов ответа, к реальным ответам, приведенным в перечне. При этом для правильного выполнения заданий важным является также и грамотная запись данных, извлеченных из условия задания, а также ответа на задание.

Из приведенного описания подхода к решению следует, что одним из важнейших умений для выпускников становится умение находить нужную информацию, анализировать ее, фиксировать этапы решения. И в данном случае речь идет не только о части 2, где запись решения является обязательной по причине требований к заданиям с развернутым ответом, но и о заданиях части 1, в которых запись решения не требуется.

Данный аспект подчеркивает значимость формирования не только предметных, но и метапредметных планируемых результатов, важной составляющей которых являются универсальные учебные действия (УУД), которым уделено значительное внимание во ФГОС второго поколения.

Актуальность владения УУД подтверждается, например, и результатами выполнения заданий 1–3, которые объединены общим контекстом.

*Пример 9*

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

1) Cr            2) O            3) Mg            4) Se            5) C

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

- 1** Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют сходную конфигурацию внешнего энергетического уровня.  
Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 

--	--

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

Ответ: 

--	--	--

- 3** Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, для которых наименьшая степень окисления равна  $-2$ . Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 

--	--

Результаты выполнения данных заданий показывают, что если задание 3 особых трудностей у экзаменуемых не вызвало (процент его выполнения равен 80%), то задания 1 и 2 выполнены в среднем на 51,5% и 41,6% соответственно.

Статистика выполнения задания показывает, что значительное число выпускников в качестве правильных выбрали варианты ответа 1 и 2 или 1 и 4. Причиной данного факта может быть недооценка важности записи электронных конфигураций атомов, приведенных в перечне химических элементов или невнимательное прочтение условия задания. Действительно, три элемента из приведенных в ряду расположены в VI группе, вот только хром (Cr), в отличие от кислорода (O) и селена (Se), относится к VIB-группе, следовательно, у него валентные электроны расположены на  $s$ - и  $d$ -подуровнях.

Аналогичные трудности возникают и в случае, если в условии задания спрашивается об одинаковом числе электронов, расположенных на внешнем энергетическом уровне, или об одинаковом числе неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне в основном состоянии. И в том и в другом случае многими экзаменуемыми не учитывается специфика расположения электронов у  $d$ -элементов. Главной рекомендацией для устранения указанных недочетов является только запись электронных конфигураций атомов. Это же действие необходимо и для выполнения задания 2, в котором проверяется понимание закономерностей изменения свойств химических элементов и образуемых ими веществ по группам и периодам Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

В рамках решения этого задания необходимо выбрать три химических элемента и расположить их в определенном порядке, в соответствии с определенными порядком изменения свойств. При его выполнении необходимо обратить внимание на ряд ключевых слов: «элементы-неметаллы», «в порядке уменьшения радиуса», «расположите в нужной последовательности», которые целесообразно подчеркнуть, а также подписать рядом с элементами необходимые для выполнения задания характеристики. На следующем этапе, выбрав три элемента, следует расположить их в требуемой последовательности. Данный алгоритм был не случайно прописан столь подробно, так как статистические результаты показывают, что большой процент набрал неверный ответ, в котором элементы расположены в обратной последовательности.

В приведенных выше комментариях к заданиям 1–3 наглядно просматривается необходимость более обстоятельной работы с условием задания, что во многом опирается

именно на владении познавательными и регулятивными УУД, например такими, как логические и информационные соответственно.

Достаточно низкий средний результат выполнения задания 4 (52,6%) базового уровня сложности обусловлен другими причинами. В этом случае можно говорить именно о недостаточном уровне владения знаниями о химических связях. Так, например, если в задании требуется найти вещества с донорно-акцепторной или водородной связью, результаты выполнения существенно снижаются.

*Пример 10*

4

Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых одна из ковалентных связей образована по донорно-акцепторному механизму.

- 1)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$
- 2)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- 4)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
- 5)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

--	--

При выполнении данного задания большое число экзаменуемых выбрали ответы 2 или 4, что, вероятно, обусловлено наличием группы  $-\text{OH}$  в варианте ответа 2, которая ассоциируется с ионом гидроксония, и наличием группы  $-\text{NH}_2$  в вариант ответа 4, которая ассоциируется с ионом аммония. У многих выпускников, выполнявших это задание, один ответ был записан верно, но для получения 1 балла верно должны быть записаны оба ответа. Наличие же ошибок в одном из ответов свидетельствует о недостаточно четком владении контролируемым элементом содержания.

Кроме того, нельзя не отметить важную роль первичного анализа условия задания, в рамках которого сначала актуализируется важная для решения задания информация, а потом уже выбирается верный вариант ответа. В данном случае на первом этапе необходимо определить характерные особенности состава веществ, в которых могут содержаться донорно-акцепторные связи, и только потом уже следует переходить к выбору веществ.

Вероятно, по этой же причине – отсутствие первичного анализа данных, несмотря на многолетнюю историю применения, вызывает трудности задание 8 (повышенного уровня сложности), в котором требуется установить соответствие между веществами и реагентами, с которыми это вещество может вступать в реакции. Средний процент его выполнения равен 49,3.

*Пример 11*

8

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
A) Li	1) $\text{H}_2, \text{KOH}, \text{Na}_2\text{SO}_4$
Б) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	2) $\text{H}_2\text{O}, \text{N}_2, \text{Cl}_2$
В) $\text{CO}_2$	3) $\text{CuCl}_2, \text{NaHCO}_3, \text{Li}_2\text{SO}_4$
Г) $\text{Ba}(\text{OH})_2$	4) $\text{HCl}, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Na}_2\text{SiO}_3$
	5) $\text{C}, \text{Mg}, \text{NaOH}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

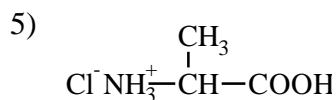
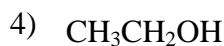
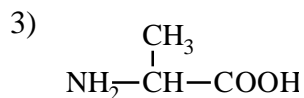
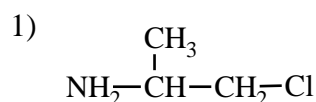
А	Б	В	Г

Как и в предыдущих примерах, для успешного выполнения задания необходимо осуществить подготовительную работу, которая в данном случае должна предусматривать краткую характеристику окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств указанных в левом столбце веществ. Например, проанализируем данные о литии: это щелочной металл, расположенный в начале ряда активности металла, способный проявлять восстановительные свойства, его соединения (оксид и гидроксид) проявляют основные свойства. Следовательно, реагировать с металлами, основаниями и солями щелочных металлов он не будет. Это позволяет однозначно исключить из перечня возможных вариантов ответа ответы 1 (из-за KOH и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 3 (из-за Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 4 (Ca(OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) и 5 (из-за Mg, NaOH). Остается ответ 2.

Большие сложности вызвало и задание 15 базового уровня сложности, которое выполнено (в среднем) на 47%.

*Пример 12*

**15** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые образуются при гидролизе этилового эфира 2-аминопропановой кислоты, если гидролиз протекает в присутствии соляной кислоты.



Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

В случае с результатами данного задания определяющим фактором становится запись уравнения реакции, о котором речь идет в условии задания. При этом необходимо составить формулу эфира, вспомнить, что такое гидролиз, и обратить внимание на условие проведения реакции – присутствие соляной кислоты.

Как и в 2017 г., низкие показатели были получены при выполнении задания 26 базового уровня сложности: средний процент выполнения составил 41,8.

*Пример 13*

**26** Установите соответствие между названием мономера и формулой соответствующего ему полимера: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ МОНОМЕРА	ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА
А) этен	1) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$
Б) пропен	2) $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
В) дивинил	3) $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
	4) $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Для выполнения задания требуется владение химической номенклатурой, а также понимание сути процессов, в результате которых образуются высокомолекулярные соединения. Более того, после составления формул веществ, названия которых приведены в левом столбце, необходимо их сравнить с формулами полимеров из правого столбца и определить возможность формирования того или иного продукта.

Это задание имеет прикладную направленность, т.е. направлено на проверку сформированности знаний выпускников о способах получения веществ в промышленности и в лаборатории, об особенностях строения веществ, имеющих важное значение в жизни человека, а также об областях применения веществ и химических реакций. Учитывая специфику данного материала, которая заключается в его распределении практически по всем темам курса химии, важным моментом при подготовке к экзамену становится его обобщение и систематизация. Для достижения этой цели могут быть использованы таблицы, в которых бы фиксировались необходимые сведения.

В целях повышения мотивации к изучению прикладного материала, а также и расширения кругозора по данному аспекту химических знаний оптимальной формой организации учебного процесса может стать организация проектных и исследовательских работ, защита которых может проходить в форме конкурса или конференции.

Еще один прием, который может быть применен в условиях ограниченного времени, представляет собой краткие сообщения учащихся о применении и получении изучаемых веществ в начале или конце урока.

Две последние формы работы способствуют также формированию умения отбора важной информации из различных источников, развитию устной монологической речи, а также навыкам представления результатов работы перед аудиторией.

В этом же ряду заданий, вызывающих затруднения у экзаменуемых, находится задание 25 имеющее практико-ориентированную направленность. Средний процент его выполнения равен 44,8. В этих заданиях предлагаются пары веществ, для которых необходимо выбрать реактив, позволяющий осуществить процесс их распознавания, или приводится описание признаков протекания химических реакций между неорганическими или органическими веществами, как в приведенном ниже примере.

*Пример 14*

25

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ и $\text{KMnO}_4$ ( $\text{H}^+$ )	1) выделение газа
Б) $\text{CH}_3\text{COOH}$ и $\text{Fe}(\text{OH})_2$	2) растворение осадка
В) $\text{CH}_3\text{COOH}$ и $\text{NaHCO}_3$	3) образование красного осадка
Г) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и $\text{Cu}(\text{OH})_2$	4) обесцвечивание раствора
	5) образование ярко-синего раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Первостепенную роль при выполнении данного задания играют знания о качественных реакциях органических веществ, которые наиболее эффективно формируются при проведении реального химического эксперимента. В этом случае у учащихся задействованы три вида памяти: зрительная, когда они выполняют эксперимент; образная, когда устно комментируют и обсуждают результаты наблюдений; моторная, когда записывают уравнения проведенных реакций и подписывают под веществами их признаки (свойства).

Одним из направлений совершенствования КИМ ЕГЭ по химии является усиление деятельностной и метапредметной направленности заданий. С этой целью в 2018 г. в экзаменационные варианты были включены задания 30 и 31, объединенные общим контекстом. Остановимся подробнее на их характеристике и прокомментируем основные ошибки, допущенные выпускниками при их решении.

*Пример 15*

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: гидроксид магния, сероводород, нитрат серебра, дихромат натрия, серная кислота. Допустимо использование водных растворов веществ.

**30**

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{l l} 1 & 2\text{Cr}^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+3} \\ 3 & \text{S}^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^0 \end{array}$ Дихромат натрия (или хром в степени окисления +6) является окислителем. Сероводород (или сера в степени окисления -2) является восстановителем	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции;</li> <li>• составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель</li> </ul>	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

**31**

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной из возможных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
--	-------

Вариант ответа: $H_2S + 2AgNO_3 = 2HNO_3 + Ag_2S$ $H_2S + 2Ag^+ + 2NO_3^- = 2H^+ + 2NO_3^- + Ag_2S$ $H_2S + 2Ag^+ = 2H^+ + Ag_2S$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена;</li> <li>• записаны полное и сокращенное ионные уравнения реакций</li> </ul>	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Приступая к выполнению указанных заданий, экзаменуемым необходимо проанализировать химические свойства (окислительно-восстановительные и кислотно-основные) каждого из приведенных в перечне веществ. На следующем этапе с учетом выявленных свойств целесообразно приступить к попарному комбинированию веществ. Заметим, что в предлагаемом перечне обязательно есть вещество-типичный окислитель и вещество-восстановитель, а также обязательно есть вещества, вступающие в реакции ионного обмена. Следует заметить, не является нарушением условия задания то, что вещества, которые были задействованы при выполнении задания 30 могут участвовать и в реакциях, планируемых для записи в задании 31.

Важно подчеркнуть, что существенным отличием данной модели задания 30 от предыдущей является отсутствие заданных пар реагентов или схемы реакции. Такая формулировка условия способствует проявлению экзаменуемыми вариативности мышления при выборе пути решения задания.

Данный фактор стал определяющим в результатах, полученных за выполнение задания 30, проверяющего владение таким элементом содержания, как «окислительно-восстановительные реакции». Так, например, если в 2017 г. процент выполнения задания, проверяющего данный элемент содержания, был равен 68, то в 2018 г. средний процент выполнения обновленной формы составил 41.

Среди наиболее распространенных недочетов, встречающихся в ответах выпускников на задание 30, можно назвать неверный выбор вещества-окислителя и вещества-восстановителя. Встречаются ошибки в записи продуктов окислительно-восстановительных реакций, а также несоответствие продуктов выбранной среде проведения реакции. Обратим внимание на то, что в соответствии с условием задания не допускается использование воды в качестве второго реагента. К сожалению, для многих выпускников не существует разницы в форме записи степени окисления и заряда иона.

Наиболее типичными ошибками при выполнении задания 31 также является неверный выбор реагентов, что проявляется в выборе растворимых веществ, взаимодействие которых не сопровождается образованием малодиссоциирующего продукта или составлением уравнения реакции с участием простого вещества или оксида. Другими ошибками, при наличии которых элемент решения считается выполненным неверно, является отсутствие коэффициентов в полном ионном или несокращенные коэффициенты в сокращенном ионном уравнении, а также пропущенные заряды ионов.

Повышение внимания при подготовке к экзамену названным выше аспектам позволит снизить потери баллов при выполнении указанных заданий.

При выполнении задания 31 следует иметь в виду, что нерастворимые соли (например, карбонаты, силикаты, сульфиты) можно использовать в качестве реагентов, так как все соли – сильные электролиты, а вот реакция с оксидами, которые не относятся к электролитам, засчитана не будет. Вопрос о правильном подходе к оцениванию подобных ситуаций стал одним из наиболее обсуждаемым при проведении семинаров, вебинаров и форума во время «горячей линии». Аргументом в пользу принятия такого решения стало



определение реакций ионного обмена, которое звучит следующим образом: это реакции, протекающие в водных растворах электролитов.

Еще один нюанс в записи решения: если же вещество относится к малодиссоциирующим, то его записывают в молекулярном виде, однако при этом реакция не перестает быть реакцией ионного обмена.

Как правило, в заданиях 30 и 31 предложенный вариант ответа не является единственно возможным. Именно вариативность решения – отличительная особенность заданий части 2, которая позволяет выпускникам продемонстрировать готовность самостоятельно определять путь решения заданий и продемонстрировать высокий уровень владения химическими знаниями и умениями.

Можно предположить, что через некоторое время учителями и обучающимися будет отработана система подготовки к выполнению таких заданий. Однако наиболее надежным вариантом подготовки к экзамену является систематическое изучение курса химии, сопровождающееся отработкой решения в рамках текущего и рубежного контроля различных форм заданий, направленных на проверку химических свойств веществ, в том числе выходящих за рамки моделей, используемых в экзаменационных вариантах ЕГЭ, а также включающих описание химических экспериментов.

Внесение изменений в структуру КИМ ЕГЭ в 2019 г. не планируется.

### Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2018 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)<sup>1</sup> 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	Средний процент выполнения
<b>Часть 1</b>						
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния атомов	1.2.1 2.3.1	1.1.1	Б	1	61,0
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	1.2.3 2.4.1 2.3.1	1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4	Б	1	62,0
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	1.1.1 2.2.1	1.3.2	Б	1	80,2
4	Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	2.2.2 2.4.2 2.4.3	1.3.1 1.3.3	Б	1	52,6
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	1.3.1 2.2.6	2.1	Б	1	76,3

<sup>1</sup> Минимально допустимое значение надежности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

6	<p>Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа.</p> <p>Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных</p>	2.3.2 2.3.3	2.2 2.3 2.4	Б	1	62,8
7	<p>Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот.</p> <p>Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка).</p> <p>Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.</p> <p>Реакции ионного обмена</p>	2.3.3 1.1.1 1.1.2 1.2.1 2.4.4	2.5 2.6 2.7 1.4.5 1.4.6	Б	2	66,5
8	<p>Характерные химические свойства неорганических веществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа);</li> <li>– простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;</li> <li>– оксидов: основных, амфотерных, кислотных;</li> <li>– оснований и амфотерных гидроксидов;</li> <li>– кислот;</li> <li>– солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)</li> </ul>	2.3.3	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	П	2	49,3
9	<p>Характерные химические свойства неорганических веществ: – простых веществ – металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– простых веществ – неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;</li> <li>– оксидов: основных, амфотерных, кислотных;</li> <li>– оснований и амфотерных гидроксидов;</li> <li>– кислот;</li> <li>– солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)</li> </ul>	2.3.3 2.4.3 2.4.4	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	П	2	47,4
10	Взаимосвязь неорганических веществ	2.3.3 2.4.3	2.8	Б	2	66,5
11	Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	2.2.6	3.3	Б	1	61,7

12	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	1.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.7	3.1 3.2	Б	1	56,2
13	Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводов (в лаборатории)	2.3.4 1.3.4 2.5.1	3.4 4.1.7	Б	1	57,7
14	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений (в лаборатории)	2.3.4 1.3.4 2.5.1	3.5 3.6 4.1.8	Б	1	56,9
15	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Важнейшие способы получения аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	2.3.4	3.7 3.8	Б	1	47,0
16	Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и гомологов бензола, стирола). Важнейшие способы получения углеводов. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	2.3.4 2.4.4	3.4 1.4.10 4.1.7	П	2	48,7
17	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров. Важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений	2.3.4	3.5 3.6 4.1.8	П	2	48,6
18	Взаимосвязь углеводов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений	2.3.4 2.4.3	3.9	Б	2	56,4
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	2.2.8	1.4.1	Б	1	54,3
20	Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов	2.4.5	1.4.3	Б	1	78,6
21	Реакции окислительно-восстановительные	2.2.1 2.2.5	1.4.8	Б	1	79,9
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	1.1.3 2.2.5	1.4.9	П	2	75,0
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	2.2.4	1.4.7	П	2	62,6
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	2.4.5	1.4.4	П	2	64,0

25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	2.5.1	4.1.4 4.1.5	П	2	44,8
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. Высокмолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	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	41,8
27	Расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	2.5.2	4.3.1	Б	1	61,2
28	Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях. Расчеты по термохимическим уравнениям	2.5.2	4.3.2 4.3.4	Б	1	58,3
29	Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ	2.5.2	4.3.3	Б	1	60,0
<b>Часть 2</b>						
30	Реакции окислительно-восстановительные	2.2.5 2.4.4	1.4.8	В	2	41,0
31	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена.	2.2.4 2.4.4	1.4.5 1.4.6	В	2	60,1
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	2.3.3 2.4.3 2.4.4	2.8	В	4	37,6
33	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	2.3.4 2.4.3	3.9	В	5	41,1
34	Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчеты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе». Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	2.5.2	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	В	4	21,3
35	Установление молекулярной и структурной формул вещества	2.5.2	4.3.7	В	3	25,7