

## АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ АСПЕКТОВ ЕГЭ ПО ХИМИИ ЗА ДВАДЦАТЬ ЛЕТ: 2002–2021 гг.

**Насонов А.Ф.**

*Факультет педагогического образования  
МГУ имени М.В. Ломоносова*

В этом году (2021) Единый государственный экзамен (ЕГЭ) проводится в нашей стране уже 21-й раз, из них 12-й – в качестве обязательного. Его история началась с инициативы председателя Государственного комитета СССР по народному образованию Г.А. Ягодина, который во время командировки в США в 1989 году увлёкся идеей централизованного тестирования [1], что вылилось в создание в 1990 году Лаборатории тестирования учащейся молодёжи в МГПИ им Ленина («Тестумрос») [2], позже преобразованной в Центр тестирования, ныне Федеральный центр тестирования (ФЦТ), отвечающий за технологию проведения ЕГЭ [3].

Централизованное тестирование было добровольным для школьников, его результаты могли засчитываться школами в качестве выпускных, а вузами – в качестве вступительных экзаменов [4]. Изначально уровень заданий был ориентирован на поступление в вуз, а после 1998 года для выпускников проводились отдельно два вида тестирования: аттестационное (школьное) и абитуриентское (вузовское), при этом абитуриентские тесты подразделялись на абитуриентские (обычные) и абитуриентские повышенной сложности [5, с. 94].

Помимо централизованного тестирования, второй предпосылкой создания ЕГЭ была идея подушевого финансирования высшего

профессионального образования и соответствующих государственных именных финансовых обязательств (ГИФО), размер которых должен был определяться результатами ЕГЭ [6].

Наконец, третьей предпосылкой было совмещение в школах, работавших в тесном контакте с вузами, выпускных и вступительных экзаменов в эти вузы [7].

Для реализации идеи подушевого финансирования в 2001 году правительство Касьянова ввело ЕГЭ, совмещающий аттестацию выпускников и вступительные экзамены в любые вузы, как «эксперимент» на период 2001–2003 гг. [8]. В дальнейшем эксперимент дважды продлевался. Хотя идея ГИФО оказалась нежизнеспособной, в феврале 2007 года был принят закон 17-ФЗ [9], согласно которому ЕГЭ становился обязательным как в качестве государственной итоговой аттестации (ГИА) в школе, так и в качестве вступительных испытаний в вузы с переходным периодом до 1 января 2009 года.

Сразу же с момента начала эксперимента ЕГЭ подвергся серьёзной критике. Были отмечены его существенные недостатки: «угадайка» и «отсутствие творчества». После введения обязательного ЕГЭ критики дополнительно указывали на отсутствие системного подхода, натаскивание на экзамен [10], а применительно к химии на ежегодно выявляемый более низкий уровень знаний абитуриентов, получивших высокие баллы ЕГЭ, чем уровень, требуемый при поступлении в вуз [11, с. 8], и другие недостатки.

С тех прошло достаточно времени, и появилась необходимость выяснить, что изменилось за этот период в едином государственном экзамене, насколько он сейчас соответствует тем задачам, которые должен решать. В настоящей работе мы сфокусировались на ЕГЭ по химии, который был введён в числе первых [12].

Нами сделана попытка проанализировать статус ЕГЭ по химии, форму и содержание вариантов заданий ЕГЭ по химии, а также практику оценивания вариантов ЕГЭ по химии с точки зрения: 1) характера их влияния на обучение химии, мышление и личность школьников, а также на характеристики получаемых знаний; 2) применимости ЕГЭ

по химии для отбора абитуриентов по специальностям, предполагающим изучение химии в вузе.

### **Статус ЕГЭ по химии**

С одной стороны, согласно ст. 59 закона «Об образовании в Российской Федерации» 273-ФЗ, ч. 13, «Государственная итоговая аттестация по образовательным программам среднего общего образования проводится в форме единого государственного экзамена ...», с другой стороны, согласно ст. 70, «приём на обучение по программам бакалавриата и программам специалитета проводится на основании результатов единого государственного экзамена...». Таким образом, ЕГЭ совмещает в себе выпускные экзамены в школе и вступительные экзамены в вузы. Конкретный статус ЕГЭ и порядок его проведения, в том числе ЕГЭ по химии, регламентируется совместным приказом Минпросвещения России № 190, Рособнадзора № 1512 «Об утверждении порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования». Согласно п. 8 части II «Формы проведения ГИА и участники ГИА» этого документа, русский язык и математика являются обязательными предметами для ГИА, а остальные предметы, включая химию, «сдают на добровольной основе по своему выбору для предоставления результатов ЕГЭ при приёме на обучение по программам бакалавриата и программам специалитета». Кроме того, для успешного прохождения ГИА и получения аттестата не требуется сдавать ЕГЭ по химии [13]. Следовательно, ЕГЭ по химии, как и по всем предметам, кроме математики и русского языка, используется только как вступительный экзамен в вузы, в которых предусмотрены вступительные испытания по этим предметам, и не используется как выпускной экзамен в школе. Это важный вывод, который определяет, в частности, наше отношение к форме и содержанию ЕГЭ по химии.

Поскольку ЕГЭ является средством поступления в вуз, успешная его сдача становится целевым компонентом ведущей учебно-профессиональной деятельности старшеклассников. Следовательно, при анализе ЕГЭ следует учитывать его значение для дидактики. Это значение

различно для тех учащихся, кто собрался сдавать ЕГЭ по химии для поступления в вуз, и тех, кто не планирует сдавать этот экзамен. Опыт показывает, что старшеклассники не уделяют серьёзного внимания предметам, которые не требуются для поступления в вуз, что отмечалось ещё в советское время [14, с. 172]. В настоящее время это положение усугубилось тем, что ЕГЭ по всем предметам, кроме математики и русского языка, являются экзаменами по выбору, и большинство учащихся не получают образования по этим предметам, поскольку отсутствует важнейший стимул для их изучения. По сути, это означает ликвидацию полноценного среднего образования в России со всеми вытекающими последствиями для будущего как нашей страны в целом, так и для каждого отдельного выпускника. Для выпускников это означает ограниченные возможности развития и смены профессии в условиях быстро меняющегося мира. Масштабы этого явления для химического образования можно увидеть из цифр Рособнадзора: в 2020 году в ЕГЭ в основной период принимали участие около 713 тысяч человек, из которых более 620 тысяч человек – выпускники этого года [15]. В этот же период ЕГЭ по химии сдавали 81695 участников [16], что составляет всего 11,5 % от общего числа сдающих или приблизительно 13 % от выпускников 2020 года. То есть, около 90 % выпускников практически не охвачены химическим образованием.

Для учащихся, которые собираются сдавать ЕГЭ по химии, учебная деятельность сосредоточена на целенаправленной подготовке к экзамену. Такая направленность определяет результаты этой деятельности, в частности объём и качество знаний, умений и навыков абитуриентов, а также влияет на их мышление и личность. ЕГЭ по химии влияет на эти качества абитуриентов через требования, выраженные в форме и содержании вариантов заданий ЕГЭ. Нацеленность учеников на ЕГЭ получает поддержку со стороны учителей, поскольку оценка работы учителя в значительной степени определяется результатами ЕГЭ его учеников. Таким образом, успешная сдача ЕГЭ в большинстве случаев становится самоцелью и приводит к обесцениванию учёбы в пользу сдачи экзамена.

### Форма вариантов заданий ЕГЭ по химии

*Форма отдельных заданий, форма ответа на задания.* Далее проанализируем изменение формы заданий ЕГЭ по химии с момента его первого проведения до настоящего времени. Изначально вариант ЕГЭ по химии содержал 3 части: А, В и С, различающиеся формой ответа на задание: «с выбором (одного – *А.Н.*) ответа, с кратким свободным ответом в виде слова (название вещества, окислителя или восстановителя, указание смещения направления реакции – вправо или влево и т. д.) или числа (цифры, набора цифр), с развернутым свободным ответом, который должен содержать объяснение взаимосвязи состава, строения и свойств конкретных веществ, прогнозирование результатов эксперимента, решение расчётной задачи и т. д.» [17, с. 88].

Следует признать, что среди заданий, классифицируемых их создателями как задания базового уровня сложности (из части А), повышенного (из части В) и высокого (из части С), только задания из части С могут быть признаны заданиями нормального уровня, а остальные – пониженного, так как не требуют никаких размышлений и нацелены на воспроизведение разрозненных элементарных сведений из курса химии. Кроме того, происходит подмена понятий: сложность ассоциируется с формой ответа. Получается, что любые задания с развёрнутой формой ответа заранее объявляются заданиями «высокой сложности». Разделение заданий на уровни производится на основе степени самостоятельности ученика в решении этих задач, что не тождественно степени сложности заданий<sup>1</sup>.

Варианты ЕГЭ 2020 и 2021 гг., в отличие от ЕГЭ-2002, состоят из двух частей: части 1, в которой требуется привести только ответ, но не решение, и части 2, в заданиях которой необходимо представить развёрнутое решение. То есть, сегодняшние задания ЕГЭ по химии группируются в части 1 и 2 по степени самостоятельности ученика, как

---

<sup>1</sup>Согласно Спецификации КИМ ЕГЭ по химии, разделение заданий по уровням сложности определяется числом проверяемых элементов содержания (базового и углублённого уровня) и разнообразием действий по применению знаний в изменённой, нестандартной (*прим. ред.*).

и в 2002 году. В настоящее время (с 2017 года) в вариантах ЕГЭ по химии отсутствуют задания с выбором единственного ответа (бывшая часть А), что следует оценить положительно и что, однако, не означает «отсутствия тестовой части», как это подают его создатели.

Сравнивая задания части А 2002 года и части 1 2020 и 2021 гг., замечаем, во-первых, что и двадцать лет назад, и сейчас (в основном) это задания по выбору готового ответа. Можно сформулировать следующие общие недостатки такого рода заданий:

1. Обесценивание рассуждений как таковых в пользу ценности правильного ответа<sup>2</sup>.
2. Подсказки в альтернативных вариантах ответов, что приводит к возможности правильного ответа при наличии лишь фрагментарных знаний и использовании житейского опыта и обыденной логики.
3. Возможность случайно угадать правильный ответ.
4. Искусственность заданий, противоречащих (химической) практике, в которой отсутствуют готовые ответы<sup>3</sup>.

И если вероятностью угадывания можно управлять, то остальные недостатки неустранимы. Часть А 2002 года предназначалась исключительно для проверки школьных знаний, а доля таких заданий в сегодняшнем ЕГЭ по химии подавляющая, что ставит под сомнение пригодность ЕГЭ 2021 года для проверки знаний абитуриентов, поступающих в вузы.

Обесценивание рассуждений является самым серьёзным недостатком заданий с выбором готового ответа. Согласно данным возрастной психологии, в подростковом возрасте происходит переход от изучения конкретных свойств окружающих вещей к изучению их абстрактной сущности, от описательного характера знания к изучению причинно-следственных зависимостей и закономерностей изучаемой дисциплины. В этом же возрасте происходит развитие формально-

---

<sup>2</sup>Выполнение любого задания предполагает обязательный и тщательный анализ условия и применение знаний в системе (*прим. ред.*).

<sup>3</sup>В реальной практике нет готовых ответов, но есть обсуждаемые варианты решения проблемы (*прим. ред.*).

логического мышления по Пиаже или мышления в понятиях по Выготскому. А старшие школьники не просто познают окружающий мир, а вырабатывают о нём свою собственную точку зрения. Требование же выбора готового ответа вместо его нахождения путём рассуждений, очевидно, не учитывает этих возрастных закономерностей, соответствует скорее возрастным особенностям начальной школы, препятствует усвоению закономерностей химии в пользу запоминания отдельных фактов, тормозит развитие мышления учащихся и выработку у них научного мировоззрения.

Отрицательное воздействие на развитие мышления происходит не только вследствие подготовки к ЕГЭ, но и в более раннем возрасте в связи с приготовлением к ОГЭ, по химии в частности, который также состоит большей частью из заданий с выбором ответа (17 из 22). К тому же, ещё совсем недавно, в 2019 году, большинство заданий ОГЭ по химии (15 из 22), как и в первоначальных вариантах ЕГЭ по химии, были вопросами по выбору только 1 ответа из 4 с высокой вероятностью угадывания. Кроме того, вопросы с выбором готового ответа без демонстрации рассуждений провоцируют развитие ещё одного негативного феномена – *формализма знаний*, то есть механического заучивания без понимания. Приведём пример задания из досрочного варианта ЕГЭ 2015 года, который регулярно использовался нами для тестирования своих учеников (в том числе тех, кто успешно сдал ЕГЭ на высокий балл), для иллюстрации формализма знаний участников ЕГЭ по химии.

#### *Пример 1*

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

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАКТИВ
А) NaI и NaF	1) NaOH (p-p)
Б) ZnBr <sub>2</sub> и MgBr <sub>2</sub>	2) AgNO <sub>3</sub> (p-p)
В) KCl и HCl	3) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p-p)
Г) KF и HNO <sub>3</sub>	4) KCl (p-p)
	5) NaHCO <sub>3</sub>

Многие учащиеся правильно указывали, что бромиды цинка и магния можно различить с помощью гидроксида натрия, но

практически никто не мог правильно объяснить это. Выдвигались разные гипотезы, например, что в одном случае осадок не выпадает, что осадки разного цвета, но никто не указал, что амфотерный гидроксид цинка растворяется в избытке щёлочи. Таким образом, это знание лежит мёртвым грузом и не может быть использовано в практической ситуации. Причина этого в том, что задание не требует такого разъяснения от ученика.

Механическое заучивание отрицательно сказывается не только на качестве знаний и мышления, но и на формировании личности. Отсутствие развития должного уровня мышления отрицательно сказывается на формировании таких личностных черт, как обобщённые идеалы, научные взгляды на мир, самосознание и самоконтроль. По А.Н. Леонтьеву, развитие самосознания связано со «вторым рождением личности» [18, с. 314]. Таким образом, ЕГЭ и ОГЭ по химии отрицательно влияют на развитие мышления и, как следствие, тормозят развитие личности. Кроме того, вместе с формализмом знаний у школьников воспитывается привычка к бессмысленной для них деятельности, привычка хитрить, вместо того чтобы добиваться понимания изученного, и привычка хранить в своей памяти чуждый и ненужный им учебный материал. Как справедливо указывает Л.И. Божович, наличие у школьника такого рода формальных знаний хуже, чем их полное отсутствие [19, с. 237]. Следовательно, вопросы такого типа не учитывают данные психологической науки и не соответствуют важнейшему педагогическому принципу – *принципу научности*.

Следует подчеркнуть, что тесты, содержащие задания без демонстрации рассуждений, особенно задания с выбором ответа, не являются просто «технологической реализацией» экзамена. Они несут исходные представления о психике и личности человека. Такие задания, не требующие демонстрации рассуждений, идеально ложатся на представления бихевиористов о психике как о «чёрном ящике», об обучении по схеме «стимул-реакция» (по сути, дрессировке животных) и образе личности как о «запрограммированном человеке». Едва ли нужно объяснять последствия такого подхода.



С.С. Кравцов, в бытность главой Рособрнадзора, в 2019 году заявил: «Мы убрали тестовую часть, и сегодня ЕГЭ представляет собой в основном творческие задания» [20]. Насколько это утверждение соответствует реальности применительно к ЕГЭ по химии, покажет наш дальнейший анализ.

*Форма вариантов ЕГЭ по химии в целом: объём, время, доля разных типов заданий в динамике.* На первый взгляд может показаться, что ЕГЭ по химии непрерывно совершенствовался [21, 22]: число заданий с выбором только одного ответа с 45 заданий в 2002 году монотонно убывало, достигнув нулевого значения в 2017 году, что было интерпретировано создателями ЕГЭ как исчезновение «тестовой части». Однако, задания с выбором ответа (в настоящий момент все на выбор нескольких ответов из предложенных) либо задания с записью результатов вычислений без демонстрации самого решения сохранились, хотя их число уменьшилось с 55 до 29. Число заданий с развёрнутым ответом с момента проведения первого ЕГЭ по химии по 2017 год оставалось постоянно равным 5, а с 2018 года возросло до 6. Соответственно, общее число заданий уменьшалось с 60 до 35, а доля заданий с развёрнутым ответом возросла более чем в 2 раза – с 8 до 17 %. Время, отведённое на решение варианта ЕГЭ по химии, с 2002 по 2015 гг. оставалось постоянным – 180 мин, а в 2016 возросло до 210 мин и продолжает оставаться таким в настоящее время. Таким образом, с учётом уменьшения общего количества заданий, время решения одного задания увеличилось с 3 мин до 6 мин и даже несколько больше с 2017 года.

Всё это, как будто бы, свидетельствует о движении ЕГЭ по химии в разумном направлении. Однако следует обратить внимание на то, что доля заданий с развёрнутым ответом остаётся удручающе низкой – 17 %, а доля первичных баллов ЕГЭ, которые можно получить за правильное решение всех этих заданий, в течение всех 20 лет колебалась около 30 %, независимо от увеличения доли этих заданий в общем их количестве. В настоящее время она составляет одну треть всех первичных баллов ЕГЭ (Рис.). Таким образом, бóльшую часть баллов ЕГЭ по химии, в том числе проходные баллы для поступления в ВУЗ, можно

получить за решение заданий самого примитивного уровня, не умея написать ни одной химической формулы, ни одного уравнения химической реакции, ни одной математической формулы, не изложив ни одной своей мысли. Вряд ли можно удивляться после этого уровню знаний абитуриентов, которых вынуждены набирать вузы.



Рис. 1. Динамика ЕГЭ по химии: относительные показатели

Однако реальность на самом деле выглядит ещё хуже, если мы откажемся от формального подсчёта числа заданий, как его указывают составители ЕГЭ, и обратимся к сути этих заданий, сравнивая, образно говоря, яблоки с яблоками. Тогда мы обнаружим, что задачи на «соответствие множеств» на проверку оказываются теми же вопросами части А самого первого варианта ЕГЭ по химии, только сгруппированными по 2, 3 или 4 в одном задании. Используя эту находку, можно выявить, что число вопросов того же типа, что в части А 2002 года, не упало до нуля, а, наоборот, выросло с 45 в 2002 году до 73 в 2020 году (в 2021 году можно условно считать 69 вопросов). Прибавим к этому 3 задания на запись результатов вычислений, а в 2021 году 2 задания (19 и 20) на

выбор неопределённого числа правильных ответов. Тогда получим 76 или 74 простых задания части 1 в 2020 и 2021 гг., соответственно, что в сумме с 6 заданиями с развёрнутым ответом составляет всего 82 или 80 заданий во всём варианте ЕГЭ в 2020 и 2021 гг. вместо 60 в 2002 году. Доля заданий с развёрнутым ответом в 2020 и 2021 году, следовательно, равняется 7,3–7,5 % (а не 17 %), что почти совпадает с долей таких заданий в 2002 году (8 %). Это значит, что доля самых примитивных заданий на самом деле подавляющая – более 90 %! Время, отводимое в среднем на одно задание, не выросло с 3 до 6 минут, а, наоборот, упало с трёх до чуть более двух с половиной минут. Таким образом, в количественном отношении доля полноценных заданий с развёрнутым ответом осталась почти неизменной и даже незначительно уменьшилась, оставаясь катастрофически низкой, что означает топтание на месте, а среднее время, которое выделяется на одно задание, уменьшилось, то есть размышления, на которые требуется время, на ЕГЭ по химии стали приветствоваться ещё меньше. Это и понятно: о чём думать, если больше 90 % заданий этого не требуют? Таким образом, на основании доли заданий с развёрнутым ответом (более 90 %) и доли первичных баллов (33 %), выставляемых за эти задания, можно утверждать, что ЕГЭ по химии не обладает содержательной валидностью для проверки знаний абитуриентов, поступающих в вузы.

### **Содержание вариантов заданий ЕГЭ по химии**

*Содержание части 1 ЕГЭ по химии: спецификация.* Рассмотрим далее изменение содержания части 1 ЕГЭ по описанию в спецификации в «Обобщённом плане варианта КИМ ЕГЭ 2020 и 2021 гг. по химии» и «Структуре и содержании экзаменационной работы по химии 2003 года». Сравнивая описание содержания части 1 2021 года с частями А и В 2002 и 2003 гг., можно заметить, что в варианте 2021 года из содержания исчезли аллотропы и изотопы. Ощутимые потери. В то же время, в варианте 2021 года добавился Zn к переходным металлам Cu, Cr, Fe. Не очень понятно, насколько описание 2021 года в этой

части содержания соответствует реальности: в заданиях ЕГЭ встречаются и другие переходные металлы, Mn и Ag в частности<sup>4</sup>.

*Содержание части 1 ЕГЭ по химии: примеры заданий.* При сравнении заданий части 1 ЕГЭ 2020 и 2021 гг. по химии и соответствующих ей частей А и С ЕГЭ 2002 и 2003 гг. на такие важные темы, как строение атома, гидролиз солей, электролиз, химическая кинетика, химическое равновесие, реакции неорганических веществ и реакции органических соединений, можно сделать вывод, что содержание вопросов за 20 лет практически не изменилось. Сравним задание А31 2002 года с заданием 1 2021 года на одну и ту же тему. Задание 2002 года: «В основном состоянии наибольшее число неспаренных электронов – в атоме...»; задание 2021 года: «Определите, у атомов каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии отсутствуют неспаренные электроны». В обоих случаях требуются формальные знания. В этом отношении прогресс отсутствует. Кроме того, вопросы по строению атома в ЕГЭ по химии на протяжении 20 лет никак не связаны: 1) между собой; 2) с темами, которые базируются на строении атома (которое, собственно, используется, большей частью, для обоснования этих тем): степень окисления, окислительно-восстановительные свойства, химическая связь и валентность; 3) с периодическим законом, на основании которого можно предсказать электронное строение атома конкретного элемента. Действительно, в задании 1 2020 года нужно выбрать элементы, атомы которых имеют электронную конфигурацию внешнего электронного уровня  $ns^1$ , что никак не связано со следующим заданием: выбрать три элемента, находящиеся в одном периоде<sup>5</sup>. Эти вопросы, в свою очередь, не связаны со следующим

---

<sup>4</sup>Имеются в виду п. 1.2.3. и п. 2.2. Кодификатора, а именно: «характеристика переходных элементов по их положению в Периодической системе» и «характеристика простых веществ переходных металлов». Mn и Ag в таком контексте в заданиях нет (*прим. ред.*).

<sup>5</sup>Это только фрагмент задания 2, его суть не в том, чтобы выбрать элементы одного периода. Задание проверяет знание закономерностей изменения свойств элементов и их соединений в соответствии с положением в периодической системе и особенностями строения атомов. Задания 1–4 непосредственно связаны со строением

выбором двух элементов, имеющих степень окисления +2 в оксидах. Также электронное строение атома не связано с заданием 4 на химическую связь. Наконец, экзаменуемых не просят обосновать электронную конфигурацию атома положением соответствующего элемента в таблице Менделеева.

Таким образом, ЕГЭ по химии представляет собой набор заданий, проверяющих разрозненные «элементы содержания», вместо системы знаний химической науки. Иными словами, ЕГЭ противоречит ещё одному из важнейших педагогических принципов – *принципу систематичности*.

Рассмотрим далее тему электролиза в заданиях ЕГЭ. В 2004 и 2005 гг. задание на электролиз предполагало написание уравнений реакций, протекающих на катоде и аноде, и общего уравнения электролиза водного раствора соли, затем его перенесли в часть 1. Нахождение этого задания в части 1 заданий с выбором ответа является очевидным регрессом по сравнению с 2004 и 2005 гг. Очевидно, что задание на электролиз растворов и расплавов солей нужно возвращать в часть заданий с развёрнутым ответом<sup>6</sup>, тем более что опыт в этом отношении уже имеется. Следует также отметить, что существующая формулировка не отвечает принципу научности, так как результат электролиза будет зависеть от условий: материала электродов, разности потенциалов/потенциала рабочего электрода и концентрации ионов. В определённых условиях кислородсодержащие анионы могут также восстанавливаться на катоде, что совершенно не предусмотрено в этом задании<sup>7</sup>.

Первоначально задания на химическую кинетику, обозначенную как «Скорость реакции», были как в части А, так и среди заданий

---

атомов, при их выполнении необходимо понимание взаимосвязи между электронным строением атома и положением элемента в периодической системе (*прим. ред.*).

<sup>6</sup>Написание уравнений реакций электролиза встречается в заданиях с развёрнутым ответом 32, 33, а также в расчётной задаче 34 (*прим. ред.*).

<sup>7</sup>Всё это верно, но школьная программа не предусматривает знание таких тонкостей, которые изучаются в вузе (*прим. ред.*).

с развёрнутым ответом в части С, затем исчезли из части С. В 2021 году задание представлено в формате с неопределённым числом правильных ответов. Задание на химическую термодинамику (химическое равновесие) также первоначально находилось в части С, а потом осталось только в части А (сейчас – в части 1). Таким образом, нахождение сегодня заданий на скорость химической реакции и химическое равновесие в части 1 ЕГЭ по химии представляет собой регресс по сравнению с 2002–2004 гг., когда эти темы были представлены в части заданий с развёрнутыми ответами. Что касается химической термодинамики, то вся она сводится, в основном, к принципу Ле Шателье, точнее, к набору механически заученных правил, так как, по опыту автора, почти никто из школьников даже не может вспомнить название этого принципа, не говоря уже о том, чтобы его сформулировать<sup>8</sup>.

Формализм знаний достаточно легко обнаружить, попросив применить принцип к объектам, не встречающимся в ЕГЭ, например, спросив, в какую сторону сместится равновесие электролитической диссоциации при разбавлении раствора. Более того, можно попросить школьников провести логическую связь между общей формулировкой принципа Ле Шателье и конкретными правилами, что у школьников приведёт просто к соединению самого принципа и конкретного правила через союз «и», без всякой логической связи. Неудивительно, что формализм знаний обнаруживают и сами разработчики ЕГЭ по химии. Ещё в 2006 году они писали [23, с. 186]: «По результатам ЕГЭ выявлены ... недостатки в усвоении выпускниками таких понятий, как ... скорость химической реакции, химическое равновесие <...> Выпускники формально используют знания, например, без учёта конкретного содержания задания указывают факторы, влияющие на изменение скорости реакции, вместо условий смещения химического равновесия». Удивительно, что авторы ЕГЭ не увидели, что причина в самих

---

<sup>8</sup>К сожалению, школьники не могут сформулировать не только принцип Ле Шателье, но и многие другие принципы, правила, законы, определения и пр. Эта проблема относится не только к конкретному принципу. Аналогичная ситуация существует и в других школьных предметах (*прим. ред.*).

заданиях<sup>9</sup>, которые не требуют развёрнутого ответа и позволяют, по большей части, обходиться механически зазубренными правилами. Как следствие, воз и ныне там. Правда, есть ещё одно задание, обозначенное в спецификации как «Расчёты по термохимическим уравнениям», как будто бы имеющее отношение к химической термодинамике. Анализ показывает, что все расчёты сводятся к пропорциональности теплового эффекта реакции количеству вещества частиц продуктов или реагентов в одном и том же уравнении реакции. То есть, это задание является, в сущности, заданием на использование молярной теплоты реакции вещества – ещё одной молярной величины в дополнение к постоянной Авогадро, молярной массе и молярному объёму в расчётах по уравнениям реакций. Вычисления с её помощью ничем принципиально не отличаются от расчётов с использованием других молярных величин. Термохимия, которая начинается с закона Гесса, здесь отсутствует. Также как отсутствует связь термохимии со строением вещества – энергией химических связей. Между тем, химическая кинетика и химическая термодинамика играют важнейшую роль для продолжения образования в вузе.

*Содержание части 2 ЕГЭ по химии.* Наиболее существенные изменения произошли в части 2 ЕГЭ, которая содержит задания с развёрнутым ответом.

С одной стороны, содержание части 2 упорядочилось: исчезли множественные альтернативные темы в одном и том же задании, что можно только приветствовать. С другой стороны, произошли драматические изъятия из этой части фрагментов содержания физической химии. Вне сомнений нужно вводить обе темы (химическую кинетику и термодинамику) во вторую часть ЕГЭ по химии (если оставлять первую часть). Наконец, в эту часть добавилось задание, связанное с самостоятельным написанием уравнения окислительно-восстановительной реакции и расстановкой коэффициентов в нём методом

---

<sup>9</sup>Причина не в заданиях, а в самой системе обучения и подготовки к экзамену. В учебном процессе вполне реально и необходимо анализировать задания, давать на них развёрнутый ответ и пр. (*прим. ред.*).

электронного баланса, а также аналогичное задание на написание уравнения реакции ионного обмена в молекулярном и ионном виде, что нельзя не оценить положительно.

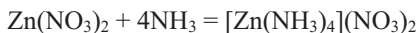
*Содержание ЕГЭ по химии: ошибки в заданиях.* Следует остановиться ещё на одной причине нарушения принципа научности: ошибках с точки зрения химической науки в ЕГЭ по химии, которые появляются в вариантах КИМ ЕГЭ с завидной регулярностью. Мы выделяем три разновидности ошибок: 1) неверный ответ указан составителями КИМ как правильный; 2) правильный ответ считается неправильным, при этом составителями указан другой корректный ответ (ситуация с несколькими правильными ответами, из которых разработчики считают правильным только один); 3) решение невозможно без указания дополнительных условий или данных. Ошибки в ЕГЭ по химии обсуждались в диссертации [24, с. 62–85]. Разберём некоторые другие ошибки. Рассмотрим задание 7 в демонстрационном варианте ЕГЭ по химии 2021 года.

#### *Пример 2*

Даны две пробирки с раствором вещества X В одну из них добавили раствор хлорида алюминия, при этом наблюдали образование белого осадка. В другую пробирку прилили раствор вещества Y. При этом произошла химическая реакция, которая не сопровождалась видимыми признаками. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$     2)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$     3)  $\text{NH}_3$     4)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$     5)  $\text{K}_2\text{CO}_3$

Правильные варианты ответа, указанные в демонстрационном варианте, – 3 и 1. Однако, вариант 3 и 4 ничем не хуже, так как раствор нитрата цинка при его приливании по каплям к избытку концентрированного раствора аммиака ( $\text{Y} + \text{X}$ ) также реагирует с ним без видимых признаков реакции с образованием аммиачного комплекса:



Таким образом, тем экзаменуемым, кто написал это правильное решение, оно не было засчитано.



Можно привести ещё несколько примеров заданий, в которых сохраняются аналогичные ошибки.

Общие недостатки задач на гидролиз (зависимость кислотности среды от концентрации электролита, отсутствие информации для определения среды в растворе амфолита) и электролиз (зависимость результата от условий, которые не указаны) обсуждались выше.

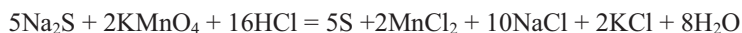
Рассмотрим напоследок ещё задачу 30 и её решение из варианта 27 сборника экзаменационных вариантов 2021 года [25, с. 276, 359].

*Пример 3*

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: соляная кислота, карбонат кальция, нитрат цинка, перманганат калия, сульфид натрия, фторид серебра. Допустимо использование водных растворов веществ.

**30.** Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми может протекать окислительно-восстановительная реакция. В результате этой реакции образуется простое вещество, а выделения газа не происходит. В ответе запишите уравнение реакции с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Авторы предлагают следующее уравнение в качестве компонента решения:



Однако соляная кислота не используется для подкисления реакции с  $\text{KMnO}_4$ , так как сама реагирует с ним с образованием хлора, так что выделения газа в данном случае не избежать:



*Содержание ЕГЭ по химии и ФГОС.* Сопоставим далее некоторые элементы содержания согласно кодификатору ЕГЭ по химии 2021 года и обязательный минимум содержания основных образовательных программ профильного уровня ФК ФГОС 2004 года, на который ссылаются в кодификаторе (см. таблицу). Согласно приказу Минобрнауки [26], «Профильный уровень стандарта учебного предмета ... ориентирован на ... подготовку к последующему профессиональному образованию», то есть на подготовку к обучению в вузе.

Таблица

Сравнение содержания ЕГЭ и обязательного минимума содержания профильного уровня

<b>Кодификатор ЕГЭ 2021 года</b>	<b>Обязательный минимум содержания (профильный уровень) ФК ФГОС 2004 года</b>
Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе»	Способы выражения концентрации растворов: массовая доля растворенного вещества, молярная и МОЛЯЛЬНАЯ концентрации
Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения	Закономерности протекания химических реакций. Тепловые эффекты реакций. Термохимические уравнения. Понятие об энтальпии и энтропии. ЭНЕРГИЯ ГИББСА. Закон Гесса и следствия из него
Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов. Закон действующих масс. Элементарные и сложные реакции. МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ. Энергия активации. Катализ и катализаторы
Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов	Обратимость реакций. Химическое равновесие. Константа равновесия. Смещение равновесия под действием различных факторов. Принцип Ле Шателье
Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации. Реакции ионного обмена. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ. Кислотно-основные взаимодействия в растворах. Амфотерность. ИОННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВОДЫ. Водородный показатель (рН) раствора. Гидролиз органических и неорганических соединений

Как видно из сопоставления, в ЕГЭ не включили важнейшее понятие – молярную концентрацию, в результате чего из ЕГЭ

автоматически выбыла вся физхимия, поскольку почти все расчёты в этой области основываются на использовании молярной концентрации, а формальное использование понятия скорости реакции выхолощено до малозначащих качественных механических умозаключений. Напоследок отметим, что в перечне требований к уровню подготовки в кодификаторе ЕГЭ по химии есть пункт «Уметь» с последним подпунктом «Объяснять». Однако нам ни разу не встретилось в ЕГЭ по химии задание с формулировкой «Объясните» или «Почему». Всё это ещё раз подтверждает тезис о непригодности ЕГЭ по химии для отбора абитуриентов в вуз. В частности потому, что он не соответствует профильному уровню стандарта по химии и даже собственному кодификатору.

### **Оценка за решение варианта ЕГЭ по химии**

*Доля заданий с развёрнутым ответом и доля баллов за эти задания.* По мнению разработчиков ЕГЭ по химии [17, с. 88]: «Задания с выбором ответа соответствуют требованиям к базовому уровню подготовки выпускников средней (полной) школы по химии... Задания с кратким свободным ответом... учитывают требования примерной программы вступительных экзаменов по химии в вузы... Задания с развёрнутым свободным ответом... соответствуют... достаточно сложным заданиям, которые предлагаются на вступительных экзаменах в вузах». Таким образом, в настоящее время большая часть заданий (83 % номинально и более 90 % в эквиваленте 2002 года) в ЕГЭ по химии является заданиями школьного уровня. То есть, доля заданий, проверяющих возможность поступления в вуз, – меньшинство, 17 % или менее 10 % в эквиваленте 2002 года.

Более того, как показано нами, 67 % первичных баллов текущего ЕГЭ по химии присуждаются за задания, которые сами авторы исторически относили к заданиям школьного уровня (часть 1 ЕГЭ по химии, выросшая из части А), и только 33 % баллов присуждаются за задания с развёрнутым ответом (часть 2 ЕГЭ по химии), которые могут быть в какой-то степени использованы для оценки знаний и умений, необходимых для дальнейшей учёбы в вузе. При этом ЕГЭ по химии, как

и остальные ЕГЭ по выбору, с момента его официального введения в 2009 году в качестве формы ГИА никогда не использовался для оценки только школьных знаний<sup>10</sup>, так как данный экзамен выбирают лишь те школьники, которые собираются продолжить обучение в вузе. Получается абсурдная ситуация: мы проверяем возможность успешной учёбы в вузе с помощью экзамена, бóльшая часть заданий которого для этого не предназначена. Неудивительно, что в результате в вузы поступают неподготовленные абитуриенты.

Таким образом, доля заданий с развёрнутым ответом, проверяющих возможность поступления в вуз, и доля баллов за эти задания в ЕГЭ по химии не адекватны использованию ЕГЭ для проверки знаний абитуриентов, поступающих в вузы.

*Вероятность случайного угадывания ответов в заданиях ЕГЭ.* Действительно ли организаторы «убрали тестовую часть», «угадайку» и «сегодня ЕГЭ представляет собой в основном творческие задания»? Сравнивая задания на строение атома, замечаем то, что и двадцать лет назад, и сейчас это задания по выбору готового ответа. В прошлом – одного, сейчас двух или трёх. Вероятность случайного угадывания одного правильного ответа из четырёх возможных равна  $1/4$ , или 25 %. Если выбирать 2 ответа из 5, причём ответы не могут повторяться, при этом порядок записи ответов не важен, то, переводя на язык комбинаторики, правильным ответом будет одно сочетание по две цифры. Всего число сочетаний по две цифры из пяти цифр будет  $C_5^2 = \frac{5!}{(5-2)!2!} = 5 \cdot 2 = 10$ , следовательно, вероятность угадывания в данном случае равна  $1/10$ , или 10 %. То есть, вероятность случайного угадывания снизилась в 2,5 раза, хотя и остаётся достаточно заметной, но это несомненный прогресс. Такая же вероятность угадывания и в других заданиях аналогичного формата.

В задании 2 на строение атома в ЕГЭ 2020 и 2021 гг. нужно не только выбрать ответы (три из пяти), но и расположить их в определённой последовательности по некоторому содержательному

---

<sup>10</sup> ЕГЭ по химии всегда оценивал только школьные знания (*прим. ред.*).

критерию (например, кислотно-основным свойствам или значению радиуса атома). Это, конечно, снижает вероятность «угадайки» в ответе на данное задание, так как увеличивается число возможных вариантов ответов, поскольку в данном случае, выражаясь языком комбинаторики, вместо сочетаний используются размещения  $A_5^3 = \frac{5!}{(5-3)!} = 5 \cdot 4 \cdot 3 = 60$ , что приводит к снижению вероятности случай-

ного угадывания до 1/60. Однако, существуют задания, в которых вероятность случайного угадывания, наоборот, увеличилась по сравнению с 2002 годом, как бы невероятно это ни звучало. Это три задания, в которых нужно выбрать 2 ответа из 5 и расположить их в заданной последовательности, что приводит к получению 2 баллов, но при этом для получения одного балла достаточно одного правильного ответа. Тогда всего имеем  $A_5^3 = \frac{5!}{(5-2)!} = 5 \cdot 4 = 20$  комбинаций, а из «удачных»

– одна комбинация на два балла и по три комбинации в каждой из двух позиций для получения только одного балла, что даёт всего 7 комбинаций для получения, по крайней мере, одного балла за эти задания. Тогда вероятность этого события при выполнении этих заданий наугад будет 7/20, или 35 %. То есть, за одно задание из трёх можно получить 1 балл при случайном угадывании, что много.

### **Предложения**

1. Устранить вредное влияние практики ЕГЭ по химии на обучение химии, мышление и личность школьников.
2. Сделать ЕГЭ пригодным для отбора абитуриентов, которым предстоит изучать химию в вузе.

Для реализации первой задачи:

1.1. Использовать опыт централизованного тестирования и ввести отдельный ЕГЭ по всем естественнонаучным предметам, включая химию, школьного уровня для всех выпускников, а не только для поступающих в вузы по соответствующим специальностям. Это можно сделать в том числе по системе, аналогичной сегодняшнему ОГЭ, когда химию можно выбрать среди других предметов, но с условием, что

экзамен, по крайней мере, по одному из естественнонаучных предметов (химии, физики или биологии), необходимо обязательно сдать по окончании школы.

1.2. Программу обучения для тех школьников, которые не планируют использовать химию в высшей школе, необходимо, соответственно, перестроить по уровням и профильным направлениям. В качестве примеров предложений по перестройке школьного химического образования для такого контингента учащихся можно привести сообщения Г.В. Лисичкина [27] об обучении химии на основе связи с химическими явлениями в реальной жизни, а также Е.В. Бабаева [28] по обучению нехимиков на основе принципа максимальной полезности, которые нам кажутся весьма разумными.

1.3. Уменьшить значимость ЕГЭ по химии, а следовательно, и нацеленность выпускников исключительно на успешную сдачу экзамена за счёт учёта предыдущей учёбы. В частности, можно было бы учитывать результаты ОГЭ, ввести промежуточный экзамен по органической химии по типу ЕГЭ в 10 классе, учитывать результаты написания контрольных. Например, выпускной ЕГЭ – 50 %, 10 класс – 20 %, ОГЭ – 20 %, контрольные – 10 % от общего балла ЕГЭ.

1.4. Необходимо постепенно полностью ликвидировать задания с выбором готового ответа как не отвечающие научным положениям психологии и педагогики, тормозящие развитие мышления и личности, выработку мировоззрения, а также приводящие к формализму знаний. В частности, в качестве первоочередных мер можно было бы вернуть задания на скорость реакций, химическое равновесие и электролиз в часть 2 заданий с развёрнутым ответом, в которой они когда-то находились. Также можно было бы перевести в часть 2 задание на гидролиз солей<sup>11</sup>. Можно также легко переделать задания части 1 на реакции органических соединений в формат продуктивных ответов, потребовав

---

<sup>11</sup> Всё это есть в части 2: составление уравнений реакций электролиза, гидролиза солей и органических соединений встречается в заданиях 32, 33, 34, 35, запись формул органических соединений в структурном виде требуется в заданиях 32 и 35, составление уравнений реакций в соответствии с описанным «мысленным экспериментом» – в задании 32 (*прим. ред.*).

в качестве ответа самостоятельно записать структурные формулы продуктов или реагентов. То же самое относится к заданию на реакции неорганических веществ. Можно было бы просто попросить написать в качестве ответа уравнения соответствующих реакций в последнем случае.

1.5. В качестве промежуточной меры следует перевести все задания ЕГЭ по химии в формат заданий с неопределённым числом правильных ответов для уменьшения вероятности случайного угадывания.

1.6. Из бессвязного набора заданий необходимо создать систему заданий, проверяющих систему знаний химической науки.

1.7. Привести содержание заданий ЕГЭ по химии в соответствие с химической наукой и практикой.

1.8. Минимизировать химические ошибки в заданиях ЕГЭ по химии. С этой целью можно было бы ввести внешнюю научную экспертизу.

Для решения второй задачи необходимо справиться с задачей номер 1, а также ввести следующие дополнительные меры.

2.1. Вернуть качественную подготовку абитуриентов, поступающих в вузы. Для этого, в частности, необходимо позволить вузам, а лучше обязать их, установить в качестве вступительного испытания ЕГЭ по химии по тем направлениям, по которым в вузе предусмотрено изучение химии. В настоящее время число вступительных испытаний в вузы лимитировано приказом Минобрнауки № 666 от 30 августа 2019 г. до 3, что в комбинации с фактической ликвидацией всеобщего среднего образования во многом сводит обучение в вузах по предметам, не входящим в эту тройку, к проформе.

2.2. Привести в соответствие уровень ЕГЭ по химии с уровнем требований высшей школы. Этого требуют как ФК ФГОС 2004 года, так и «Примерная основная образовательная программа среднего общего образования» 2016 года: «Для предметов по выбору контрольные измерительные материалы разрабатываются... для углублённого уровня изучения предмета».

2.2.1. Усилить теоретическую составляющую ЕГЭ по химии. В частности, это касается следующих тем: строение атома и химическая связь, химическая кинетика и химическая термодинамика.

2.2.2. Ввести количественные расчёты по последним двум темам, а также по теме электролиз.

2.2.3. Усилить практическую составляющую ЕГЭ по химии. Ввести экспериментальную часть хотя бы в качестве допуска к теоретической части по системе зачёт/незачёт, как мы об этом писали ранее [29].

2.2.4. Использовать таблицы, графики и схемы приборов как способов научного представления информации и нахождения новых закономерностей, как мы предлагали ранее [30].

2.2.5. Перейти от нормативно-ориентированного к критериально-ориентированному тестированию и установить соответствующие минимальные баллы в районе 0,7, чтобы абитуриенты могли далее успешно осваивать программу высшего химического образования. Это же требование касается отдельных разделов химии<sup>12</sup>.

2.3. Целесообразно использовать опыт централизованного тестирования и установить градацию уровней вузовского ЕГЭ по химии. Соответственно, необходимо проводить два отдельных вузовских ЕГЭ по химии: базового уровня (например, для технических вузов) и уровня повышенной сложности<sup>13</sup>.

3. Для совершенствования ЕГЭ по химии необходимо тщательно изучить зарубежный опыт, чем мы уже и начали заниматься [29, 30].

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.hse.ru/news/1099283.html>

---

<sup>12</sup> В вузах существует внушительный перечень различных категорий абитуриентов, поступающих по различным квотам и льготам. Практически всегда набранные ими баллы значительно ниже проходных баллов, установленных для абитуриентов, поступающих на общих основаниях. Что делать в этой ситуации? (*прим. ред.*)

<sup>13</sup> Хотелось бы увидеть пример хотя бы одной «правильной» (с точки зрения автора) модели заданий и набора самих заданий, направленных на проверку усвоения хотя бы одного элемента содержания, которые удовлетворяли бы всем авторским критериям и прошли успешную апробацию (*прим. ред.*).



2. Ганин В.В., Ганина Н.В. Становление педагогического тестирования в России (конец XIX—начало XXI века) // Знание. Понимание. Умение. 2012. № 4. С. 127–132.

3. <https://www.rustest.ru/about/history/>

4. Шадриков В., Розина Н. Централизованное тестирование: состояние и перспективы // Высшее образование в России. 2000. № 1. С. 27–31.

5. Михалёва Т. Двадцать лет централизованному тестированию в России. Что дальше? // Педагогические измерения. 2011. № 1. С. 88–105.

6. Распоряжение Правительства РФ от 26 июля 2000 г. № 1072-р «О Плане действий Правительства РФ в области социальной политики и модернизации экономики на 2000–2001 годы».

7. Приказ Минобразования РФ от 3 декабря 1999 г. № 1075 «Об утверждении Положения о государственной (итоговой) аттестации выпускников IX и XI (XII) классов общеобразовательных учреждений РФ».

8. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2001 г. № 119 «Об организации эксперимента по введению единого государственного экзамена».

9. Федеральный закон от 9 февраля 2007 г. № 17-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации "Об образовании" и Федеральный закон "О высшем и послевузовском профессиональном образовании" в части проведения единого государственного экзамена». <https://rg.ru/2007/02/14/ege-dok.html>

10. Днепров Э. Единый государственный экзамен: замыслы и итоги // Педагогические измерения. 2011. № 3. С. 93–101.

11. МГУ – школе. Варианты экзаменационных и олимпиадных заданий по химии: 2017 / под ред. Н.Е. Кузьменко. М.: Хим. фак. МГУ, 2017. – 112 с.

12. Приказ Министерства образования РФ от 27 февраля 2001 г. № 645 «Об утверждении положения о проведении единого государственного экзамена».

13. Приказ Министерства просвещения РФ от 5 октября 2020 г. № 546 "Об утверждении Порядка заполнения, учёта и выдачи аттестатов об основном общем и среднем общем образовании и их дубликатов". <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400010676/>

14. Кулагина И. Ю. Возрастная психология (Развитие ребёнка от рождения до 17 лет). – М.: Изд-во УРАО, 1998. – 176 с.

15. <http://obrnadzor.gov.ru/news/vrio-rukovoditelya-rosobrnadzora-podvel-predvaritelnye-itogi-ege-2020/>

16. <http://obrnadzor.gov.ru/news/rezultaty-uchastnikov-ege-po-himii-v-2020-godu-ostalis-na-urovne-proshlogo-goda-rezultaty-po-obshhestvoznaniyu-uluchshilis/>

17. Результаты Единого Государственного Экзамена (июнь 2002 года). Аналитический отчет / Минобразование России. РАО. Институт общего среднего образования. – М., 2002. 172 с.

18. Гиппенрейтер Ю.Б. Введение в общую психологию: курс лекций. – М.: Изд-во АСТ, 2016. – 352 с.
19. Божович Л.И. Личность и её формирование в детском возрасте. – СПб.: Питер, 2008. – 400 с.
20. «Горячая линия» Рособнадзора по вопросам проведения ЕГЭ и ОГЭ в 2019 году. <http://obrnadzor.gov.ru/news/glava-rosobnadmzora-otvetil-na-voprosy-vypusnikov-i-ih-roditelej-pered-nachalom-ege-2019/>
21. Центр оценки качества образования. Публикации. Единый государственный экзамен. [http://www.centeroko.ru/ege/ege\\_pub.html](http://www.centeroko.ru/ege/ege_pub.html)
22. Демоверсии, спецификации, кодификаторы. <https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory!/tab/151883967-4>
23. Результаты Единого Государственного Экзамена (июнь 2006 года). Аналитический отчет / Минобрание России. Рособнадзор. Федеральный институт педагогических измерений. – М., 2006. – 415 с.
24. Рыжова О.Н. Совершенствование механизмов взаимодействия средней и высшей школы в области химического образования: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2004. – 234 с.
25. ЕГЭ. Химия: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под. ред. Д.Ю. Добротина – М.: Национальное образование, 2021. 368 с.
26. Приказ Минобрание России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования».
27. Лисичкин Г.В. Кризис школьной химии и возможный путь его преодоления // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. 2017. № 4. С. 62–71.
28. Бабаев Е.В. Обучение химии в школах нехимической специализации //14 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Реф. докл. и сообщ. Т.1, М., 1989. С. 546.
29. Насонов А.Ф. Использование опыта США для совершенствования ЕГЭ по химии // XI Всероссийская научно-методическая конференция «Актуальные проблемы обучения химии, биологии экологии и естествознанию в условиях цифровизации образования». – М.: МПГУ, 2020. С. 345–349.
30. Насонов А.Ф. Анализ зарубежных аналогов ЕГЭ по химии в США и Великобритании. Аттестац. работа. ФПО МГУ им. Ломоносова. М.: 2018. – 40 с.