

О перспективной модели КИМ ЕГЭ по химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

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

Ключевые слова: перспективная модель, метапредметные планируемые результаты, дифференцирующая способность, уровень сложности заданий.

Система оценки качества школьного химического образования за последнее десятилетие претерпела существенные изменения. Главным образом они связаны с введением ФГОС второго поколения, который, наряду с системно-деятельностным подходом, направил внимание учителей на важность достижения метапредметных планируемых результатов. Указанные особенности стандарта нашли своё отражение в содержании контрольных измерительных материалов (КИМ) ОГЭ. Так, в 2019–2020 гг. был осуществлён переход КИМ ОГЭ на обновлённую версию. В частности, были полностью исключены задания, предусматривавшие выбор одного варианта ответа из четырёх предложенных, увеличено число заданий, направленных на проверку знаний и умений, формируемых в процессе экспериментальной деятельности и др. В штатный режим (обязательный формат) переведены два задания, предусматривающие выполнение реального химического эксперимента. Аналогичная работа по совершенствованию моделей заданий с учётом требований ФГОС проводится и в отношении КИМ ЕГЭ.

В настоящее время перспективная модель (ПМ) экзаменационного варианта ЕГЭ прошла апробацию и общественно-профессиональное обсуждение, внесены усовершенствования и разработан проект КИМ ЕГЭ–2022 по химии.

Следует заметить, что необходимость регулярного обновления и уточнения формулировок заданий ЕГЭ вызвана рядом причин. Одна из них — постепенное снижение дифференцирующей способности заданий в процессе их длительного использования, т.е. их способности чётко отражать различия в уровне владения выпускниками теми или иными умениями. Например, в формулировки условий заданий 3 и 4, направленных на проверку умений определять степени окисления и особенности строения (вид химической связи, тип кристаллической решётки), были внесены уточнения, которые предусматривали выполнение дополнительных мыслительных операций: сравнения, классификации, нахождения разности и др.¹ Приведём примеры заданий 4, применявшихся в 2019 и 2021 гг.

Как видно из приведённых примеров, по сравнению с формулировкой 2019 г. в 2021 г. в задание было добавлено дополнительное условие — вторая характеристика строения вещества (тип кристаллической решётки, молекулярное/немолекулярное строение), которое само по себе не является сложным для усвоения. Однако сочетание двух факторов при выборе правильных

¹ Добротин Д.Ю., Снастина М.Г. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по химии // Педагогические измерения. — 2020. — № 3. — С. 61–90.

Пример 1 (2019 г.)

Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

- 1) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$
- 2) HClO_3
- 3) NH_4Cl
- 4) HClO_4
- 5) Cl_2O_7

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

ответов у учащихся с невысоким уровнем подготовки вызвало существенные затруднения. Аналогичная ситуация с изменениями в условии задания 3: введение ещё одной простейшей мыслительной операции (нахождение разности, определение степени окисления в анионе) привело к значительному ухудшению результатов выполнения (пример 3).

Приведённые факты свидетельствуют о необходимости фокусировать внимание при подготовке к экзамену не на конкретных формулировках заданий ЕГЭ, а на самом материале, который является содержательной основой для разработки заданий. Для уточнения контролируемых заданием элементов содержания необходимо воспользоваться обобщённым планом экзаменационного варианта, являющимся приложением к спецификации КИМ ЕГЭ. К сожалению, этому и другим регламентирующим содержание и структуру экзаменационного варианта документам в практике работы учителей не-

Пример 2 (2021 г.)

Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения с ковалентной полярной связью.

- 1) Na_2SO_4
- 2) HCOOH
- 3) CH_4
- 4) CaO
- 5) Cl_2

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

редко уделяется недостаточно внимания. Возможно, именно по этой причине у некоторых учащихся старших классов сохраняется иллюзия возможности полноценной подготовки к экзамену при недельной нагрузке 1–2 ч в неделю, т.е. на базовом уровне изучения химии. Как правило, такая подготовка обеспечивает готовность к выполнению заданий базового и отдельных заданий повышенного уровня сложности. Выполнение наиболее сложных заданий экзаменационного варианта ЕГЭ по химии требует от учащихся изучения курса химии на углублённом уровне.

Повышение дифференцирующей способности данных заданий стало одной из важных причин сохранения их и в экзаменационном варианте перспективной модели 2022 г.

Причиной уточнения формулировок условий заданий 29 и 30 кроме существенного повышения процента их выполнения стала излишняя вариативность в подходах к решению. Данный

Пример 3

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

- 1) Cs 2) C 3) O 4) Cr 5) N

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

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые **имеют одинаковую разность** между значениями их высшей и низшей степени окисления.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

Пример 4

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. 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, используя не менее двух веществ из предложенного перечня. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

31. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

момент создавал дополнительные трудности в оценивании, т.к. снижалось единообразие трактовок правильности решения экспертами. Приведём примеры соответствующих заданий 30 и 31 из ЕГЭ 2019 г. (пример 4).

Решения заданий в приведённых формулировках допускали большое количество вариантов записей продуктов реакций, и однозначно оценить возможность их образования во многих случаях было затруднительно.

Приведём примеры дополненных формулировок заданий 29 и 30 экзаменационного варианта 2022 г. (пример 5).

Внесённые в формулировку заданий уточнения — классификационные признаки исходных веществ или продуктов реакций, признаки протекания предполагаемой реакции — привели учащихся к необходимости анализировать большее число химических процессов с точки зрения соответствия условию, однако и возможных вариантов правильных решений стало

существенно меньше. Кроме того, включение в условие задания дополнительных фильтров, определяющих подход к отбору веществ, также способствовало усилению практико-ориентированной направленности задания.

Приведённые примеры иллюстрируют продуманность и планомерность работы по повышению дифференцирующей способности заданий, усилению их метапредметной и практико-ориентированной направленности.

Разработка перспективной модели предусматривает её преемственность по отношению к действующей модели, а главное — постепенное приведение КИМ в соответствие с требованиями ФГОС второго поколения².

О целесообразности учёта преемственности свидетельствуют результаты ЕГЭ по химии последних лет: большинство используемых заданий уже в настоящее время имеют высокую дифференцирующую способность и чёткую направленность

Пример 5

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование водных растворов веществ.

29. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает **с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается**. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30. Из предложенного перечня веществ **выберите кислую соль** и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

² Добротин Д.Ю. Современное состояние и тенденции развития КИМ ЕГЭ по химии // Химия в школе. — 2020. — № 8. — С. 11–19.

на контроль сформированности предусмотренных ФГОС умений и элементов содержания. В частности, в проекте экзаменационного варианта 2022 г. сохранены задания, успешное выполнение которых базируется на следующих умениях: определять возможность протекания химических реакций на основании состава реагирующих веществ или по их названиям/формулам; прогнозировать состав продуктов реакций и составлять уравнения реакций с учётом признаков их протекания. Теоретической основой для решения таких заданий является понимание взаимосвязи «состав — строение — свойства», а также знания и умения, сформированные в процессе проведения реального химического эксперимента. Кроме ранее названных линий заданий к таковым можно отнести задания 6, 7, 12–15, 19, 20, 23, 29, 30 действующей модели. Указанные выше умения имеют определяющее значение и для выполнения наиболее сложных заданий — расчётных задач 33 и 34. Решение подобных заданий предполагает сформированность умения анализировать текстовую информацию, изложенную в условии задания, а затем преобразовывать её в химические уравнения и проводить последовательные вычисления физических величин³.

В процессе совершенствования КИМ ЕГЭ 2022 г., ориентированных на ФГОС, внимание было акцентировано на реализации системно-деятельностного подхода, а также усилении метапредметной составляющей заданий⁴. О поддержке предпринимаемых в этом направлении шагов, а также о важности повышения числа заданий с метапредметной направленностью шла речь и в ряде отзывов о перспективной модели экзаменационного варианта, полученных по результатам её общественно-профессионального обсуждения. Многие из высказанных в отзывах предложений и замечаний были приняты во внимание.

Одним из наиболее значимых направлений обновлений моделей заданий стало

смещение акцентов в сторону контроля сформированности элементов функциональной грамотности⁵. Так, в экзаменационный вариант 2022 г. предлагается включить задание, предусматривающее не только работу с текстом, но также и работу с данными таблицы, а в дальнейшем — и задание на работу с графическим изображением. Примером задания, информация в котором представлена в виде таблицы, является обновлённое задание 5, которое направлено на проверку умения определять принадлежность неорганических веществ к тому или иному классу или группе (пример 6).

Пример 6

5. Среди предложенных веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите двухосновную кислоту — А, среднюю соль — Б, амфотерный гидроксид — В:

1 NaH_2PO_4	2 $\text{Zn}(\text{OH})_2$	3 HNO_2
4 H_2SO_3	5 H_3P	6 ZnO
7 Zn	8 NH_4NO_3	9 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

Запишите в таблицу номер ячейки, в которой расположено вещество:

Ответ:	А	Б	В

Для решения этого задания экзаменуемым требуется проанализировать состав девяти веществ, выявить среди них те, которые принадлежат к указанным в условии задании классам/группам. На следующем этапе необходимо соотнести буквенные и цифровые обозначения выбранных веществ. Таким образом, данное задание

³ Медведев Ю.Н., Стаханова С.В. Контрольные измерительные материалы: реальность и перспективы // Химия в школе. — 2018. — № 1. — С. 23–29.

⁴ Добротин Д.Ю. Контроль сформированности элементов функциональной грамотности в рамках естественно-научных курсов // Стандарты и мониторинг в образовании. — 2020. — Т. 8. — № 6. — С. 3–12.

⁵ Каверина А.А., Стаханова С.В. К вопросу о формировании и способах оценки естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии // Сб.: Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества. Серия: Методический ежегодник химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова / под общ. ред. проф. Лисицкина; МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет. — М., 2018. — С. 116–133.

включает элементы как выбора ответа, так и установления соответствия.

Ещё одним направлением совершенствования КИМ по химии можно считать включение заданий, акцентирующих внимание на сформированности метапредметных результатов: сравнения, классификации, анализа, установления причинно-следственных связей и др. Например, в задании 21 на основе формул неорганических веществ необходимо не только определить среду раствора, характеристикой которой является величина pH (водородный показатель), используемая, например, в рекламных роликах, но и на основе сравнения состава расположить вещества в соответствии с изменением её значения. В качестве справочного материала экзаменуемым предлагается шкала pH и сведения о понятии «молярная концентрация».

Указанную направленность имеют и другие задания, ранее включённые в экзаменационный вариант. Задания 6 и 31 являются, по сути, «мысленным экспериментом», т.к. для составления четырёх уравнений реакций необходимо учитывать все имеющиеся данные об условиях и признаках протекания реакций.

Во многих поступивших отзывах о ПМ КИМ 2022 г. говорилось о повышении уровня сложности предложенных моделей заданий. При этом время, отведённое на выполнение работы, увеличено не было. Следует заметить, что в перспективной модели экзаменационного варианта число заданий сокращено с 35 до 34. Это было достигнуто за счёт исключения одного задания и объединения двух заданий, близких по содержанию и/или направленных на контроль осуществления схожих мыслительных операций. Освободившееся время может быть затрачено экзаменуемыми на выполнение заданий повышенного и высокого уровня сложности. С учётом внесённых изменений в спецификации (в обобщённом плане варианта) был уточнён уровень сложности ряда заданий, в формулировки условий которых были внесены коррективы. На целесообразность данного шага также было указано в ряде отзывов, поступивших из регионов.

Принято во внимание предложение исключить из задания 34 (расчётная задача

на вывод молекулярной формулы органического вещества) дополнительное действие, предусматривающее выполнение расчётов с учётом выхода продукта реакции.

В качестве перспективы дальнейших изменений в КИМ ЕГЭ 2023 г. можно обозначить усиление компетентностной направленности заданий. В частности, планируется включение задания, построенного на материале, имеющем практическое значение в повседневной жизни.

Внесение в экзаменационный вариант 2022 г. описанных изменений предполагает проведение методической работы, направленной на изложение подходов к формированию знаний и умений, востребованных при выполнении новых заданий. Особого внимания заслуживает разъяснение методов работы с информацией, представленной в различной форме.

Так, предложена обновлённая модель задания по теме «Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная» (пример 7).

Предлагаемая модель включает справочную информацию, которая раскрывает некоторые содержательные аспекты выполнения задания.

Ещё одной особенностью обновлённой модели является включение в условие дополнительной мыслительной операции — выстраивание веществ в последовательности, устанавливаемой на основании значения pH. Для этого, как и ранее, необходимо проанализировать состав веществ и определить характер протекания гидролиза каждого из ионов, входящих в состав каждого из четырёх веществ, и спрогнозировать на качественном уровне среду растворов.

В другом задании (23), направленном на проверку сформированности умения характеризовать состояние химического равновесия, экзаменуемым предлагается таблица, включающая сведения о концентрации реагентов в исходный момент и в равновесном состоянии (пример 8).

В данном задании от учащихся требуется проанализировать приведённые в таблице данные о концентрациях веществ на различных этапах протекания обратимой реакции и провести расчёты недостающих данных. Приведём пример решения данного задания.

Пример 7

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные:

концентрация (молярная, моль/л) — показывает отношение количества растворённого вещества (n) в определённом объёме раствора (V);

pH («пэ аш») — водородный показатель, это мера активности ионов водорода в растворе, количественно выражающая его кислотность.

Шкала pH водных растворов электролитов



21. Для веществ, приведённых в перечне, определите среду их водных растворов с одинаковой концентрацией (моль/л):

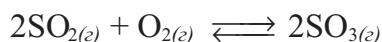
- 1) Na_2SO_4
- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- 3) K_2SO_3
- 4) HClO_3

Запишите номера веществ в порядке возрастания значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

Пример 8

23. В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции в реакционной системе



установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию кислорода и равновесную концентрацию оксида серы(IV).

Реагент	SO_2	O_2	SO_3
Исходная концентрация, моль/л	0,6	X	0
Равновесная концентрация, моль/л	Y	0,3	0,4

Запишите в таблицу полученные значения X и Y под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Пример 9

В таблице приведены данные о растворимости бромида калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре.

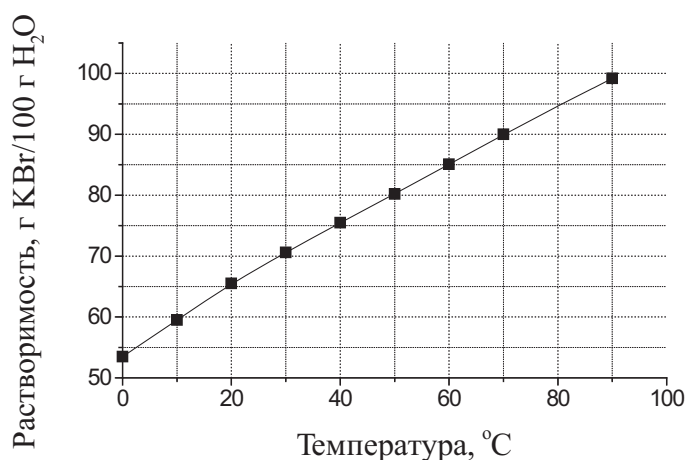
Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	60	65	71	76	86	95	103

Определите, сколько граммов бромида калия выпадет в осадок при охлаждении 250 г насыщенного при 80 °C раствора до температуры 20 °C. (Запишите число с точностью до целых).

Ответ: _____ г.

Пример 10

На графике изображена растворимость бромида калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре. Определите, сколько граммов бромида калия выпадет в осадок при охлаждении 250 г насыщенного при 80 °C раствора до температуры 19 °C.



Пусть объём реактора 1 л, тогда:
 $n(\text{SO}_2 \text{ прореагировало}) = n(\text{SO}_3 \text{ образовалось}) = 0,4 \text{ моль};$
 $n(\text{SO}_2 \text{ осталось}) = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ моль};$
 $Y = 0,2 \text{ моль/л}; n(\text{O}_2 \text{ прореагировало}) = 0,5 n(\text{SO}_3 \text{ образовалось}) = 0,2 \text{ моль};$
 $n(\text{O}_2 \text{ было}) = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ моль};$
 $X = 0,5 \text{ моль/л}.$

Из представленного решения следует, что задание не предполагает сложных арифметических расчётов, а вот умение использовать информацию о количественных соотношениях веществ, отражаемых с помощью коэффициентов в уравнении химической реакции, точно потребуется.

Приведём примеры заданий, которые могут быть введены в КИМ ЕГЭ 2023 г. (примеры 9 и 10).

Приведённая зависимость растворимости от температуры может быть представлена не в форме таблицы, а с помощью графика, как, например, в следующем задании.

Предлагаемое усиление контроля компонентов функциональной грамотности является продолжением ранее начатой работы по совершенствованию КИМ в аспекте контроля достижения метапредметных планируемых результатов⁶. При этом содержательной основой заданий остаётся система химических знаний, которая является важнейшей составляющей успешного обучения в профильных вузах.

В качестве перспективы дальнейших изменений в КИМ ЕГЭ 2023 г. можно обозначить дальнейшее усиление компетентностной и практико-ориентированной направленности заданий. Не менее значимым является сохранение внимания к метапредметным умениям.

⁶ Каверина А.А., Молчанова Г.Н., Свириденкова Н.В., Снастина М.Г. Из опыта разработки заданий по оценке естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии // Педагогические измерения. — 2017. — № 2. — С. 91–96.