

УДК 372.584

Для цитирования: Калибатова М.Н. Алгоритм решения и краткие методические рекомендации по использованию и систематизации теоретического материала при выполнении 29 задания ЕГЭ по химии // Научно-методический журнал «Поиск научных решений». 2024. № 4. С. 108–118.

DOI: 10.61077/2949-4818-2024-4-108-118

**Алгоритм решения и краткие методические рекомендации по
использованию и систематизации теоретического материала при
выполнении 29 задания ЕГЭ по химии**

Калибатова Марина Нургалиевна

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного профессионального образования «Центр непрерывного
повышения профессионального мастерства педагогических работников»
Министерства просвещения и науки Кабардино-Балкарской Республики

Аннотация. В данной статье приведен алгоритм решения и краткие методические рекомендации по решению 29 задания ЕГЭ по химии на составление окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Рассматривается использование табличного представления информации как одного из средств систематизации и как наиболее эффективный способ анализа представленного перечня веществ по заданию, выбора реагентов и прогнозирования продуктов реакции при выполнении данного задания.

Представлен также анализ существующих публикаций по данной теме, посвящённых совершенствованию умений прогнозировать продукты ОВР при составлении выпускниками окислительно-восстановительных реакций.

На основе проведенного исследования подчеркивается важность структурирования данных для более легкого понимания сути заданий с развернутым ответом, по которым выпускниками регулярно демонстрируется низкий процент выполнения. В виде таблицы представлены важнейшие окислители и восстановители и продукты их восстановления и окисления, которые могут упростить выполнение задания.

Ключевые слова: ЕГЭ по химии, окислительно-восстановительные реакции, окислители, восстановители, продукты окисления, продукты восстановления, прогнозирование продуктов реакции.

**The completion algorithm and brief methodological recommendations for
using and systematizing of theoretical material for the task no. 29th
in the Unified State Examination in Chemistry**

Kalibatova Marina Nurgalievna

State Budgetary Institution of Additional Professional Education
"Center for Continuous Development of Professional Mastery of Teaching Staff"
of the Ministry of Enlightenment and Science of the Kabardino-Balkarian Republic

Abstract. This article provides an algorithm and brief methodological recommendations for completing the task no. 29th on creating the redox reactions in the Unified State Examination in Chemistry. The way of using tabular presentation of information is considered as one of the means of systematization and as the most effective way to analyze the presented list of substances according to the task, select reagents and predict reaction products when performing this task.

An analysis of existing publications on this topic devoted to improving the skills of predicting redox reactions products while creating the redox reactions by graduates is also presented.

Based on the conducted research, the importance of structuring data is emphasized for better understanding of the main point of tasks with a detailed answer, for which graduates regularly demonstrate a low percentage of completion. The table shows the most important oxidizing and reducing agents and their reduction and oxidation products, which can simplify the task.

Key слова: Unified State Examination in Chemistry, redox reactions, oxidants, reducing agents, oxidation products, reduction products, prediction of reaction products.

Задания с развёрнутым ответом единого государственного экзамена (ЕГЭ) по химии предусматривают комплексную проверку усвоения на высоком уровне сложности нескольких элементов содержания из различных блоков курса по общей, неорганической и органической химии. Выполнение данных заданий требует от выпускника прочных теоретических знаний, а также сформированных умений применять эти знания в различных учебных ситуациях, последовательно и логично выстраивать ответ, делать выводы и заключения [Добротин, Зеня, Снастина 2023].

Высокий уровень владения базовыми знаниями позволит решить некоторые задания повышенного уровня сложности. Однако ошибочно предполагать, что такой подход к подготовке позволит успешно справиться с заданиями высокого уровня сложности. Для выполнения же заданий части 2 требуется более широкий охват материала, глубокий и системный уровень знаний [Добротин, Зеня, Снастина 2023].

В частности, при выполнении 29 задания на составление окислительно-восстановительных реакций, ученик должен последовательно выполнить несколько взаимосвязанных действий по выявлению причинно-следственных связей между элементами содержания, формулирования ответа в определённой логике и с аргументацией отдельных положений. В связи с этим стоит обратить внимание на необходимость использования различных способов выполнения заданий с развёрнутым ответом.

Так, многие авторы в своих исследованиях рассматривают различные подходы к отбору содержания материала для включения в контрольные измерительные материалы, также приведены особенности изучения химического содержания в зависимости от нагрузки и целевых установок по сложным вопросам курса химии в заданиях ЕГЭ [Медведев, Добротин 2024]. В статье С.В. Стахановой, Н.В. Свириденковой, Г.Н. Молчановой, Д.Ю. Добротина даны методические рекомендации по подготовке к выполнению заданий высокого уровня сложности ЕГЭ по химии [Стаханова, Свириденкова, Молчанова, Добротин 2019].

Имеется ряд работ [Ахметов 2019; Колчанова, Буржинская 2020; Буханова 2021; Рейзбих, Юрченко 2023], посвящённых совершенствованию умений прогнозировать продукты ОВР при составлении выпускниками окислительно-восстановительных реакций, а в работе [Сидоренко 2018] приведена разработка занятия факультативного курса для учащихся 10–11-х классов по данной теме.

В настоящее время мы наблюдаем значительное повышение уровня сложности заданий ЕГЭ по химии. Важно отметить, что варианты правильных ответов заданий второй части соответствуют не одному, а нескольким условиям. Для выполнения 29 задания, при выборе реагентов для составления ОВР необходимо проанализировать состав веществ из списка, выбрать вещества, которые могут проявлять свойства окислителя и восстановителя в реакции. Далее по признакам протекания химических реакций определить продукты реакции. Затем необходимо составить электронный баланс реакции и на его основе расставить коэффициенты в уравнении реакции. Определить окислитель и восстановитель в составленном уравнении реакции.

Пример:

Для выполнения задания 29 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидроксид хрома(III), хлор, сульфит аммония, бромоводород, гидроксид бария. Допустимо использование водных

растворов веществ. Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми образуются соль и кислота. Выделение осадка 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.

Алгоритм выполнения задания:

Выписываем все вещества и проводим анализ.

$\text{KMn}^{+7}\text{O}_4$ - окислитель

$\text{Cr}^{+3}(\text{OH})_3$ - восстановитель

Cl^0_2 - окислитель, диспропорционирование

$(\text{N}^3\text{H}_4)_2\text{S}^{+4}\text{O}_3$ -восстановитель, окислитель

$\text{H}^{+1}\text{Br}^{-1}$ – окислитель (H^{+1}), восстановитель (Br^{-1})

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ – среда

H_2O – среда.

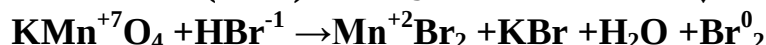
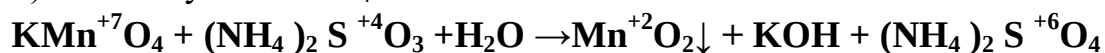
Уточняем по условию: реакции, между которыми образуются соль и кислота.

Проводим анализ:

1) Имеется 2 окислителя (KMnO_4 и Cl_2) и 3 восстановителя ($\text{Cr}(\text{OH})_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ и HBr).

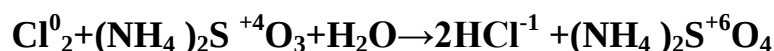
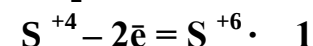
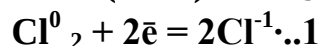
2) В среде $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (щёлочь) кислота образоваться не может (только соль), поэтому рассматриваем реакции только в нейтральной и кислой средах.

3) Используем KMnO_4 в качестве окислителя



Обе реакции не удовлетворяют условию – должны образоваться соль и кислота.

4) Используем Cl_2 в качестве окислителя



Данный пример демонстрирует, что при выполнении задания выпускник должен уметь определять какие свойства проявляют все вещества из перечня, уметь анализировать вещества по проявляемым свойствам и

правильно прогнозировать продукты реакции. В конечном итоге соотнести с условием представленного задания. Чтобы правильно провести всю последовательность действий по данному заданию помимо теоретической базы, необходимо представить систематизированный материал в виде таблицы (Табл. 1, 2), в которой ученик увидит общую картину по некоторым окислителям и восстановителям и научится анализировать вещества, выбирать реагенты под условие задания и правильно прогнозировать продукты реакции.

Таблица 1

Некоторые восстановители и продукты их окисления

Восстановители	Продукты окисления	Условия
Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ (галогеноводороды, их соли)	Cl _{2(газ)} , Br _{2(ж)} , I _{2(тв)}	
S ²⁻ (H ₂ S, сульфиды и гидросульфиды)	S	
	SO ₂	При обжиге
	SO ₄ ²⁻	С сильными окислителями
S	SO ₂ , SO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	Кислая, щелочная среда
NH ₃ ,	N ₂ (также бывает NO)	
PH ₃ , P,		
Fe ²⁺ (FeO, Fe ₃ O ₄ , Fe(OH) ₂ , соли Fe(II))	Fe ³⁺	
Fe ²⁺ , Fe ³⁺	FeO ₄ ²⁻	в щелочной среде
SO ₂ , H ₂ SO ₃ SO ₃ ²⁻	SO ₃ H ₂ SO ₄ SO ₄ ²⁻	В газовой сфере В водных растворах
Металлы	M ⁺ , M ⁺²	Кислая, нейтральная среда
C	CO, CO ₂	
CO	CO ₂	
H ₂ O ₂ , Na ₂ O ₂	O ₂	Кислая среда
Cr ₂ O ₃ , Cr(OH) ₃ , растворимые соли Cr(III)	CrO ₄ ²⁻	Щелочная среда
MnO ₂	MnO ₄ ²⁻	Щелочная среда

Таблица 2

Некоторые окислители и продукты их восстановления

Окислители	Продукты восстановления	Условия
$O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2$	$O^{2-}, F^-, Cl^-, Br^-, I^-$	
$ClO^-, ClO^{2-}, ClO^{3-}, ClO^{4-}$ $BrO^-, BrO^{2-}, \dots$ (гипохлорит, хлорит, хлорат, перхлорат)	Cl^-, Br^-, I^-	
$Fe^{3+}, Mn^{4+}, Pb^{4+}$	$Fe^{2+}, Mn^{2+}, Pb^{2+}$	
H_2SO_4 (конц.)	H_2S, S, SO_2	
HNO_3	$NH_4^+, NO, NO_2,$	
NO_3^-	NO_2^- NH_3	В расплавах С сильными восстановителями
S	S^{2-}	
SO_3	SO_2	
SO_2	S	
HNO_2 NO_2^-	NO N_2	В большинстве случаев С солями аммония
H_2O_2	H_2O OH^-	Кислая среда, Нейтральная и щелочная среда

Также целесообразно обратить внимание на схему взаимодействия нитритов с различными веществами (рис. 1), так как частая ошибка выпускников связана именно с реакциями с участием нитритов, когда в условии требуется получить газ, а ученик продуктом окисления нитритов чаще рассматривает только нитраты.

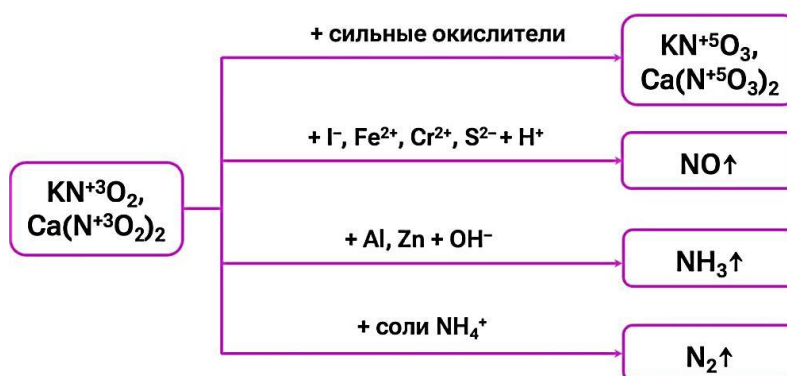


Рис. 1. Схема взаимодействия нитритов (NO_2^-) с различными веществами

При написании ОВР с соединениями хрома, марганца как окислителей в различных средах в прогнозировании продуктов могут помочь схемы рисунка 2, где указываются цвета полученных веществ, так как, часто в

условии задания надо выбирать реагенты с образованием цветных соединений, и частые ошибки опять же связаны с незнанием цветов образуемых веществ. Причем важно не забывать, что соединения хрома (III) также могут проявлять свойства восстановителя и окисляются в сильнощелочной среде, в результате наблюдается изменение цвета раствора на желтый, образуется раствор хромата, а оксид марганца (IV) проявляет окислительные свойства только в кислой среде, восстановление происходит до солей марганца(II).

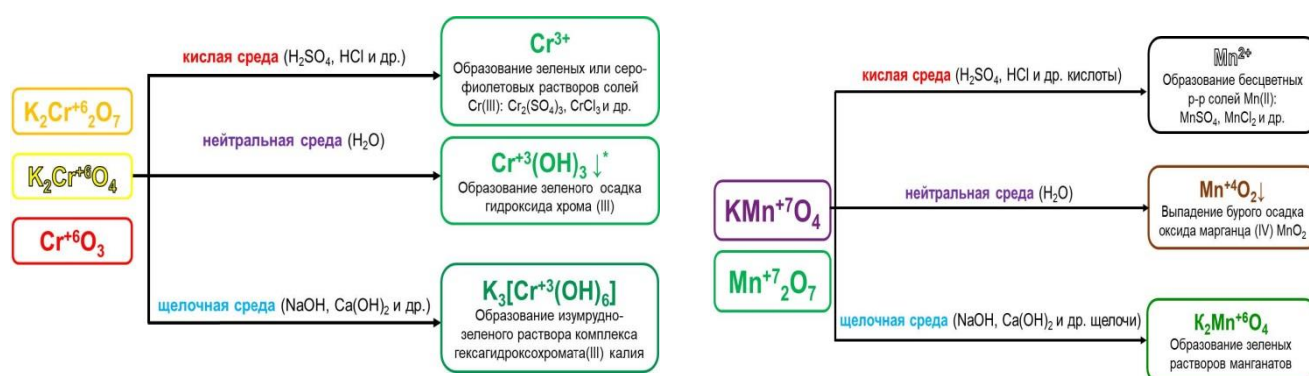


Рис. 2. Схемы протекания ОВР с соединениями хрома и марганца в различных средах

Кроме того при выполнении 29 задания целесообразно обратить внимание ученика на вещества, которые не стоит выбирать в качестве реагентов: HF , фториды, сульфаты, фосфаты, карбонаты, силикаты активных металлов, цинка и алюминия, также оксиды фосфора (V), ортофосфорную кислоту H_3PO_4 , оксид углерода(IV) и оксид кремния (IV), и обычно хлориды активных металлов, а также цинка и алюминия, нерастворимые гидроксиды, которые не могут проявлять окислительно-восстановительных свойств: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

Если по условию задания требуется написать ОВР с образованием:

двух кислот, скорее всего, ОВР протекает между восстановителем и окислителем, состоящим из неметаллов.

окрашенного раствора, то это могут быть окрашенные растворы бромной или йодной воды, а также солей переходных металлов: Fe^{3+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} или Cr^{6+}

бурого газа NO_2 , то в качестве окислителя выбираем концентрированную азотную кислоту или нитраты активных металлов в кислой среде, например, $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

газа с резким запахом, то скорее всего, это сернистый газ SO_2 , что часто ученики путают с сероводородом, и в качестве окислителя целесообразно выбрать концентрированную серную кислоту.

При взаимодействии концентрированной серной кислоты со всеми сложными веществами, кроме иодидов, в которых только иодид является восстановителем, образуется сернистый газ SO_2 , с иодидами NaI , CaI_2 , AlI_3 и т.д. – сероводород H_2S .

Реакции разложения сложных веществ не могут быть приняты в качестве верного ответа, так как по условию задания требуется выбрать «вещества, между которыми протекает реакция».

Данная методика решения 29 задания была вынесена на обсуждение с учителями химии на методических семинарах, проводимых ГБУ ДПО «ЦНППМ» Минпросвещения КБР и была применена учителями многих школ в 2023/2024 учебном году при подготовке детей к ЕГЭ по химии.

Из диаграммы распределения среднего процента выполнения заданий высокого уровня сложности (рис. 3), мы можем увидеть, что применение представленной методики, возможно, повлияло на повышение среднего процента выполнения задания на 3,16 % по сравнению с 2022 годом [Статистико-аналитический отчет... 2023].

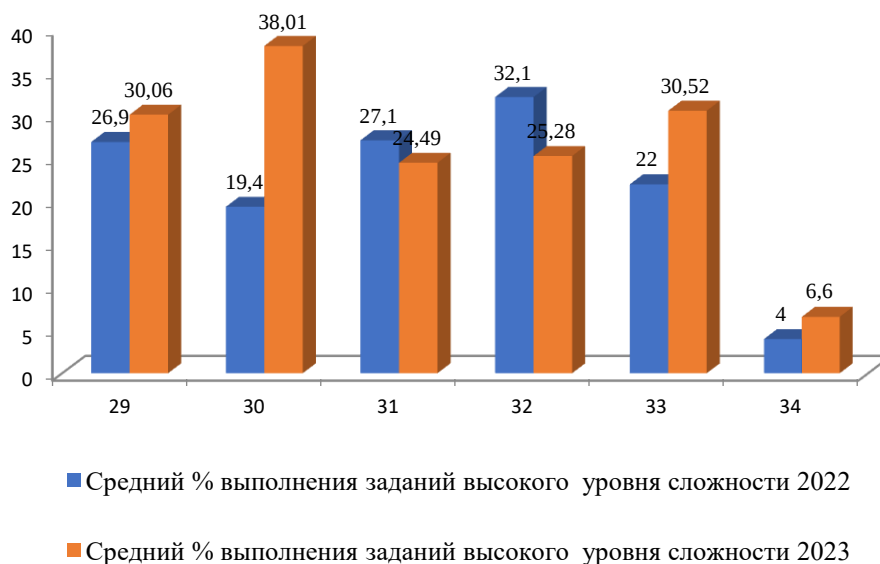


Рис. 3. Диаграмма распределения среднего процента выполнения заданий высокого уровня сложности ЕГЭ по химии

Из этого можно заключить, что помимо теоретической базы, предоставление материала в таком виде помогает провести качественный анализ представленных веществ, прогнозировать продукты реакции при

составлении ОВР и систематизировать знания по данной теме. Кроме того, полезны приемы, которые позволят учащимся самостоятельно добывать и обрабатывать информацию. При этом необходимо учесть особенности восприятия информации школьниками, их уровень знаний и умений, следует помнить, что при обучении школьников приемам работы с разными типами контрольных заданий необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение задания невозможно без внимательного изучения его условий и выбора подходящей последовательности действий. В процессе подготовки учащихся к государственной итоговой аттестации важно эффективно использовать и распределять урочное время для более продуктивного освоения сложных тем.

Список литературы

1. Ахметов М.А. Методы повышения эффективности подготовки школьников к ЕГЭ по химии // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Сборник научных трудов 66-ой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ульяновск : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2019. С. 34–39.
2. Буханова Т.Н. Решение типовых заданий из ЕГЭ по химии на составление окислительно-восстановительных реакций // Экономика и социум. 2021. № 7 (86). С. 586–591.
3. Добротин Д.Ю., Зеня Е.Н., Снастина М.Г. Аналитический отчет по результатам ЕГЭ 2023 года по химии // Педагогические измерения. 2023. № 4. С. 83–92.
4. Колчанова Л.В., Буржинская Т.Г. Прогнозирование продуктов ОВР // Химия в школе. 2020. № 1. С. 48–54.
5. Медведев Ю.Н., Добротин Д.Ю. О сложных вопросах курса химии в заданиях ЕГЭ // Химия в школе. 2024. № 2. С. 37–47.
6. Рейзбих Э.И., Юрченко В.И. Система подготовки к ЕГЭ по химии // Формирование и развитие профессиональной компетенции учителя. Материалы VII региональной научно-практической конференции. Редколлегия: А.М. Фактор [и др.]. Воронеж, 2023. С. 227–231.
7. Сидоренко Н.Н. Учим составлять уравнения ОВР // Химия в школе. 2018. № 6. С. 26–30.
8. Статистико-аналитический отчет о результатах государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования в 2023 году. – URL : <https://kbrcmiso.ru/index.php/itogi-gia> (Дата обращения: 11.11.2024).

9. Стаханова С.В., Свириденкова Н.В., Молчанова Г.Н., Добротин Д.Ю. Методические рекомендации по подготовке к выполнению заданий высокого уровня сложности ЕГЭ по химии // Непрерывное химическое образование. Тенденции и направления развития. Материалы Четвертого Прикамского съезда преподавателей химии. Ответственный за выпуск А. М. Елохов; Пермский государственный национальный исследовательский университет. 2019. С. 104–107.

References

1. Akhmetov M.A. Metody povysheniya ehffektivnosti podgotovki shkol'nikov k EGE po khimii [Methods of improving the effectiveness of students' preparation for the Unified State Examination in Chemistry]. Aktual'nye problemy khimicheskogo i ehkologicheskogo obrazovaniya [Relevant problems of chemical and environmental education]. Sbornik nauchnykh trudov 66-oi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Collection of scientific papers of the 66th All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Rossiiskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet im. A.I. Gertsena [Russian State Pedagogical University in the name of A. I. Herzen], Ulyanovsk, 2019, pp. 34–39.
2. Bukhanova T.N. The solution of standard tasks from the Unified State Exam in Chemistry for the preparation of redox reactions, *Ehkonomika i Sotsium [Economics and Society]*, 2021, no. 7 (86), pp. 586–591, in Russian.
3. Dobrotin D.Y., Zenya E.N., Snastina M.G. Analytical Report on the USE 2023 Results in Chemistry, *Educational Measurements*, 2023, no. 4, pp. 83–92, in Russian.
4. Kolchanova L.V., Burzhinskaya T.G. Predicting products of redox reactions, *Chemistry at School*, 2020, no. 1, pp. 48–54, in Russian.
5. Medvedev Yu.N., Dobrotin D.Yu. On Difficult Issues of the Chemistry Course in the USE Assignments, *Chemistry at School*, 2024, no. 2, pp. 37–47, in Russian.
6. Reizbikh E.I., Yurchenko V.I. Sistema podgotovki k EGE po khimii [The system of preparation for the Unified State Examination in Chemistry]. Formirovanie i razvitie professional'noi kompetentsii uchitelya. [Formation and development of the teacher's professional competence]. Materialy VII regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Proceedings of the 7th regional scientific and practical conference], Voronezh, 2023, pp. 227–231.
7. Sidorenko N.N. Teaching to write the equations of redox reactions, *Chemistry at School*, 2018, no. 6, pp. 26–30, in Russian.
8. Statistiko-analiticheskii otchet o rezul'tatakh gosudarstvennoi itogovoi attestatsii po obrazovatel'nym programmam srednego obshchego obrazovaniya v 2023 godu [Statistical and analytical report on the results of the State Summative Assessment of educational programs of secondary general education in 2023],

available at: <https://kbrcmiso.ru/index.php/itogi-gia> (accessed 11 November 2024), *in Russian*.

9. Stakhanova S.V., Sviridenkova N.V., Molchanova G.N., Dobrotin D.Yu. Metodicheskie rekomendatsii po podgotovke k vypolneniyu zadaniy vysokogo urovnya slozhnosti EGE po khimii [Methodological recommendations for preparing for high-level tasks of the Unified State Examination in Chemistry]. Nepreryvnoe khimicheskoe obrazovanie. Tendentsii i napravleniya razvitiya. Materialy Chetvertogo Prikamskogo s'ezda prepodavatelei khimii [Proceedings of the Fourth Prikamsky Congress of Chemistry Teachers]. Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet [Perm State National Research University], 2019, pp. 104–107.