



Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

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

**Свириденкова
Наталья Васильевна**

кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии НИТУ «МИСиС», член федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по химии, fipi@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по химии, основные результаты ЕГЭ по химии в 2018 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы

Разработка КИМ для проведения ЕГЭ 2018 г. осуществлялась с учётом 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 развёрнутым 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

го ответа, который записывается или в виде двух либо трёх 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 изменённой 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 углублённого уровня. Для ответа на задания данной группы необходимо установить соответствие между позициями двух множеств и записать ответ в виде определённой последовательности четырёх 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 развёрнутым ответом предусматривают комплексную проверку усвоения материала на углублённом 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 расчётов по формулам и уравнениям химических реакций.

Главной особенностью заданий высокого уровня сложности с развёрнутым 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 расчёты по химическим уравнениям; формулировать ответ в определённой 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 чёткого распределения заданий по отдельным тематическим блокам и содержательным линиям незначительно изменён 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 учётом 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 развёрнутым ответом, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции окислительно-восстановительные», будет оцениваться максимально 2 баллами;

- задание 31 высокого уровня сложности с развёрнутым 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 г. прирост составил 1,9% в сравнении с 2017 г. (в 2017 г. — 2,6% в сравнении с 2016 г.). Отмечен также определённый прирост стобалльников: в 2018 г. он составил 0,25%.

Полученные результаты могут быть обусловлены более целенаправленной подготовкой старшеклассников к определённым 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. Определённую 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 проверкой ещё 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 обновлённой 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. Причём 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 четырём 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. Расчёты 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 сложности
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояния атомов	61
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
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	80,2
4	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Тип кристаллической решётки. 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) Ne

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.

Приведём ещё один пример конкретного задания, при выполнении которого недостаточный анализ условия задания привёл 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.

Приведём 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 идёт 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 определённом 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. Приведём пример конкретного задания, вызвавшего трудности (см. пример 3).

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 своём составе фрагменты $-\text{OH}$, $-\text{NH}$ -и HF . Так, водородные связи образуются между молекулами метанола CH_3OH , а также между молекулами аммиака NH_3 . Только 34,6% выпускников дали полный правильный ответ на это задание. Большинство выпускников неверно указали одно из веществ.

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 развёрнутого ответа и располагалось в части 2 экзаменационной работы. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 2.

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 (см. пример 4).

Пример 3

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

- 1) CH_3OH 2) SiH_4 3) C_2H_4 4) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 5) NH_3

Ответ: 15.

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

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; ■ оснований и амфотерных гидроксидов; ■ кислот; ■ солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)	–	49,3	–
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

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). Ука-

зать ответ 5 (P_2O_5) смогли ещё 31,2% экзаменуемых, но они неверно указали второе вещество. Ещё часть выпускников (8,9%) указали ответ 12 (H_2O и CO).

В работе этого года задание на позиции 7 присутствовало в несколько изменённой 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 соответствие 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 (см. пример 5).

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.

Приведём статистические результаты выполнения данного задания.

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

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

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.

Рассмотрим пример такого задания (см. пример 6).

При выполнении данного задания экзаменуемым необходимо было продумать особенности протекания четырёх реакций: проанализировав вещества, вступающие

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	ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ
А) NaHCO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$	1) NaHCO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Б) Ca и H_2O	2) CaO и H_2
В) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и NaOH (изб.)	3) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и NaOH
Г) CaO и H_2O	4) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и H_2
	5) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
	6) CaCO_3 , Na_2CO_3 и H_2O

Ответ: 6465.

Приведём статистические результаты выполнения данного задания.

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

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

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 учётом 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 приёмом, 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 H_2 . Такой ход рассуждений оказался по силам только наиболее подготовленным выпускниками, о чём свидетельствуют данные статистики.

Усвоение знаний о взаимосвязи неорганических веществ проверялось с помощью заданий базового уровня сложности с кратким ответом (10) и заданием высокого уровня сложности с развёрнутым 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.

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 чём свидетельствуют данные таблицы, представленные ниже.

Рассмотрим характерные ошибки участников на примерах конкретных заданий (см. пример 7).

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 ($\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$ и $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{COOH}$), и ещё около 14% выбрали частично правильный ответ: наряду с верно выбранным веществом 5 ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$) неверно выбрали вещество 1 ($\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$) или вещество 4 ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO}$). Выпускникам

№ 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	45

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 углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводов (в лаборатории)	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	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	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

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

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 (см. пример 8).

Для успешного выполнения задания необходимо применить знания химических свойств и способов получения углеводородов 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

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

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

уравнения указанных в условии реакций, чтобы убедиться в правильности своего ответа. Статистические данные выполнения этого представлены ниже в таблице.

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. Расчёты 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 приобретённых знаний о правилах безопасной работы с веществами в быту; проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 4.

Данные таблицы позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания данного блока хорошо усвоены выпускниками. Формат предъявления усло-

вия 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 изменён 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 определённых 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 развёрнутым ответом. Было изменено задание 30 высокого уровня сложности с развёрнутым ответом, ориентированное на проверку усвоения элемента содержания «Реакции окислительно-восстановительные», а также добавлено задание 31 высокого уровня сложности с развёрнутым 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 сокращённой ионной формах (задание 31). Оба задания максимально оценивались в 2 балла каждое.

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, её зависимость от различных факторов	78,6	–	–
21	Реакции окислительно-восстановительные.	79,9	–	–
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	–	75	–
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 слабые электролиты. Реакции ионного обмена	–	–	41
31	Реакции окислительно-восстановительные	–	–	60,1

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 расчётные задачи. Задачи базового уровня сложности с кратким ответом (27–29) проверяли умение проводить один из видов

расчётов. А комплексное использование нескольких видов расчётов для решения одной задачи требовало записи развёрнутого ответа (задания 34 и 35). Результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 5.

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

Наиболее сложным было задание 34, решение которого требовало самостоятельного выбора используемых видов расчётов, их логической последовательности при поиске неизвестной физической величины. Средний процент выполнения таких заданий экзаменуемыми с различным уровнем подготовки представлен в таблице 6.

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 (табл. 7).

Такие результаты свидетельствуют о том, что некоторые выпускники с самым низким уровнем подготовки (группа 1) приступали к решению расчётных задач, и нескольким из них удалось получить

Таблица 5

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

Таблица 6

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

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 хорошей (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 расчёты 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 четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое 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

Таблица 7

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

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, её зависимость от различных факторов» (20 — 40,9%); «Реакции окислительно-восстановительные» (21 — 33,9%). При сравнении с 2017 г. можно увидеть определённое 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 не-

органических 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 расчётные задачи.

Таким образом, следует заметить, что для данной группы выпускников принципиальным вопросом при подготовке к экзамену является чёткое 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 чёткого 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 расчётной задачей было задание 27, предусматривающее проверку умения проводить расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»: средний показатель её 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 приведённого 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 обновлённой 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, осн вных, комплексных (на примере гидроксо соединений 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 расчётные 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 обновлённых 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-трёх 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 несистематизиро-

ванность 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 обновлённой ситуации или на систематизацию знаний, предусматривающих самостоятельное составление обобщающих таблиц и схем, прежде всего после изучения большого объёма 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 её 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 учётом 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 расчётных задач, как и в прежние годы, связаны с необходимостью разработки многоэтапного алгоритма решения, применения сформированных теоретических знаний и расчётных умений с учётом 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 обновлённых 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 обновлённой 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 расчётных 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 углублённом уровнях. Об этом свидетельствует средний процент выполнения всех заданий 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 выполнения 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 её 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 ещё 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 расчётов: массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества; массовой или объёмной 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 расчёты. 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 счёт 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 чёткого 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 I 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 трёх соответствий вынуждает учащегося анализировать больший объём 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, приведённым в перечне. При этом для правильного выполнения заданий важным является также и грамотная запись данных, извлечённых из условия задания, а также ответа на задание.

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

Данный аспект подчёркивает 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) S

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, приведённых в перечне химических элементов или невнимательное прочтение условия задания. Действительно, три элемента из приведённых 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 недочётов 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 определённом порядке, в соответствии с определённым 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 приведённых 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 (см. пример 10).

При выполнении данного задания большое число экзаменуемых выбрали ответы 2 или 4, что, вероятно, обусловлено наличием группы $-OH$ в варианте ответа 2, которая ассоциируется с ионом гидроксония, и наличием группы $-NH_2$ в варианте ответа 4, которая ассоциируется с ионом аммония. У многих выпускников, выполнявших это задание, один ответ был записан верно, но для получения

Пример 10

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

- 1) NH_4HCO_3 2) CH_3OH 3) CH_3CHO 4) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 5) CH_3NH_2

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

--	--

1 балла верно должны быть записаны оба ответа. Наличие же ошибок в одном из ответов свидетельствует о недостаточно чётком 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 (см. пример 11).

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_2SO_4), 3 (из-за Li_2SO_4), 4 ($\text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Na}_2\text{SiO}_3$) и 5 (из-за Mg , NaOH). Остаётся ответ 2.

Большие сложности вызвало и задание 15 базового уровня сложности, которое выполнено (в среднем) на 47% (см. пример 12).

В случае с результатами данного задания определяющим фактором становится

Пример 11

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
А) 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) 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

Пример 12

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

- 1) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{NH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—Cl} \end{array}$
- 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
- 3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{NH}_2\text{—CH—COOH} \end{array}$
- 4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- 5) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}^-\text{NH}_3^+\text{—CH—COOH} \end{array}$

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

запись уравнения реакции, о котором речь идёт 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 (см. пример 13).

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

Пример 13

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

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 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.

Ещё один приём, который может быть применён 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 приведённом ниже примере 14.

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 проведённых 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, объединённые общим контекстом. Остановимся подробнее на их характеристике и прокомментируем основные ошибки, допущенные выпускниками при их решении (см. пример 15).

Приступая к выполнению указанных заданий, экзаменуемым необходимо проанализировать химические свойства (окислительно-восстановительные и кис-

Пример 14

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) $C_6H_5CH_3$ и $KMnO_4(H^+)$	1) выделение газа
Б) CH_3COOH и $Fe(OH)_2$	2) растворение осадка
В) CH_3COOH и $NaHCO_3$	3) образование красного осадка
Г) $HOCH_2CH_2OH$ и $Cu(OH)_2$	4) обесцвечивание раствора
	5) образование ярко-синего раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{l} 1 \quad \quad 2\text{Cr}^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+3} \\ 3 \quad \quad \text{S}^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^0 \end{array}$ 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: ■ выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции; ■ составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель	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: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{HNO}_3 + \text{Ag}_2\text{S}$ $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Ag}^+ + 2\text{NO}_3^- = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{Ag}_2\text{S}$ $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Ag}^+ = 2\text{H}^+ + \text{Ag}_2\text{S}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: ■ выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена; ■ записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

лотно-основные) каждого из приведённых в перечне веществ. На следующем этапе с учётом 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 обновлённой формы составил 41.

Среди наиболее распространённых недочётов, 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 несокращённые коэффициенты в сокращённом ионном уравнении, а также пропущенные заряды ионов.

Повышение внимания при подготовке к экзамену названным выше аспектам по-

зволяет 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.

Ещё один нюанс в записи решения: если же вещество относится к малодиссоциирующим, то его записывают в молекулярном виде, однако при этом реакция не перестаёт 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 надёжным 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.