



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.А. Каверина, М.Г. Снастина

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для учителей, подготовленные на
основе анализа типичных ошибок
участников ЕГЭ 2015 года
по ХИМИИ**

Москва, 2015

Контрольные измерительные материалы для проведения ЕГЭ в 2015 г. разрабатывались с учётом тех общих установок, на основе которых формировались экзаменационные модели предыдущих лет.

В числе этих установок отметим наиболее важные с методической точки зрения.

- Стандартизированные варианты КИМ, которые использовались при проведении экзамена, содержали задания, различные по форме предъявления условия и виду требуемого ответа, по уровню сложности, а также по способам оценки их выполнения.

Задания строились на материале основных разделов курса, составляющих инвариантное ядро содержания учебных программ по химии, рекомендованных для средней школы. Поэтому, как и в прежние годы, объектом контроля в рамках ЕГЭ 2015 г. являлась система знаний основ неорганической, общей и органической химии. К числу главных составляющих этой системы относятся: ведущие понятия о химическом элементе, веществе и химической реакции; основные законы и теоретические положения химии; знания о системности и причинности химических явлений, генезисе веществ, способах познания веществ и химических реакций, применении веществ. В Федеральном компоненте государственного стандарта среднего (полного) общего образования эта система знаний представлена в виде требований к подготовке выпускников.

- Принципиальное значение при разработке КИМ имела реализация требований, предъявляемых к конструированию заданий различного типа. Каждое задание строилось таким образом, чтобы его содержание соответствовало требованиям к уровню усвоения учебного материала и формируемым видам учебной деятельности. Учебный материал, на основе которого строились задания, отбирался по признаку его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы.

- В целях обеспечения возможности дифференцированной оценки учебных достижений выпускников КИМ ЕГЭ осуществляют проверку освоения основных образовательных программ по химии на трёх уровнях сложности: базовом, повышенном и высоком.

- Выполнение заданий экзаменационной работы предусматривает осуществление определённой совокупности действий. Среди них наиболее показательными являются следующие действия: выявлять классификационные признаки веществ и реакций; определять степень окисления химических элементов по формулам их соединений; объяснять сущность того или иного процесса, взаимосвязи состава, строения и свойств веществ. Умение экзаменуемого осуществлять разнообразные действия при выполнении работы рассматривается в качестве показателя усвоения изученного материала с необходимой глубиной понимания.

- Равноценность всех вариантов экзаменационной работы обеспечивается строгим соблюдением одинакового соотношения количества заданий, проверяющих усвоение основных элементов содержания различных разделов курса химии.

В сравнении с 2014 г. в экзаменационной работе 2015 г. были приняты следующие изменения.

1. Изменена структура вариантов КИМ: каждый из них состоит из двух частей: части 1 и части 2 (в структуре вариантов КИМ 2014 г. выделялись три части).
2. Общее количество заданий в каждом варианте КИМ 2015 г. равно 40 (вместо 42 заданий в КИМ 2014 г.). Данное изменение обусловлено уменьшением количества заданий базового уровня сложности с 28 до 26.
3. Все задания в варианте КИМ представлены в порядке сквозной нумерации (1–40).
4. В результате указанных выше изменений была принята следующая структура КИМ 2015 г.: часть 1 работы содержит 35 заданий с кратким ответом, в их числе 26 заданий базового уровня сложности (задания 1–26) и 9 заданий повышенного уровня сложности (задания 27–35). При всём своём различии задания этой части сходны в том, что ответ к каждому из них записывается кратко в виде одной цифры

или последовательности цифр (трёх или четырёх). Часть 2 содержит 5 заданий высокого уровня сложности, с развёрнутым ответом (задания 36–40).

- Наряду с изменениями в структуре работы в КИМ 2015 г. изменена шкала оценивания задания 40 на нахождение молекулярной формулы вещества (задание С5 в КИМ 2014 г.). Максимальный балл за его выполнение – 4 вместо 3 баллов в 2014 г.
- Максимальный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы 2015 г. составил 64 вместо 65 баллов в 2014 г.

В 2015 г. в ЕГЭ по химии приняли участие 75 600 человек, в их числе 93% составляли выпускники этого года. По отношению к общему числу участников ЕГЭ 2015 г. доля сдававших экзамен по химии составила около 11%. Примерно такими же были эти показатели и в 2013 и 2014 г.

Также идентичными по большинству показателей оказались и результаты ЕГЭ 2014 и 2015 г. Охарактеризуем полученные результаты ЕГЭ более подробно.

Отправной точкой для определения уровней подготовки участников ЕГЭ в текущем году, как и в прежние годы, являлся учёт возможностей получения минимального количества баллов выпускниками, изучавшими химию на базовом уровне. Минимальный балл ЕГЭ по химии в 2015 г. составил 36 тестовых баллов, что полностью совпадает с его значением как в 2014 г., так и в 2013 г. Для получения минимального балла экзаменуемым необходимо было продемонстрировать: *понимание* смысла и границ применимости наиболее важных химических понятий, относящихся к содержанию ключевых разделов курса химии («Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева и особенности строения их атомов», «Химическая связь и строение вещества», «Классификация веществ», «Теория химического строения органических соединений», «Химическая реакция», «Методы познания веществ»); *умение* определять принадлежность веществ (по их формулам и названиям) к основным классам неорганических и органических веществ; *умение* определять тип реакции и составлять уравнения химических реакций, отражающих наиболее важные химические свойства веществ – представителей важнейших классов соединений.

В зависимости от успешности выполнения участниками экзаменационной работы выделены четыре уровня их подготовки. Этим уровням соответствовали следующие значения первичного и тестового баллов: неудовлетворительный – 0–13 (0–34); удовлетворительный – 14–33 (36–55); хороший – 34–57 (56–79); отличный – 58–64 (80–100). Общее распределение выпускников с различным уровнем подготовки по отдельным группам представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Распределение участников по группам с разным уровнем подготовки

Результаты ЕГЭ 2015 г. показали следующее. Доля участников, не набравших минимального количества баллов, составила 12,8%. Вместе с тем важно обратить внимание на тот факт, что по сравнению с 2014 г. почти в 5 раз возросло число экзаменуемых, получивших за выполнение работы 0 баллов. Можно предположить, что это явилось

следствием усиления организационных мер по внешнему наблюдению за проведением экзамена. Воспользоваться подсказкой на экзамене оказалось практически невозможно, в результате чего некоторые из слабо подготовленных выпускников покидали ППЭ, не приступив к выполнению работы.

Максимальные 100 баллов за выполнение экзаменационной работы в 2015 г. получили 507 человек, что составляет 0,67% от общего числа участников экзамена (в 2014 г. 476 человек – 0,64%). Доля высокобалльников от общего числа участников экзамена 2015 г. составила 9,7% (в 2014 г. – 8,4%).

Средний тестовый балл в 2015 г. составил 56,3 т.б., что соответствует значению этого показателя в 2014 г.

Анализ результатов экзамена показал, что практически все его участники наиболее успешно справились с выполнением тех задний базового уровня сложности, которые ориентированы на проверку усвоения учебного материала следующих содержательных линий ведущего раздела курса «Теоретические основы химии»: современные представления о строении атома; Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева; химическая связь и строение вещества; классификация химических реакций. Процент выполнения таких заданий находится в пределах от 56 до 83%. Экзаменуемые также продемонстрировали успешное овладение важными умениями: определять степень окисления химических элементов, окислитель и восстановитель в реакции; составлять электронный баланс окислительно-восстановительного процесса и находить коэффициенты в уравнении химической реакции на его основе; проводить расчёты по химическим уравнениям.

Между тем результаты экзамена указывают на то, что многие из выпускников не овладели важным в практическом отношении умением использовать полученные знания для объяснения взаимосвязи между химическими свойствами веществ и закономерностями протекания реакций, в особенности тех, которые лежат в основе технологических процессов получения и переработки их в промышленности.

Наиболее трудными для экзаменуемых оказались задания повышенного уровня сложности, при выполнении которых надо было применить знания о качественных реакциях для различения как неорганических, так и органических веществ (задание 32), а также заданий, комплексно проверяющих усвоение знаний как общих, так и специфических свойств неорганических веществ (задание 31). Средний процент выполнения таких заданий – 20. Максимально за выполнение такого задания можно было получить 2 балла, но даже в группе выпускников с высоким уровнем подготовки средний балл составил 1,5, а выпускники со слабой подготовкой практически не справились с такими заданиями (средний балл – 0,1).

Задания высокого уровня сложности с развёрнутым ответом, включённые в часть 2 экзаменационной работы, оказались по силам только наиболее подготовленным выпускникам. Для выпускников этой группы наиболее трудным было задание 40, выполнение которого наряду с установлением молекулярной формулы вещества впервые предусматривало также установление и его структурной формулы.

Проанализируем более подробно результаты выполнения заданий экзаменационной работы по отдельным содержательным блокам и элементам содержания.

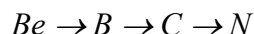
Блок «Теоретические основы химии»

Элементы содержания данного блока занимают значительный объём в системе знаний, определяющих уровень общеобразовательной подготовки выпускников по химии. Поэтому доля заданий, ориентированных на проверку усвоения этого учебного материала, в экзаменационной работе 2015 г., как и в 2014 г., была наибольшей. В основном это были задания с кратким ответом базового уровня сложности. Выполнение таких заданий предполагало использование в знакомой ситуации знаний: о строении атома, характере

изменения свойств элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; о видах химической связи, веществах молекулярного и немолекулярного строения; о классификации химических реакций в неорганической и органической химии и закономерностях их протекания. Необходимо отметить, что с этими заданиями успешно справились экзаменуемые с различным уровнем подготовки. Подтверждением этого являются результаты выполнения одного из этих заданий (см. пример 1).

Пример 1

В ряду элементов



- 1) уменьшается число электронных слоёв в атомах
- 2) увеличивается число электронов на внешнем энергетическом уровне атома
- 3) возрастают радиусы атомов
- 4) усиливаются металлические свойства

Ответ:

Ниже приведены результаты выполнения задания группами выпускников с различным уровнем подготовки: 1 гр. – минимальный уровень; 2 гр. – удовлетворительный; 3 гр. – хороший; 4 гр. – отличный уровень.

Группы экзаменуемых по уровням подготовки	1 гр.	2 гр.	3 гр.	4 гр.
Процент выполнения задания	64	83	96	100

Важно обратить внимание также и на то, что в работе 2015 г. усвоение таких элементов содержания, как «реакции окислительно-восстановительные», «электролиз расплавов и растворов солей», «механизмы реакций замещения и присоединения в органической химии, правило В.В. Марковникова», проверялось только заданиями повышенного и высокого уровней сложности. Тем не менее процент выполнения таких заданий оказался также достаточно высоким: он находится в интервале от 53 до 70% (см. пример 2).

Пример 2

Установите соответствие между изменением степени окисления азота и схемой реакции, в которой это изменение происходит.

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ

- А) $N^{+5} \rightarrow N^{+4}$
- Б) $N^{+5} \rightarrow N^{+1}$
- В) $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$
- Г) $N^{-3} \rightarrow N^{+2}$

СХЕМА РЕАКЦИИ

- 1) $Cu + HNO_3(\text{разб.}) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$
- 2) $NH_3 + O_2 \xrightarrow{\text{кат.}} NO + H_2O$
- 3) $Cu + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$
- 4) $HNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$
- 5) $Mg + HNO_3(\text{разб.}) \rightarrow Mg(NO_3)_2 + N_2O + H_2O$

Ответ:

А	Б	В	Г

Группы экзаменуемых по уровням подготовки	1 гр.	2 гр.	3 гр.	4 гр.
Процент выполнения задания	22	87	97	100

Общее представление об успешности усвоения всех элементов содержания данного блока дают сведения, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение содержания блока «Теоретические основы химии»

№	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого 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	72,1	—	—
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IА–IIIА 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 IVА–VIIА групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов	83,7	—	—
3	Ковалентная химическая связь, её разновидности (полярная и неполярная), механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (длина и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь	76,1	—	—
4	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	78,6	—	—
5	Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Зависимость свойств веществ от особенностей их кристаллической решётки	75,4	—	—
6	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	63,8	—	—
7	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	67,9	—	—
8	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов	69,2	—	—
9	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	80,3	—	—
10	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	—	69,8	—
11	Реакции окислительно-восстановительные	—	67,9	61,0
12	Электролиз расплавов и растворов солей	—	69,8	—
13	Механизмы реакций замещения и присоединения в органической химии. Правило В.В. Марковникова	—	56,0	—

Блок «Неорганическая химия»

Усвоение элементов содержания данного блока проверялось заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности. При этом доля заданий базового уровня сложности с кратким ответом была наибольшей. Выполнение заданий предусматривало применение широкого круга предметных умений. В их числе умения: *классифицировать* неорганические и органические вещества; *называть* вещества по международной и тривиальной номенклатуре; *характеризовать* состав и химические свойства веществ различных классов; *составлять* уравнения реакций, подтверждающих взаимосвязь веществ различных классов.

Результаты выполнения заданий, представленные в таблице 2, свидетельствуют о прочном усвоении выпускниками системы знаний, составляющих содержание данного блока. Особо следует отметить прочность усвоения знаний на базовом уровне.

Таблица 2

Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение
содержания блока «Неорганическая химия»

№	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Классификация и номенклатура неорганических веществ	81,4	—	—
2	Характерные химические свойства простых веществ	65,3	35,8	—
3	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	70,0		
4	Характерные химические свойства кислот, оснований и амфотерных гидроксидов	63,3		
5	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	69,1		
6	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	61,5	—	31,4

Вместе с тем обращает на себя внимание то, что в 2015 г., как и в 2014 г., при выполнении заданий повышенного уровня сложности, которые проверяли усвоение знаний о химических свойствах неорганических веществ (задание 31), у экзаменуемых проявились те же самые характерные затруднения. Суть этих затруднений обусловлена тем, что выпускники с минимальным и удовлетворительным уровнями подготовки в достаточной мере не овладели умением применять во взаимосвязи знания о характерных и специфических свойствах каждого из заданных веществ. Кроме того, возможными причинами ошибок экзаменуемых могли стать и невнимательность, и формальное усвоение учебного материала о свойствах неорганических веществ, следствием которого является неумение перенести полученные знания в новую ситуацию. В результате успешность выполнения задания оказалась очень низкой (см. пример 3).

Пример 3

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать.

РЕАГЕНТЫ

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- | | |
|---------------|--------------------------|
| А) Cl_2 | 1) $NaOH, NaCl, HF$ |
| Б) Al_2O_3 | 2) $H_2SO_4, NaOH, HBr$ |
| В) $Ca(OH)_2$ | 3) $NaHSO_4, Br_2, SO_2$ |
| Г) $NaHSO_3$ | 4) $NaBr, Ba(OH)_2, Fe$ |
| | 5) $C_6H_6, HCl, NaOH$ |

Ответ:

А	Б	В	Г

Группы экзаменуемых по уровням подготовки	1 гр.	2 гр.	3 гр.	4 гр.
Процент выполнения задания	2,3	16,1	49	88,4

Отдельного внимания заслуживают результаты выполнения задания 37, ориентированного на проверку усвоения одного из важнейших элементов содержания курса химии – «взаимосвязь различных классов неорганических веществ». Этому заданию отведена роль «мысленного эксперимента», поэтому его условие было предложено в форме описания последовательности химических превращений (см. пример 4).

Пример 4

Карбид алюминия полностью растворили в бромоводородной кислоте. К полученному раствору добавили раствор сульфата калия, при этом наблюдали образование белого осадка и выделение бесцветного газа. Газ поглотили раствором дихромата калия в присутствии серной кислоты. Образовавшуюся соль хрома выделили и добавили к раствору нитрата бария, наблюдали выделение осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Результатом выполнения задания должно стать составление четырёх уравнений соответствующих химических реакций. За составление каждого из этих уравнений выставался 1 балл. При этом максимальный балл за выполнение задания составил 4 балла. Общие результаты выполнения задания 37 представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты выполнения задания 37
участниками с различным уровнем подготовки

Группы участников по уровням подготовки	Доля участников, получивших определённое количество баллов (в %)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1 группа	2,1	0,3	0,1	0
2 группа	20,4	6,5	2,2	0,5
3 группа	24,2	24,0	19,9	10,0
4 группа	1,5	7,4	24,4	66,5

На основании результатов, приведённых в таблице 3, можно заключить, что лишь некоторые выпускники из групп слабо подготовленных (группы 1 и 2) смогли составить одно-два (из четырёх необходимых) уравнения реакций, описанных в условии задания. Хорошо подготовленные выпускники (группа 3) смогли получить за выполнение задания до 3 баллов. Большинство выпускников из числа наиболее подготовленных (66,5%) получили за это задание максимальные 4 балла.

Причиной таких результатов можно считать то, что у слабо подготовленных участников оказалось недостаточно сформированным важное общеучебное умение – переводить текстовую информацию (описания реакции) в символическую запись – уравнение реакции.

Блок «Органическая химия»

Содержание блока «Органическая химия» составляет система знаний о важнейших понятиях и теориях органической химии, характерных химических свойствах изученных веществ, принадлежащих к различным классам органических соединений, взаимосвязи этих веществ.

Общее количество проверяемых элементов содержания данного блока равно 10. Их усвоение проверялось заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности. Этими заданиями проверялись также умения и виды деятельности, аналогичные тем, которые были названы применительно к элементам содержания блока «Неорганическая химия». Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение элементов содержания блока «Органическая химия», представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты выполнения заданий по разделу «Органическая химия»

№	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Теория строения органических соединений. Изомерия структурная и пространственная. Гомологи и гомологический ряд	67,8	–	–
2	Классификация и номенклатура органических соединений (тривиальная и международная)	–	66,0	–
3	Характерные химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводов (бензола и толуола)	62,8	61,8	–
4	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	61,4	58,0	–
5	Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	65,1		–
6	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот	–	61,9	–
7	Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)	–		–
8	Взаимосвязь органических веществ	65,4	–	37,8
9	Способы получения органических веществ (лабораторные и промышленные)	65,3	–	–
10	Идентификация органических веществ	55,9	33,9	–

Анализ данных таблицы свидетельствует о достаточно прочном усвоении экзаменуемыми системы знаний по органической химии, прежде всего на базовом уровне. В свою очередь, у экзаменуемых возникли затруднения при выполнении заданий, ориентированных на проверку знаний качественных реакций органических веществ, на основе которых осуществляют их идентификацию. Это можно подтвердить следующими примерами (см. примеры 5 и 6).

Пример 5

Различить уксусную кислоту и этилацетат можно с помощью реактива

- 1) Na_2SO_4
- 2) Zn

3) CH_3OH

4) Cu

Ответ:

Правильный ответ – 2 – выбрали только 23,8% экзаменуемых. При этом выбор остальных вариантов ответа, которые являются неверными, был следующим: ответ 1 – 16,4%; ответ 3 – 40,8%; ответ 4 – 17,1. Можно предположить, что такие результаты выполнения данного задания обусловлены неумением большинства экзаменуемых выявлять различие в свойствах этих веществ с учётом взаимосвязи их состава и строения.

Подобные затруднения экзаменуемых проявились также и при выполнении заданий повышенного уровня сложности, которые впервые в новом формате были использованы в работе 2015 г. (см. пример 6).

Пример 6

Установите соответствие между названиями двух веществ и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества.

НАЗВАНИЯ ВЕЩЕСТВ

А) пропанол-1 и фенол (p-p)

Б) крахмал и сахароза

В) пропанол-2 и глицерин

Г) толуол и бензол

РЕАКТИВ

1) NaMnO_4 (p-p)

2) ZnO

3) Br_2 (водн.)

4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$

5) I_2 (p-p)

Ответ:

А	Б	В	Г

Группы экзаменуемых по уровням подготовки	1 гр.	2 гр.	3 гр.	4 гр.
Процент выполнения задания	2,7	9,3	50,2	91,1

Как видно по результатам выполнения задания, успешно его выполнили только выпускники с хорошим и отличным уровнями подготовки.

Блок «Методы познания веществ и химических реакций»

В структуре данного блока выделены три содержательные линии: «Экспериментальные основы химии», «Основные представления о промышленных способах получения важнейших веществ», «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций». В соответствии с кодификатором эти содержательные линии включают 21 элемент содержания.

Элементы содержания блока имеют прикладной и практико-ориентированный характер, чем обусловлена определённая особенность заданий, ориентированных на проверку усвоения данного материала. Выполнение заданий предусматривало проверку сформированности умений: использовать в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; планировать проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ на основе приобретённых знаний о правилах безопасной работы с веществами в быту; проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям.

Некоторые из элементов содержания блока, такие как «определение характера среды водных растворов веществ, индикаторы»; «расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного», «расчёты массовой доли (массы)

химического соединения в смеси», проверялись в рамках одного задания в комплексе с другими элементами содержания. Результаты выполнения заданий этого блока представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты выполнения заданий, проверяющих
усвоение содержания блока «Методы познания веществ и химических реакций»

№	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения заданий		
		Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
Раздел «Экспериментальные основы химии»				
1	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. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений	65,4	—	—
2	Основные способы получения углеводов и кислородсодержащих соединений (в лаборатории)	65,3	—	—
Раздел «Основные представления о промышленных способах получения важнейших веществ»				
1	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 углеводов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	46,9	—	—
Раздел «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций»				
1	Расчёт теплового эффекта реакции	77,3	—	—
2	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях	65,0		
3	Вычисление массы растворённого вещества, содержащегося в определённой массе раствора с известной массовой долей	64,5	—	
4	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	76,0	—	—
5	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества	—	—	32,4
6	Нахождение молекулярной формулы вещества	—	—	29,4

Как видно по результатам, представленным в таблице, экзаменуемые успешно справились практически со всеми заданиями, которые проверяли усвоение содержания данного блока на базовом уровне: процент выполнения таких заданий находится в интервале от 65 до 77%. Исключение составили задания, ориентированные на проверку такого элемента содержания, как «общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола)». Этот учебный материал усвоен выпускниками на удовлетворительном уровне.

Дифференциация участников по уровню их подготовки в значительной степени проявилась при выполнении заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом. Это расчётные задачи (задания 39 и 40), решение которых предусматривало комплексное применение знаний (см. примеры 7 и 8).

Алгоритм выполнения заданий 39 предусматривал осуществление следующих действий: *составление* (согласно условию задания) уравнений химических реакций, необходимых для проведения стехиометрических расчётов; *расчёт* количества вещества реагентов и продуктов реакций; *определение* (при необходимости) избытка какого-либо из заданных веществ; *расчёт* массовой доли вещества в полученном растворе с учётом выделяющегося из раствора газа или осадка.

Пример 7 (задание 39).

При взаимодействии 5,6 г гидроксида калия с 5,0 г хлорида аммония получили аммиак. Его растворили в 50 г воды. Определите массовую долю аммиака в полученном растворе. Определите объём 10%-ного раствора азотной кислоты с плотностью 1,06 г/мл, который потребуется для нейтрализации аммиака.

Общие результаты выполнения задания 39 представлены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты выполнения заданий 39
участниками с различным уровнем подготовки

Группы участников по уровням подготовки	Доля участников, получивших определённое количество баллов (в %)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1 группа	2,5	0,16	0,03	0,03
2 группа	17,3	5,5	2,4	1,0
3 группа	21,7	17,4	19,2	17,1
4 группа	3,9	6,4	18,5	70,9

Как видно по результатам выполнения таких заданий, из числа экзаменуемых с минимальным и удовлетворительным уровнями подготовки самостоятельно выстроить подобный алгоритм решения задачи смогли лишь немногие. В лучшем случае эти экзаменуемые получили 1 балл за составление уравнения реакции. Даже среди экзаменуемых с хорошим уровнем подготовки результаты выполнения задания оказались не столь высокими: лишь 17% из них справились с решением задачи в целом и получили максимальные 4 балла. И только экзаменуемые с отличным уровнем подготовки в большинстве своём справились с выполнением задания полностью.

При выполнении задания 40 экзаменуемые должны были не только определить молекулярную формулу органического вещества (как в работе 2014 г.), но и установить структурную формулу этого вещества на основании его химических свойств, описанных в условии задания, а также составить уравнение одной из характерных химических реакций.

Пример 8 (задание 40)

При сгорании 18,8 г органического вещества получили 26,88 л (н.у.) углекислого газа и 10,8 мл воды. Известно, что это вещество реагирует как с гидроксидом натрия, так и с бромной водой.

На основании данных условия задачи:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;*
- 2) запишите молекулярную формулу органического вещества;*
- 3) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;*
- 4) напишите уравнение реакции данного вещества с бромной водой.*

Общие результаты выполнения задания 40 представлены в таблице 7.

Таблица 7

Результаты выполнения заданий 40
участниками с различным уровнем подготовки

Группы участников по уровням подготовки	Доля участников, получивших определённое количество баллов (в %)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1 группа	1,1	0,16	0	0,03
2 группа	14,0	5,2	1,4	0,56
3 группа	21,8	24,0	10,0	16,5
4 группа	2,5	11,1	9,0	76,9

Приведённые результаты свидетельствуют о том, что, как и в предыдущем случае, успешное выполнение задания продемонстрировали только выпускники с отличным уровнем подготовки.

Результаты выполнения экзаменационной работы по химии участниками, не набравшими минимального балла (с минимальным уровнем подготовки)

Из данной группы участников лишь некоторые (от 30 до 45%) выполнили незначительное количество заданий базового уровня сложности (примерно по 5 заданий из 26), продемонстрировав при этом *самые общие* знания о строении атомов, закономерностях изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам Периодической системы, подходах к классификации веществ, скорости химической реакции, направлении протекания реакций ионного обмена, а также умение проводить термохимические расчёты.

Из числа заданий повышенного уровня сложности для этой категории экзаменуемых наиболее трудными оказались задания на установление соответствия между двумя множествами (процент выполнения этих заданий – от 2 до 8).

К выполнению заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом экзаменуемые хотя и приступали, но справиться с ними не смогли. Только 2% из этих участников удалось получить по 1 баллу за выполнение отдельных заданий.

В целом результаты выполнения заданий экзаменационной работы этой группой участников свидетельствуют о том, что их подготовка по предмету не отвечает требованиям образовательного стандарта к усвоению основных общеобразовательных программ по химии для средней школы даже на базовом уровне. Отсюда справедливым можно считать заключение о том, что эти выпускники не проявили как должной самооценки имеющихся знаний, так и должной ответственности при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене.

При подготовке к экзамену выпускников данной категории необходимо, прежде всего, обратить внимание на сформированность у них базовых знаний по предмету. В этих целях полезно провести стартовое тестирование для выявления пробелов в знаниях обучающихся, для чего можно использовать итоговые тесты по курсу химии основной школы, а также задания открытого банка ОГЭ. Затем целесообразно совместно с обучающимися составить индивидуальные планы их подготовки к экзамену. При этом важно обратить внимание на то, что обучающиеся должны самостоятельно повторить и систематизировать теоретический материал по ведущим разделам и темам курса химии основной школы, в особенности по тем, где были выявлены недостаточно прочные знания.

Для организации самостоятельной работы учитель должен рекомендовать обучающимся необходимые учебники, пособия, справочный материал. По мере того как обучающиеся продвигаются в своей работе по систематизации теоретического материала, следует проводить тематический контроль знаний, используя при этом как традиционные,

так и тестовые тематические контрольные работы. На этом этапе очень важна работа по анализу ошибок, которые допускают обучающиеся при выполнении заданий и выяснению причин этих ошибок. Как показывает практика, ошибки зачастую допускаются по причине недостаточного (а иногда неверного) понимания условия задания и неумения его анализировать. Поэтому очень важно обсудить с обучающимся следующие вопросы: о чём говорится в условии задания; какой теоретический материал необходимо использовать для его выполнения; какие опорные знания помогут при поиске ответа и по каким критериям будет выбираться этот ответ из приведённых в условии вариантов. При выполнении задания следует также ориентировать обучающихся на обязательную проверку каждого из вариантов ответа на предмет его соответствия выбранным критериям.

Немаловажным аспектом в работе по подготовке обучающихся к экзамену является информирование родителей о достижениях каждого из них на этапах всех видов контроля - стартового, тематического и рубежного.

Результаты выполнения экзаменационной работы по химии участниками с удовлетворительным уровнем подготовки

Результаты выполнения экзаменационной работы данной группой участников практически по всем показателям заметно отличаются от результатов участников, не набравших минимального балла.

Так, в частности, эти экзаменуемые достаточно успешно справились с выполнением большинства заданий базового уровня сложности, ориентированных на проверку усвоения элементов содержания основных разделов/тем курса химии: «Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева. Строение атома и строение вещества»; «Классификация неорганических и органических веществ»; «Характерные химические свойства неорганических и органических веществ различных классов»; «Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова»; «Химическая реакция. Классификация химических реакций, закономерности их протекания»; «Поведение веществ в растворах. Электролитическая диссоциация. Реакции ионного обмена».

Процент выполнения заданий находится в интервале от 65 до 80. Такие показатели выполнения заданий свидетельствуют о сформированности у этих выпускников некоторых предметных умений, рассматриваемых в качестве необходимых компонентов планируемых результатов обучения химии. В числе этих умений назовём следующие:

- а) характеризовать строение атомов *s*-, *p*- и *d*-элементов по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева, общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева;
- б) классифицировать неорганические и органические вещества (по составу и свойствам);
- в) определять строение атомов, валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов.

Вместе с тем в подготовке этой группы участников имеются определённые недостатки. К наиболее значимым из них относятся следующие.

Затруднения экзаменуемых отмечены в случаях, когда, например, при выполнении заданий требовалось: а) применить во взаимосвязи знания о характерных (общих) и специфических свойствах веществ определённого класса, в частности, солей (средний процент выполнения таких заданий – 56); предельных одноатомных и многоатомных спиртов и фенола (средний процент выполнения заданий – 45); б) применить знания для объяснения взаимосвязи между веществами различных классов, как неорганических, так и органических (средний процент выполнения заданий – 50).

Затруднения такого рода, по всей вероятности, обусловлены тем, что обучающиеся с удовлетворительной подготовкой усваивают учебный материал лишь на репродуктивном уровне, не могут самостоятельно устанавливать причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями и потому слабо владеют общим учебным умением применять знания в системе, т.е. комплексно.

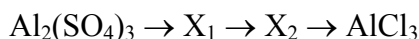
Задания повышенного и высокого уровней сложности оказались для этих участников затруднительными в заметной степени. Успешность выполнения отмечена лишь по отдельным из них. Это задания, ориентированные на проверку усвоения элементов содержания «окислительно-восстановительные реакции» и «электролиз растворов солей». Средний процент выполнения таких заданий повышенного уровня сложности – более 50, высокого уровня сложности – 42,5. С остальными заданиями высокого уровня сложности справились лишь от 7 до 10% выпускников этой категории.

При всех замеченных недостатках в подготовке выпускников этой группы в целом можно заключить, что в большинстве своём они продемонстрировали устойчивое усвоение на базовом уровне ведущих понятий курса химии, система которых составляет основу общей химической грамотности, формируемой у школьников при изучении предмета.

При подготовке к экзамену обучающихся, которые по результатам стартового контроля знаний продемонстрировали удовлетворительный уровень подготовки, наибольшее внимание следует уделить формированию у них умений применять имеющиеся базовые знания в системе. Это означает, что наряду с повторением и углублением имеющихся знаний, необходимо уделить внимание анализу условия конкретных заданий с целью формирования у учащихся умения выстраивать логически обоснованный порядок выполнения задания и выявлять причинно-следственные связи между составом, строением, свойствами и способами получения конкретных веществ. Примером тому является задание, которое ориентировано на проверку усвоения знаний о взаимосвязи неорганических веществ. При их выполнении важно обращать внимание обучающихся на порядок рассуждений при выборе ответа. Рассмотрим пример такого задания, при выполнении которого правильный ответ получили только 8% экзаменуемых этой группы.

Пример 9

В схеме превращений



веществами X_1 и X_2 являются соответственно

- 1) Al_2O_3 и AlPO_4
- 2) AlPO_4 и $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$
- 3) Al_2S_3 и Al
- 4) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и Al_2O_3

Порядок рассуждений при выполнении этого задания может быть следующим. Вначале обращаем внимание на то, что в условии задания идёт речь о трёх химических превращениях. Затем определяем класс и группу каждого из веществ, указанных в условии задания (в частности, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и AlCl_3 являются растворимыми солями). Рассматриваем вероятность первого химического превращения с тем, чтобы определить вещество X_1 : этим веществом может быть любое первое вещество из всех вариантов ответа, кроме Al_2O_3 . Затем рассматриваем вероятность последнего превращения с тем, чтобы определить вещество X_2 : этим веществом может являться любое второе вещество из всех вариантов ответа. На основании сказанного приходим к выводу, что при выборе ответа определяющим будет являться второе химическое превращение. Значит нужно рассмотреть возможность его протекания между теми веществами, которые мы предположительно определили, как вещества X_1 и X_2 . При этом важно в каждом отдельном случае давать обоснование возможности химического превращения на основе определения класса и химических свойств веществ. В ходе всех этих рассуждений делается вывод, что только нерастворимый амфотерный гидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$ способен разлагаться при нагревании с образованием Al_2O_3 .

Результаты выполнения экзаменационной работы по химии участниками с хорошим уровнем подготовки

При выполнении экзаменационной работы эта категория участников продемонстрировала прочность знаний практически по всем проверяемым элементам содержания курса химии и успешно справилась с заданиями всех уровней сложности. Процент выполнения заданий базового и повышенного уровней сложности находится в интервале от 70 до 90. Такая успешность результатов свидетельствует о степени подготовленности выпускников к экзамену, а также о сформированности у них тех видов общеучебных и предметных умений, которые предполагают более высокий уровень мыслительной деятельности и самостоятельности в её осуществлении. Среди этих умений наиболее важными с точки зрения формирования общей химической грамотности являются следующие умения:

- *составлять*: уравнения реакций ионного обмена, уравнения окислительно-восстановительных реакций;
- *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; факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции и состояние химического равновесия; общие химические свойства основных классов неорганических и органических веществ; сущность реакций ионного обмена;
- *объяснять*: закономерности в изменении свойств веществ, сущность изученных видов химических реакций;
- *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям реакций;
- *планировать* проведение эксперимента по распознаванию и идентификации важнейших неорганических и органических соединений на уровне качественных реакций.

Выявленные проблемы в подготовке выпускников данной группы в некотором роде аналогичны затруднениям выпускников с удовлетворительным уровнем подготовки. Например, для некоторых из этих выпускников оказались затруднительными задания базового уровня сложности, ориентированные на проверку элемента содержания «общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола)», – средний процент выполнения – 55 и задания повышенного уровня сложности, проверяющие усвоение знаний о характерных химических свойствах отдельных классов неорганических веществ и качественных реакциях на изученные неорганические и органические вещества. Средний процент выполнения таких заданий – 48.

Выполнение названных видов заданий предполагало комплексное применение знаний в изменённой ситуации. Думается, что именно это обстоятельство некоторые из выпускников с хорошей подготовкой по предмету не приняли во внимание на завершающем этапе систематизации и обобщения знаний при подготовке к экзамену.

Следовательно, при подготовке к экзамену данной группы обучающихся наиболее актуальной становится тренировка в выполнении заданий, в значительной степени ориентированных на комплексное применение знаний. Проиллюстрируем сказанное конкретным примером.

Пример 10

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) Cl_2	1) NaOH , NaCl , HF
Б) Al_2O_3	2) H_2SO_4 , NaOH , HBr
В) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	3) NaHSO_4 , Br_2 , SO_2
Г) NaHSO_3	4) NaBr , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, Fe
	5) C_6H_6 , HCl , NaOH

Это задание повышенного уровня сложности, которое требует комплексного применения знаний о характерных и специфических свойствах неорганических веществ. Следовательно, его выполнение предполагает использование знаний о классификации веществ, а также разносторонний анализ химических свойств каждого из веществ. Так, хлор является неметаллом, а также проявляет свойства сильного окислителя. Значит, он будет реагировать с металлами и веществами, проявляющими восстановительные свойства (NaBr , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, Fe). Амфотерный оксид алюминия будет реагировать с кислотами и щелочами (H_2SO_4 , NaOH , HBr). Гидроксид кальция является щелочью и может реагировать с веществами, проявляющими кислотные свойства, и неметаллами (NaHSO_4 , Br_2 , SO_2). Гидросульфит натрия является кислой солью и может взаимодействовать с сильными кислотами и щелочами (H_2SO_4 , NaOH , HBr).

Результаты выполнения экзаменационной работы по химии выпускниками с отличным уровнем подготовки

Подготовка данной группы участников отвечает требованиям к освоению содержания общеобразовательных программ по химии для средней школы как на базовом, так и на профильном уровнях. Подтверждением тому является следующее.

Эти экзаменуемые выполнили все задания экзаменационной работы. Незначительное различие в результатах этой группы участников имело место лишь при выполнении отдельных заданий высокого уровня сложности, в частности заданий 37 и 39.

Задание 37 ориентировано на проверку усвоения знаний о генетической связи неорганических веществ различных классов. В его условии предложено описание конкретного химического эксперимента, ход которого экзаменуемые должны были проиллюстрировать посредством составления уравнений соответствующих химических реакций. Для выполнения задания требовалось самостоятельное обдумывание возможностей протекания описанных реакций с обязательным учётом того, что свойства веществ находятся в прямой зависимости от их состава и строения.

Задание 39 – расчётная задача. Для его выполнения необходимо было комплексно проанализировать все данные условия, обдумать последовательность необходимых действий и выполнить все расчёты. Такой алгоритм выполнения заданий оказался не по силам некоторым участникам, поэтому они не смогли получить максимальный балл за выполнение заданий.

Тем не менее обстоятельный анализ достижений данной группы экзаменуемых в целом убедительно показывает, что они:

- осознанно владеют теоретическим и фактологическим материалом курса – основными понятиями, законами, теориями и языком химии;
- умеют создавать обобщения, устанавливать аналогии, применять знания в изменённой и новой ситуациях, например не только для объяснения сущности изученных типов химических реакций, но и для прогнозирования условий протекания конкретных реакций и образующихся при этом продуктов;

- умеют устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания;
- умеют осуществлять расчёты различной степени сложности по химическим формулам и уравнениям химических реакций;
- умеют объективно оценивать реальные ситуации, использовать свой опыт для получения новых знаний, нахождения и объяснения необходимых решений.

Весь этот перечень умений является наглядным подтверждением высокого уровня подготовки выпускников по предмету.

В заключение старшеклассникам, готовящимся к экзамену по химии, предлагаем несколько рекомендаций, которые важно принять во внимание при организации работы по выполнению заданий. Они помогут преодолеть недостатки, выявленные в подготовке различных групп участников ЕГЭ 2015 г.

1. Началом выполнения каждого отдельного задания должно стать выяснение того, усвоение какого учебного материала проверяется данным заданием. Для этого необходимо обратить внимание на особенности формулировки условия задания и тщательно его проанализировать (найти ключевые слова). После этого можно обдумать последовательность своих действий по выполнению заданий.

2. Особое внимание следует обратить на задания, которые проверяют усвоение знаний о генетической связи неорганических веществ различных классов (задание 37). При выполнении таких заданий требуется написать уравнения четырёх реакций, которые отражают суть описанных в условии процессов. Не случайно эти задания получили название своеобразного «мысленного эксперимента», для «проведения» которого необходимо применить знания о свойствах веществ в новой ситуации. Успешное их выполнение зависит от наличия знаний о характерных (общих и специфических) химических свойствах указанных веществ и условиях протекания реакций между ними, от умения составлять формулы веществ и уравнения химических реакций.

3. Выполнение заданий, проверяющих знание генетической связи органических веществ различных классов (задание 38), требует записи структурных формул органических веществ. Обращаем внимание на то, что можно при этом использовать структурные формулы разного вида (развёрнутую, сокращённую, скелетную), которые однозначно отражают порядок связи атомов, а также взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

4. При оформлении развёрнутых ответов на задания 39 и 40 необходимо: 1) отразить все произведённые вычисления; 2) указать размерность полученной величины.

Единый государственный экзамен по химии является экзаменом по выбору выпускников. Поэтому очевидно, что его результаты не могут со всей полнотой отражать качество подготовки по химии всех выпускников общеобразовательных организаций. Однако на основе его результатов можно сформулировать некоторые предложения по совершенствованию методики преподавания предмета.

1. В настоящее время подготовка учащихся к ЕГЭ становится неотъемлемой частью учебного процесса, что само по себе признаётся как объективная необходимость. Однако ни в коем случае нельзя сводить её только к тренировке в выполнении различных типов заданий, аналогичных заданиям экзаменационной работы. Главной задачей подготовки к ЕГЭ должна стать целенаправленная работа по повторению, систематизации и обобщению изученного материала, по приведению в систему знаний ключевых понятий курса химии. Основными из числа этих понятий являются следующие: *вещество, химический элемент, атом, ион, химическая связь, электроотрицательность, степень окисления, моль, молярная масса, молярный объём, химическая реакция, электролитическая диссоциация, кислотно-основные свойства вещества, окислительно-восстановительные свойства веществ, процессы окисления и восстановления, гидролиз, электролиз, функциональная группа,*

гомология, структурная и пространственная изомерия. Согласно требованиям стандарта к освоению содержания основных общеобразовательных программ по химии для средней школы *знание/понимание* перечисленных понятий считается обязательным, поэтому на экзамене эта система знаний является главным объектом контроля.

Важно принять во внимание, что приведение в систему ключевых понятий курса предполагает формирование у учащихся понимание того, что усвоение любого понятия заключается в умении *выделять* его характерные признаки, *выявлять* его взаимосвязи с другими понятиями, а также в умении *использовать* это понятие для объяснения различных фактов и явлений.

Сформированность таких представлений у обучающихся обеспечит им возможность достижения успеха при выполнении экзаменационной работы.

2. Овладение понятийным аппаратом курса химии – это необходимое, но недостаточное условие успешного выполнения заданий экзаменационной работы. Дело в том, что большинство заданий вариантов КИМ ЕГЭ по химии направлены, главным образом, на проверку умений применять теоретические знания в конкретных ситуациях. Так, например, экзаменуемые должны продемонстрировать умения характеризовать свойства веществ на основе их состава и строения, определять возможность осуществления реакций между отдельными веществами, прогнозировать возможные продукты реакций с учётом заданных условий её протекания. Также для выполнения ряда заданий понадобятся знания о признаках изученных реакций, правилах обращения с лабораторным оборудованием и веществами, способах получения веществ в лаборатории и промышленности. Поэтому систематизация и обобщение изученного материала в процессе его повторения должны быть направлены на развитие умений выделять в нём главное, устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания, в особенности устанавливать характер взаимосвязи между составом, строением и свойствами веществ. Такой подход к применению знаний является особо необходимым при выполнении заданий повышенного и высокого уровней сложности.

3. При организации тренировки в выполнении заданий, аналогичных типовым заданиям экзаменационной работы, необходимо добиваться понимания обучающимися того, что началом выполнения любого задания должны стать следующие действия:

- тщательный анализ условия задания;
- выяснение того, усвоение какого элемента содержания проверяет это задание;
- обдумывание плана выполнения задания.

Соблюдение описанной последовательности действий при выполнении заданий снижает риск появления случайных погрешностей и ошибок. Проиллюстрируем эти ошибки на примерах выполнения отдельных заданий экзаменуемыми (см. примеры 11, 12).

Пример 11.

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$	1) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Б) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	2) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
В) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t}$	3) $\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Г) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	4) $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	5) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2$
	6) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

1 балл	2 балла	0 баллов
25%	41%	34%

С помощью этого задания проверялись знания химических свойств соли – гидрокарбоната кальция. При выполнении задания необходимо было самостоятельно записать правую часть каждого уравнения реакции и далее найти соответствующую запись в правом столбце условия задания. Несоблюдение такой последовательности выполнения задания, а также недостаточные знания свойств гидрокарбоната калия привели к тому, что 34% экзаменуемых не смогли получить ни одного балла за выполнение этого задания.

Пример 12

Оксиды состава ЭО_2 и ЭО_3 образует каждый из двух элементов:

- 1) сера и селен
- 2) азот и фосфор
- 3) углерод и кремний
- 4) железо и хром

Ответ: 1

Ответ				Процент выполнения	
1	2	3	4	слабые	сильные
57%	10%	22%	11%	24	97

Выполнение этого задания предполагало использование известного правила о том, что высшая валентность элементов А групп периодической системы равна номеру группы, а также правила о том, что неметаллы могут проявлять промежуточную валентность. Экзаменуемые, выбравшие вариант 3 ответа, не учли, что углерод и кремний не могут образовать оксиды состава ЭО_3 .

4. Наряду с изложенным при подготовке обучающихся к ЕГЭ предметом самого тщательного обсуждения должен стать ещё целый ряд вопросов, с которыми следует заблаговременно ознакомиться каждому, кто намеревается сдавать экзамен. Это информация о самом экзамене, о его содержании и об особенностях проведения, о том, как можно проверить свою готовность к экзамену и как следует организовать себя при выполнении экзаменационной работы. Большую пользу при этом сослужит ознакомление обучающихся с обобщённым планом экзаменационной работы в предстоящем году. На основе информации, содержащейся в этом документе, возможно дать обучающимся рекомендации по самостоятельному планированию и повторению учебного материала.

В качестве одного из ведущих направлений развития экзаменационной модели по химии в 2016 г. определено усиление деятельностной основы контрольных измерительных материалов. Реализация этого направления предполагала разработку такой системы заданий, которая позволяли бы объективно оценить общеобразовательную подготовку выпускников на трёх уровнях деятельности, а именно:

- на уровне овладения понятийным аппаратом курса химии, общими закономерностями и методами исследования веществ и реакций;
- на уровне применения знаний по химии в контексте повседневной жизни;
- на уровне развития интеллектуальных умений, позволяющих осмыслить реальные ситуации, использовать свой опыт для получения новых знаний, нахождения и объяснения необходимых решений.

Постановка подобных задач привела к корректировке общих подходов к построению КИМ, используемых в экзаменационной работе 2016 г.

В результате задания базового уровня сложности, направленные на простое воспроизведение знаний, заменены заданиями, предполагающими осознанный выбор правильных ответов (от одного до трёх) из числа предложенных вариантов. Выбор правильных ответов осуществляется с использованием разнообразных видов деятельности. Проиллюстрируем вышесказанное следующими примерами.

Пример 13

Прежний формат задания	Изменённый формат задания				
В схеме превращений $\text{Fe} \xrightarrow{X_1} \text{FeCl}_3 \xrightarrow{X_2} \text{Fe(OH)}_3$ веществами X_1 и X_2 являются соответственно 1) Cl_2 и Cu(OH)_2 2) CuCl_2 (р-р) и NaOH (р-р) 3) Cl_2 и NaOH (р-р) 4) HCl и H_2O Ответ: ☐	Дана схема превращений: $\text{CuO} \xrightarrow{X} \text{Cu} \xrightarrow{Y} \text{Cu(NO}_3)_2$ Среди перечисленных веществ: 1) вода 2) азотная кислота 3) нитрат калия 4) водород 5) углекислый газ веществами X и Y являются Ответ: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	X	Y	☐	☐
X	Y				
☐	☐				

Как видно, в новом формате таких заданий, которые проверяют усвоение важного элемента содержания «взаимосвязь неорганических веществ», явно прослеживается переход к принципиально другому виду учебной деятельности, требующему более высокого интеллектуального осмысления, от словесной информации к химической символике. Кроме того, в данном случае алгоритм выполнения задания предполагает самостоятельное формулирование ответа экзаменуемым. Следует отметить, что в результате изменения формата задания уровень его сложности остаётся прежним. Аналогичным образом изменён и формат заданий, ориентированных на проверку генетической взаимосвязи органических веществ.

Изменённый формат заданий, ориентированных на проверку умений проводить расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций (см. пример 14), предполагает анализ условия задания с последующим самостоятельным нахождением числового ответа, в отличие от прежнего задания, где возможно было осуществить выбор ответа только на основе анализа предложенных вариантов ответа.

Пример 14

Прежний формат задания	Изменённый формат задания
Какой объём (н.у.) оксида углерода(IV) теоретически образуется при полном сгорании угля в 78 л (н.у.) кислорода? 1) 39 л 2) 50 л 3) 117 л 4) 78 л	Какой объём (н.у.) оксида углерода(IV) теоретически образуется при полном сгорании угля в 78 л (н.у.) кислорода? В ответе запишите число с точностью до целого и без указания единиц измерения. Ответ: _____ л

Характер корректировки формата некоторых других заданий имел своей целью повышение самостоятельности экзаменуемых в выборе правильного ответа на основе осознанного применения ключевых понятий и теорий химии (см. пример 15).

Пример 15

Прежний формат задания	Изменённый формат задания		
К структурным изомерам относятся	Из числа предложенных веществ выберите те, которые являются структурными изомерами:		
1) бензол и циклогексан	1) этаналь		
2) этаналь и диметилловый эфир	2) диметилловый эфир		
3) пентен-1 и циклопентан	3) циклопентан		
4) фениламин и анилин	4) пентадиен-1,3		
	5) пентен-1		
	Ответ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr></table>		

Таким образом, реализованные подходы к совершенствованию заданий базового уровня сложности позволяют усилить их деятельностную основу и подтверждают целесообразность использования таких заданий в модели экзаменационной работы по химии. При этом обеспечивается возможность полноты охвата учебного материала, который является обязательным объектом контроля на экзамене.

Ещё одним из направлений развития экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2016 г. является усиление их практико-ориентированной направленности КИМ. На сегодняшний день это нашло отражение в заданиях, получивших название «мысленного эксперимента» (см. примеры 16 и 17).

Пример 16

Установите соответствие между двумя веществами и признаком реакции, протекающей между ними.

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) NaOH и CrCl ₃ (изб.)	1) выделение бесцветного газа
Б) KOH (р-р) и Be(OH) ₂	2) образование окрашенного осадка
В) Na ₂ CO ₃ и HNO ₃	3) образование белого осадка
Г) CaCO ₃ , H ₂ O и CO ₂	4) растворение осадка
	5) видимые признаки реакции отсутствуют

Ответ:	A	Б	В	Г

Пример 17.

На перманганат калия действовали концентрированной соляной кислотой. Образовавшийся жёлто-зелёный газ пропустили над нагретым порошком меди. Полученное вещество растворили в воде и смешали с раствором нитрата серебра(I), выпавший при этом осадок отделили. К оставшемуся раствору добавили раствор иодида калия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Подобные задания полностью исходят из необходимости учёта того, какие экспериментальные умения приобретены учащимися при изучении химии, и предполагают комплексный характер учебной деятельности при их выполнении.

Часть 2 экзаменационной работы, в которую включены задания высокого уровня сложности с развёрнутым ответом, на сегодняшний день по результатам экзамена признана наиболее сбалансированной в целях обеспечения возможности для дифференциации выпускников по уровню их подготовленности.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ (www.fipi.ru):

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2016 г.;
- открытый банк заданий ЕГЭ;
- учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;
- методические рекомендации прошлых лет.

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2015 г. по ХИМИИ

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

№	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Коды требований	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
Часть 1							
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	1.1.1	1.2.1 2.3.1	Б	1	2	72,3
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IА–IIIА 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	1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4	1.2.3 2.4.1 2.3.1	Б	1	2	83,7
3	Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь	1.3.1	2.2.2 2.4.2	Б	1	2	76,1
4	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	1.3.2	1.1.1 2.2.1	Б	1	2	78,6

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

5	Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	1.3.3	2.2.2 2.4.3	Б	1	2	75,4
6	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная). Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	2.1 3.3	1.3.1 2.2.6	Б	1	2	81
7	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	2.2 2.3	2.3.2	Б	1	2	65,3
8	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	2.4	2.3.3	Б	1	2	70,4
9	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот	2.5 2.6	2.3.3	Б	1	2	63,3
10	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	2.7	2.3.3	Б	1	2	69,1
11	Взаимосвязь неорганических веществ	2.8	2.3.3 2.4.3	Б	1	2	61,5
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	3.1 3.2	1.2.1 1.2.2 2.2.3 2.2.7	Б	1	2	67,8
13	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола)	3.4	2.3.4	Б	1	2	62,8
14	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	3.5	2.3.4	Б	1	2	61,4
15	Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)	3.6	2.3.4	Б	1	2	65,1

16	Основные способы получения углеводов (в лаборатории). Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории)	4.1.7 4.1.8	1.3.4 2.5.1	Б	1	2	65,3
17	Взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений	3.9	2.3.4 2.4.3	Б	1	2	65,4
18	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	1.4.1	2.2.8	Б	1	2	63,9
19	Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов	1.4.3	2.4.5	Б	1	2	67,9
20	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	1.4.4	2.4.5	Б	1	2	69,2
21	Электrolитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	1.4.5 1.4.6	1.1.1 1.1.2 1.2.1 2.4.4	Б	1	2	80,3
22	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. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений	4.1.1 4.1.2 4.1.4 4.1.5	1.3.2 2.2.4 2.5.1	Б	1	2	55,9
23	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 углеводов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4	1.3.3 1.3.4	Б	1	2	46,9
24	Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей; вычисление массовой доли вещества в растворе	4.3.1	2.5.2	Б	1	5–7	69,6
25	Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения. Расчеты теплового эффекта реакции	4.3.2 4.3.4	2.5.2	Б	1	2	77,3

26	Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ	4.3.3	2.5.2	Б	1	5–7	76,0
27	Классификация неорганических веществ. Классификация и номенклатура органических соединений	2.1 3.3	2.2.8	П	2	5–7	62,0
28	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от нее	1.3.2 1.4.8	2.2.1 2.2.5	П	2	5–7	67,9
29	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	1.4.9	1.1.3 2.2.5	П	2	5–7	69,8
30	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	1.4.7	2.2.4	П	2	5–7	53,56
31	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 соединений алюминия и цинка)	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	2.3.3	П	2	5–7	35,2
32	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	4.1.4 4.1.5	2.5.1 2.2.4	П	2	5–7	33,9
33	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола). Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	3.4 1.4.10	2.3.4 2.4.4	П	2	5–7	60,0
34	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	3.5 3.6	2.3.4	П	2	5–7	57,9
35	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	3.7 3.8	2.3.4	П	2	5–7	62,0

Часть 2

36	Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от нее	1.4.8	2.2.5 2.4.4	В	3	10	61,2
37	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	2.8	2.3.3 2.4.3	В	4	10	31,4
38	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	3.9	2.3.4 2.4.3	В	5	10	37,8
39	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	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	2.5.2	В	4	10	32,4
40	Нахождение молекулярной формулы вещества	4.3.7	2.5.2	В	4	10	29,4
Всего заданий – 40; из них по уровню сложности: базового уровня – 26; повышенного – 9; высокого – 5. Максимальный первичный балл за работу – 64. Общее время выполнения работы – 180 мин.							