



## **Аналитические материалы**

По результатам проведения  
Национального исследования качества образования  
по биологии и химии в 10 классах

Часть 2

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

2017 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Анализ результатов выполнения заданий диагностической работы по химии по проверяемым элементам содержания и проверяемым умениям .....	3
Анализ характеристик групп участников НИКО по химии с различным уровнем подготовки.....	24
Рекомендации для системы образования и рекомендации для родителей по использованию полученных результатов НИКО по химии для повышения качества образования .....	27

## **Анализ результатов выполнения заданий диагностической работы по химии по проверяемым элементам содержания и проверяемым умениям**

В отличие от контрольных измерительных материалов, используемых при проведении государственной итоговой аттестации (ОГЭ и ЕГЭ), диагностическая работа НИКО была рассчитана на всех обучающихся образовательной организации, большая часть которых совершенно не ориентирована на сдачу ОГЭ и ЕГЭ по химии. Лишь два последних задания диагностической работы НИКО по химии (16 и 17) по форме и содержанию близки соответствующим заданиям КИМ ЕГЭ и рассчитаны на выявление тех обучающихся 10 класса, которые интересуются и углубленно занимаются химией.

Диагностическая работа НИКО по химии состояла из 17 заданий, часть которых (1, 7, 9, 15) была разбита на подзадания. В диагностической работе в основном использованы задания в открытой форме.

Диагностическая работа направлена не столько на проверку конкретных знаний обучающихся и воспроизведение этих знаний в той или иной ситуации, сколько на определение умения использовать имеющуюся теоретическую и справочную информацию для решения конкретной прикладной задачи. Характерной чертой диагностической работы является необходимость демонстрации навыков использования химической информации.

Многие задания допускали не одно, а несколько правильных решений. Это было сделано с целью предоставления возможности обучающимся продемонстрировать свой химический кругозор и понимание различных возможностей использования химических знаний в повседневной жизни.

Задания 1–9 были объединены единым контекстом и посвящены обсуждению свойств некоторого химического элемента, имеющего большое значение для жизни и здоровья человека. В качестве таких элементов использовались углерод, водород, кислород, азот, сера, хлор, кальций.

## Задание 1

**Задания 1.1–1.3** проверяли способность обучающихся проводить простейшие химические расчеты, например, найти массу элемента в составе тела человека. Примечательно, что задания были сформулированы таким образом, что при их выполнении можно было обойтись без знания расчетных формул (хотя эти формулы и являются основополагающими в химии).

### Пример заданий 1.1–1.3

1

Ученик 10 класса Иван имеет массу тела 70 кг. Проведите следующие расчёты.

1.1. Массовую долю водорода (как вида атомов) в живых организмах принимают равной 10%. Сколько килограммов водорода содержится в теле Ивана?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг

1.2. Масса 1 моль атомов водорода равна 1,0 г. Какое количество вещества атомов водорода (моль) содержится в теле Ивана?

Ответ: \_\_\_\_\_ моль

1.3. Газообразный водород состоит из двухатомных молекул –  $H_2$ . 1 моль любого (идеального) газа при нормальных условиях занимает объём 22,4 л. Какой объём (при н.у.) занимал бы содержащийся в теле Ивана водород, если бы он был газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ л



Задание 1.1 предполагало нахождение массы элемента в составе тела человека и, по сути, представляло собой типичную математическую задачу на нахождение части от числа. К сожалению, в среднем лишь 52,2% обучающихся справились с этой задачей. Степень выполнения этого задания заметно варьируется от варианта к варианту в зависимости от величины массовой доли элемента. Если нахождение массы кислорода в теле человека (64% от 70 кг) успешно выполнили 72,5% обучающихся, то с нахождением массы серы (0,2% от 70 кг) или хлора (0,15% от 70 кг) успешно справились соответственно лишь 35,1% и 34,7% участников диагностической работы. Отмечены серьезные затруднения при проведении вычислений с использованием понятий «массовая доля элемента» и «процент» в тех случаях, когда массовая доля выражена не целым количеством процентов, а частью процента. Кроме того, многие обучающиеся не справились с переводом массы элемента из килограммов в граммы. Полученные данные свидетельствуют о том, что необходимо усилить математическую подготовку обучающихся, обратив внимание на правила перевода различных физических величин из одних кратных единиц в другие.

В задании 1.2 предполагалось нахождение количества вещества заданного элемента по известной массе одного моля (молярной массе атомов). Поскольку исследование проводилось среди обучающихся, большая часть которых не ориентирована на глубокое изучение химии, авторы задания сознательно отказались от проверки знания школьниками ключевой в химии формулы  $n = m / M$ , а сформулировали условие таким образом, чтобы решить задание можно было на основании простейшей логики с использованием одной пропорции. К сожалению, с этим заданием справились в среднем лишь 29,9% обучающихся. Доля школьников, успешно выполнивших это задание, в разных вариантах близка, варьируясь в пределах от 21,7% до 35,3%. Такой относительно невысокий показатель свидетельствует о несформированности у большинства школьников

понятия «количество вещества» и отсутствии навыков расчета количества вещества по известным массе и молярной массе. Поскольку понятие «количество вещества» является в химии ключевым, необходимо обратить особое внимание учителей химии на необходимость формирования у школьников этого понятия и обучение их навыкам расчета количества вещества.

Задание 1.3 было нацелено на проверку умения находить объем газа по известному количеству вещества его атомов или количества атомов в заданной порции вещества. Как и в задании 1.2, авторы диагностической работы сознательно отказались от проверки знания школьниками ключевых формул:  $n(\text{газа}) = V / V_m$  и  $n = N / N_A$ , сформулировав условие таким образом, чтобы решить задание можно было с использованием логики и одной пропорции. Все необходимые сведения (значения постоянной Авогадро и молярного объема газа, а также указание на двухатомность молекул кислорода  $O_2$  и азота  $N_2$ ) были приведены в условии. К сожалению, доля школьников, справившихся с этим заданием, оказалась еще ниже – в среднем 19,2%. Если в вариантах, где было необходимо, используя число Авогадро и количество вещества, найти количество атомов заданного элемента, доля десятиклассников, решивших эту задачу правильно, варьировалась в пределах от 15,4% до 25,8%, то с нахождением объема кислорода и азота справились соответственно лишь 12,4% и 8,7% участников экзамена. Основная ошибка состояла в игнорировании приведенной в условии задачи информации о двухатомности молекул кислорода и азота, вследствие чего количество вещества молекул  $O_2$  и  $N_2$  оказывалось в два раза меньше количеств атомов O и N. Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости усиления работы по правильному формированию у школьников понятий «атом», «молекула», «элемент», «простое вещество». Требуется совершенствование системы обучения школьников навыкам проведения расчетов с использованием понятия «количество вещества».

## Задание 2

**Задание 2** было посвящено определению связи между формой нахождения выбранного химического элемента в природе и его химическими свойствами. Используя приведенную в задании информацию, обучающийся должен был сделать вывод о том, что активные элементы в природе встречаются исключительно в виде соединений, малоактивные – в свободном состоянии, а элементы средней активности могут находиться как в свободном, так и в связанном состоянии.

*Пример задания 2*

2

Почему по количеству атомов в земной коре (17,4%) водород занимает второе место после кислорода (53,5%), тогда как массовая доля водорода в земной коре равна лишь 1,0%, это девятый по распространенности элемент?

Процент выполнения этого задания изменяется в зависимости от варианта в довольно широких пределах – от 4,5% (когда речь шла об углероде – элементе средней активности) до 23,7% (когда речь шла об активном хлоре). Таким образом, следует обратить внимание учителей на необходимость формирования связи между формой нахождения элемента и его химическими свойствами.

Два варианта (по одному в каждой географической зоне) содержали задания 2 в форме, отличающейся от обсужденных выше. Например, в одном из таких заданий требовалось на основании имеющихся у школьника представлений об устройстве мира оценить, в какой из оболочек Земли – в атмосфере, биосфере, гидросфере, литосфере – массовая доля азота имеет самое большое значение. Это задание выполнили больше половины школьников (56,2%). Таким образом, можно заключить, что по крайней мере

половина обучающихся имеет сформированные представления о составе основных оболочек Земли вообще и атмосферы в частности. В другом варианте участникам экзамена необходимо было сравнить массовую долю кислорода в литосфере (47%; значение дано) с массовой долей кислорода в гидросфере. 29,2% обучающихся верно указали, что основным компонентом гидросферы является вода, сумели верно оценить массовую долю кислорода в воде и гидросфере, а затем сравнить полученное значение с массовой долей кислорода в литосфере. Процент выполнения этих заданий существенно выше, чем остальных заданий линии 2, в которых обсуждалась форма существования элемента в природе и ее связь с химическими свойствами данного элемента.

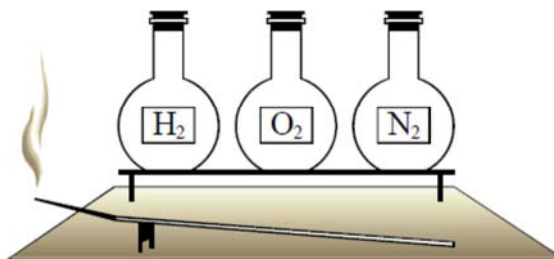
### Задание 3

**Задание 3** было посвящено рассмотрению различных свойств соединений заданного элемента. Поскольку свойства различных элементов существенно отличаются друг от друга, то и задания этого типа были весьма разнообразны.

#### Примеры задания 3

3

Как можно с помощью тлеющей лучины различить водород, кислород и азот?



3

В виде каких соединений кальций может встречаться: а) в земной коре; б) в теле человека? Приведите по одному примеру. Где в человеческом организме содержится большая часть кальция? Почему потребность человека в кальции зависит от его возраста? В каком возрасте, на Ваш взгляд, она максимальна?

3

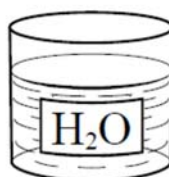
При нормальных условиях хлор  $\text{Cl}_2$  представляет собой желто-зелёный газ с удушающим запахом. Порог восприятия этого запаха в воздухе равен  $3 \text{ мг/м}^3$ . Предельно допустимая концентрация (ПДК) в рабочих помещениях промышленного предприятия –  $1 \text{ мг/м}^3$ . Раздражающее действие на дыхательные пути хлор оказывает при концентрации в воздухе около  $6 \text{ мг/м}^3$ .

Во сколько раз превышена ПДК хлора в воздухе, если рабочий почувствовал: а) лёгкий запах хлора; б) слабое першение в горле, вызванное утечкой хлора?

Какая максимальная масса хлора может находиться в воздухе производственного цеха, чтобы при этом не было превышения ПДК? (Пусть длина цехового помещения равна 100 м, ширина – 20 м, высота – 5 м.)

3

Как можно в лаборатории разделить смесь порошков серы, мела и поваренной соли?



Лучше всего (57,8% и 52,1%) обучающиеся справились с заданием 3 в тех вариантах, где необходимо было предложить способ распознавания газов с использованием тлеющей лучины. По-видимому, это можно объяснить тем, что похожее задание было размещено в демонстрационном варианте НИКО по химии.

Чуть менее половины участников исследования (43,4%) успешно выполнили задание, в котором было необходимо привести примеры нахождения кальция в земной коре и в теле человека. Обучающиеся, выполнившие это задание, правильно объяснили, почему потребность человека в кальции зависит от возраста, а также указали, в каком возрасте эта потребность максимальна. Очевидно, что, когда изучение химии опирается на жизненный опыт обучающихся, это позволяет достичь более высокого уровня усвоения материала и более глубокого понимания изучаемых физико-химических и биохимических закономерностей.

К сожалению, лишь меньше трети участников НИКО по химии (30,3%) верно выполнили задание 3, в котором требовалось вычислить, во сколько раз превышена предельно допустимая концентрации (ПДК) хлора в воздухе: а) при ощущении легкого запаха хлора; б) при слабом першении в горле. Для решения этого задания требовалось умение работать с текстом. Поскольку значения порога восприятия запаха хлора в воздухе ( $3 \text{ мг/м}^3$ ) и раздражающего действия на дыхательные пути ( $6 \text{ мг/м}^3$ ), а также ПДК хлора в воздухе ( $1 \text{ мг/м}^3$ ) были даны в условии, то решение задачи сводилось к двум простейшим арифметическим операциям: а)  $3 : 1 = 3$ ; б)  $6 : 1 = 6$ . Этот пример наглядно показывает, что обучающиеся испытывают серьезные затруднения при анализе текстов с химическим содержанием и зачастую не умеют проводить даже простейшие мыслительные операции, если для этого требуются действия, которые слегка выходят за привычные рамки.

Недостаточное внимание к химическому эксперименту при изучении химии приводит к печальным результатам. Так, только 17,1% участников НИКО (в одной географической зоне) и 18,7% (в другой) справились с заданием 3, с которого обычно начинается изучение химии в 8 классе, – смогли предложить способ разделения смеси порошков серы, мела и поваренной соли, хотя в условии задания даже была дана подсказка – нарисован стакан с дистиллированной водой. Считаем необходимым отметить, что при изучении химии учителям следует больше внимания уделять развитию навыков проведения химического эксперимента, не ограничиваясь демонстрацией видеофрагментов опытов и использованием виртуальных лабораторий.

#### Задание 4

Очень плохо участники НИКО справились с заданием 4, которое было посвящено обсуждению связи физических и химических свойств веществ. Средний процент выполнения этого задания составил лишь 10,1, варьируясь для разных вариантов в пределах от 6,4% до 12,9%. В качестве иллюстрации приведем текст одного такого задания: *«С древнейших времён химики знают правило: «Подобное растворяется в подобном», т.е. вещество лучше растворяется в той жидкости, которая обладает одной и той же с ним полярностью и схожими прочими характеристиками. Сера практически нерастворима в высокополярном растворителе – воде, но хорошо растворяется в неполярных органических растворителях, например в скипидаре. Какой вывод о свойствах молекул серы  $S_8$  можно сделать на основании этих данных? Какая связь между атомами серы в молекуле  $S_8$ ?»*

Для решения этого задания необходимо было провести несложную цепочку логических рассуждений: подобное растворяется в подобном; сера растворяется в неполярных растворителях, значит, ее молекулы неполярны; связь в молекуле ковалентная неполярная. Вместе с тем, только 10,0% участников исследования справились с этим несложным заданием. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что обучающиеся 10 класса в подавляющем своем большинстве не умеют анализировать

научные тексты, извлекать из них и анализировать химическую информацию, проводить простейшие логические умозаключения на основе полученных сведений.

Рассмотрим еще один пример задания 4: «Основным промышленным способом получения кислорода является низкотемпературная перегонка жидкого воздуха. Учитывая, что атмосферный воздух преимущественно состоит из азота ( $M(\text{N}_2) = 28$  г/моль;  $t_{\text{кип.}} = -195,8$  °C) и кислорода ( $M(\text{O}_2) = 32$  г/моль;  $t_{\text{кип.}} = -183,0$  °C), укажите: а) какой из этих двух газов кипит при более высокой температуре и почему; б) как это можно использовать для разделения компонентов воздуха методом низкотемпературной перегонки».

Лишь 9,8% участников НИКО справилось с этим заданием. Основные ошибки были связаны с неумением сравнивать отрицательные числа; с неспособностью сопоставить температуры кипения веществ с приведенными значениями их молярных масс; с непониманием сути процесса перегонки как метода разделения двух взаимнорастворимых жидкостей (хотя этот материал изучается в самом начале 8 класса). Таким образом, на уроках химии учителям следует обратить внимание не только на формирование предметных результатов обучения, но и сфокусироваться на достижении метапредметных результатов, как того требует ФГОС основного общего и среднего общего образования.

### Задание 5

**Задание 5**, предполагавшее обсуждение химических свойств соединений заданного элемента, являлось более глубоким по содержанию и объемным по охвату материала, чем предыдущие, и оценивалось в 4 балла (для сравнения: правильное решение заданий 1.1, 1.2, 1.3, 2 и 4 оценивалось в 1 балл, а задания 3 – в 3 балла).

#### Пример задания 5

5

В экспозиции, посвящённой научной деятельности М.В. Ломоносова, которая представлена в Музее антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера, Санкт-Петербург), в качестве экспонатов выставлены чугунные бомбы для публичных опытов – целая и разорванные. Эти бомбы заполняли водой, накрепко закрывали крышками и выставляли на мороз. Что происходило с чугунными бомбами на морозе? Почему? Какое свойство воды исследовали таким образом? Каковы особенности проявления этого свойства у воды? (См.: «Химия в школе». 2017. № 6).

Средний процент выполнения этого задания составил 15,9, варьируясь от 11,4% (задание про самородную серу и ее свойства) до 20,8% (задание про жесткость природной воды). При решении задания 5 в полной мере проявились как незнание обучающимися конкретных свойств химических соединений, так и несформированность у них метапредметных умений, о которых шла речь выше.



## Задание 6

В задании 6 было необходимо сопоставить формулу и название соединения, содержащего элемент, являющийся ключевым для всех заданий линий 1–9, с областью применения этого соединения и/или его нахождением в природе.

Пример задания 6

<b>6</b>	<p>Установите соответствие между названием, формулой водородного соединения и областью его применения (нахождением в природе). К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца.</p> <p style="text-align: center;"><b>ВОДОРОДНОЕ СОЕДИНЕНИЕ</b></p> <p>А) метан <math>\text{CH}_4</math> Б) аммиак <math>\text{NH}_3</math> В) хлороводород <math>\text{HCl}</math> Г) серная кислота <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math></p> <p style="text-align: center;"><b>ПРИМЕНЕНИЕ (НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ)</b></p> <p>1) используется в кислотных аккумуляторах 2) основной компонент природного газа 3) используется в производстве удобрений 4) создаёт кислотность желудочного сока человека 5) используется как отбеливающее средство и антисептик</p> <p>Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <p>Ответ:</p> <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td style="text-align: center;">А</td><td style="text-align: center;">Б</td><td style="text-align: center;">В</td><td style="text-align: center;">Г</td></tr><tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr></table>	А	Б	В	Г				
А	Б	В	Г						

Задание требовало не только знания фактического материала (причем зачастую из повседневной жизни обучающегося), но и умения проводить сопоставления в условиях избыточной информации (для четырех веществ предлагались пять областей применения (нахождения в природе)). Несмотря на кажущуюся простоту задания, лишь только четверть обучающихся (25,4%) смогли выполнить его верно. В разных вариантах процент выполнения задания варьировался в пределах от 21,9 (задание про соединения хлора) до 28,4 (задание про соединения азота). Для повышения результативности выполнения этого задания авторы указывали не только названия обсуждаемых соединений, но и их химические формулы. Однако, к сожалению, это не привело к существенному повышению процента верных ответов. Таким образом, можно констатировать необходимость дальнейшего усиления практикоориентированной составляющей при изучении химии. Учителям следует уделять особое внимание изучению областей применения тех или иных соединений в различных сферах жизни человека.

## Задание 7

Задание 7 имело единый контекст и состояло из двух частей – 7.1 и 7.2. В прамбуле к этому заданию было дано уравнение химической реакции (как правило, реакции окисления вещества, содержащего элемент, являющийся ключевым для всех заданий 1–9). Далее в задании 7.1 было дано словесное описание теплового эффекта представленной реакции.

Пример задания 7

7

Водород реагирует с кислородом в соответствии с уравнением  
$$2 \text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{г})$$

7.1. При взаимодействии 2 моль водорода  $\text{H}_2$  с 1 моль кислорода  $\text{O}_2$  образуется 2 моль воды и выделяется 484 кДж теплоты. Какое количество теплоты выделится, если в реакцию вступит 112 л (н.у.) водорода? Какой объём кислорода (н.у.) потребуется для реакции горения? Какая масса воды при этом получится?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7.2. Эту реакцию предложено использовать в двигателях внутреннего сгорания вместо реакции окисления бензина. Почему двигатели, работающие на водороде, называют экологически чистыми?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Авторы задания сознательно отказались от представления термохимического уравнения реакции в его стандартном, привычном виде, поскольку предполагалось, что у большей части участников исследования, не мотивированных на глубокое изучение химии, расчеты по термохимическому уравнению могут вызвать серьезные затруднения. Сведения о тепловом эффекте приведенной реакции были даны таким образом, чтобы решить задание можно было путем логического рассуждения с использованием одной пропорции. В задании 7.1 требовалось найти: а) количество теплоты, выделившейся при участии в указанной реакции заданного объема реагента; б) необходимый объем окислителя (как правило, кислорода); в) массу продукта реакции. Задание проверяло умения школьников проводить расчеты по уравнениям реакций в условиях, когда вся необходимая информация заранее предоставлена в явном текстовом виде. Исследование показало, что менее 20% участников, выполнявших диагностическую работу, справились с этим заданием полностью.

Задание 7.2 содержало качественный вопрос о практической значимости реакции, о которой шла речь в преамбуле к заданию 7, и требовало аргументированного рассуждения. С этой частью работы обучающиеся справились несколько лучше – средний процент выполнения составил 23,0% с разбросом в разных вариантах от 10,3% (задание об экономической нецелесообразности использования кальция в качестве топлива) до 29,2% (задание об опасности диоксинов, образующихся при окислении хлорсодержащего мусора. Можно порекомендовать учителям химии активнее знакомить школьников с областями применения различных химических соединений, обращать внимание на использование тех или иных веществ в различных сферах человеческой деятельности.

## Задание 8

**Задание 8** тематически продолжало задание 7, но являлось более глубоким по содержанию и объемным по охвату материала. Оно оценивалось в 3 балла. В зависимости от варианта в нем было необходимо: составить по словесному описанию уравнение альтернативной реакции окисления; анализируя известную химическую информацию, сравнить указанные реакции по количеству выделившейся теплоты и/или токсичности продуктов сгорания; оценить экологические последствия использования приведенной в задании 7 реакции; оценить возможность использования указанной реакции в автомобильном двигателе, проанализировав последствия влияния продуктов сгорания на детали автомобиля и др.

### *Пример задания 8*

8	Объясните, какие свойства водорода сдерживают массовое использование водородной энергетики в автомобилестроении. Укажите три таких свойства.
---	--

Средний процент выполнения задания 8 составил 22,8 с разбросом от 8,5% (задание про каталитическое окисление аммиака) до 32,5% (задание про образование угарного газа). Анализ полученных данных свидетельствует о недостаточной обученности школьников навыкам рассуждения об экологических последствиях протекания химических реакций, технологических особенностях их практической реализации. Учащиеся зачастую не владеют умением прогнозировать реакционную способность химических соединений и направление их превращения исходя из строения веществ, слабо ориентируются в простейших химико-технологических расчетах, оказываются не в состоянии применить свои знания в новых, необычных условиях. Работа над всеми этими аспектами, безусловно, должна явиться предметом пристального внимания каждого учителя химии.

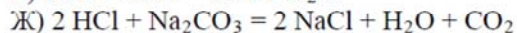
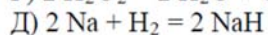
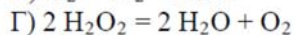
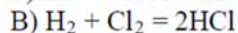
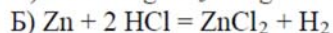
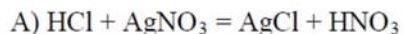
## Задание 9

**Задание 9** имело единый контекст и состояло из трех частей – заданий 9.1, 9.2 и 9.3. Это последнее (в ряду 1–9) задание, посвященное рассмотрению свойства конкретного химического элемента и его соединений. В преамбуле к заданию 9 были приведены уравнения семи химических реакций с участием соединений заданного элемента, из которых обучающийся должен был выбрать какое-то одно. Последующие задания школьник выполнял для выбранного уравнения реакции.

Пример задания 9

9

Из предложенного перечня уравнений реакций с участием водородных соединений выберите ОДНО ЛЮБОЕ.



Выбранное уравнение реакции:  (укажите букву в перечне).

9.1. Известны следующие типы химических реакций: **соединения, разложения, замещения, обмена**. Укажите тип выбранной реакции. Свой ответ объясните.

Ответ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9.2. Является ли выбранная Вами реакция: а) реакцией **ионного обмена**; б) **окислительно-восстановительной** реакцией?

Ответ: \_\_\_\_\_

9.3. Если Вы выбрали окислительно-восстановительную реакцию, укажите, окислителем и/или восстановителем является соединение водорода и почему. Если Вы выбрали реакцию ионного обмена, укажите признак её протекания (образует осадок, газ или слабый электролит; какой?).

В задании 9.1 требовалось указать тип выбранной реакции (реакции соединения, разложения, замещения, обмена) и объяснить свой выбор. Для удобства школьников типы химических реакций были перечислены в условии. Это задание оказалось одним из наиболее решаемых – процент выполнения составил 58,7 (в зависимости от варианта доля правильно решивших варьировалась от 55,1% до 60,5%). Вместе с тем приходится констатировать, что, даже имея возможность выбрать любое уравнение реакций из семи предложенных, в среднем 41,3% обучающихся не смогли правильно указать ее тип (даже с учетом того, что сами эти типы перечислены в условии задания). Таким образом, можно предложить учителям химии обратить внимание на важность изучения темы «Типы химических реакций».

В задании 9.2 от участника исследования требовалось указать, является ли выбранная им реакция: а) реакцией ионного обмена; б) окислительно-восстановительной реакцией. Уравнения реакций в задании были подобраны таким образом, чтобы любая выбранная реакция являлась либо реакцией ионного обмена, либо окислительно-восстановительной реакцией. С этим заданием обучающиеся справились в среднем на 66,4% (в зависимости от варианта процент выполнения варьировался в пределах от 61,5 до 69,9). Несмотря на относительно высокий результат, следует отметить, что в среднем треть школьников (33,6%) не смогли верно указать тип выбранной реакции. Следовательно, изучению признаков протекания реакций ионного обмена, равно как и признаков протекания окислительно-восстановительных реакций необходимо постоянно уделять внимание на уроках химии.

В задании 9.3 требовалось указать: для окислительно-восстановительной реакции – окислителем и/или восстановителем является соединение элемента, являющегося ключевым в заданиях 1-9; для реакции ионного обмена – признак ее протекания (образует осадок, газ или слабый электролит; какой?). Следует отметить, что, учитывая возможную низкую мотивацию школьников к изучению химии, все признаки протекания реакций

ионного обмена были перечислены в условии задания. С этим заданием справились в среднем лишь 40,0% обучающихся (в зависимости от варианта от 33,7% до 45,8%), что существенно меньше количества справившихся с заданием 9.2. Таким образом, можно диагностировать не только отсутствие понимания сущности окислительно-восстановительных реакций и реакций ионного обмена у многих участников исследования, не справившихся с заданиями 9.2 и 9.3, но и поверхностное понимание этих вопросов у школьников, верно выполнивших задание 9.2, но не справившихся с заданием 9.3. Таким образом, можно рекомендовать учителям химии более детальное изучение окислительно-восстановительных реакций и реакций ионного обмена. Особое внимание следует обратить на изучение признаков протекания реакций ионного обмена, а также методы определения функций окислителя и восстановителя в окислительно-восстановительных процессах.

### Задание 10–12

Задания 10–12 имели единый контекст и были посвящены проверке умения школьников работать с табличной информацией. В преамбуле к этим заданиям была дана таблица с информацией о содержании некоторых элементов в тех или иных продуктах питания (рыбе, овощах, вареньях, зерне, молочных продуктах, кондитерских изделиях, соках и т.п.).

*Пример контекста к заданиям 10–12*

В таблице приведены сведения о содержании некоторых элементов в плодовых и ягодных соках.						
<b>Проанализируйте данные таблицы и выполните задания 10–12.</b>						
Сок	Содержание элементов, мг на 100 г сока					
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Апельсиновый	10	179	18	11	13	0,3
Виноградный	16	150	20	9	12	0,4
Вишнёвый	10	250	17	6	18	0,3
Гранатовый	4	102	12	5	8	1,0
Лимонный	15	142	38	7	18	0,1
Плодов шиповника	1	37	15	5	35	1,4
Яблочный	6	120	7	4	7	0,3

В задании 10 было необходимо оценить, какие из представленных суждений о составе представленных продуктов питания являются верными.

*Пример задания 10*

<b>10</b>	<p>Используя данные таблицы, определите, какие из представленных ниже суждений являются верными. В ответе укажите соответствующие цифры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Больше всего кальция (по массе) содержит лимонный сок.</li> <li>2) Меньше всего натрия (по массе) содержит апельсиновый сок.</li> <li>3) Массовая доля магния в соке плодов шиповника, в 5 раз превышает массовую долю натрия в этом соке.</li> <li>4) Содержание калия в виноградном соке составляет 60% содержания этого элемента в вишнёвом соке (по массе).</li> <li>5) Содержание фосфора в гранатовом соке и соке плодов шиповника примерно одинаково.</li> </ol> <p>Ответ: _____</p>
-----------	--

Суждения были сформулированы таким образом, чтобы обучающемуся было необходимо: найти продукт питания с наибольшим/наименьшим содержанием определенного элемента; сравнить содержание того или иного элемента в разных продуктах питания; сравнить содержание разных элементов в одном продукте питания; сравнить содержание разных элементов в разных продуктах питания. При сравнении содержания разных элементов в продуктах питания использовались фразы «больше/меньше в ... раз», а также «составляет ...% от ...».

Это задание оказалось самым решаемым – с ним справились в среднем 75,3% участников исследования (в зависимости от варианта процент выполнения варьировался в пределах от 63,7 до 82,6). Несмотря на относительно высокий результат, в среднем четверть обучающихся не смогли справиться с этим заданием, поэтому обучению школьников работе с табличной информацией необходимо продолжать уделять неослабное внимание.

**В задании 11** требовалось, используя данные таблицы, закончить три предложения. По сути, это были три тестовых суждения в открытой форме.

*Пример задания 11*

<b>11</b>	Используя данные таблицы, закончите следующие предложения. В соке _____ (А) наиболее высокая массовая доля железа. Содержание элемента-неметалла минимально в _____ (Б) соке. Наибольшее количество (по массе) ионов щелочных металлов содержит _____ (В) сок.
-----------	---

Задание было осложнено тем, что, если в первом предложении информация могла быть взята из таблицы в явном виде (например, «Наиболее высокая массовая доля кальция у...»), то во втором и третьем предложениях для выполнения заданий было необходимо привлечение химических знаний. Так, во втором предложении спрашивалось: «Содержание элемента-галогена минимально в ...» или «Содержание элемента-неметалла максимально в ...». Единственным галогеном в первой таблице был хлор, а единственным неметаллом во второй таблице – фосфор. Таким образом, для решения задания обучающимся необходимо было проявить знание групповых названий химических элементов. Аналогично в третьем предложении необходимо было правильно указать продукт питания, содержащий максимальное (или минимальное) количество ионов щелочных металлов. Для правильного ответа на этот вопрос заданию участнику исследования необходимо было сложить массовые доли ионов натрия и калия (из таблицы) и сравнить полученные значения для разных продуктов питания. Неудивительно, что процент выполнения задания 11 оказался существенно ниже – в среднем 56,4 (с разбросом значений для разных вариантов от 35,6% (задание про овощи) до 74,1% (задание про молочные продукты)). Полученные результаты позволяют высказать предположение о необходимости дополнительного повторения названий групп химических элементов (щелочные металлы, щелочноземельные металлы, галогены, халькогены и т.п.). Также следует обратить внимание на то, какие элементы являются металлами, а какие – неметаллами и почему.

**Задание 12** завершало серию заданий 10–12, объединенных единым контекстом и требовавших использования табличной информации. В условии задания 12 была указана суточная потребность человеческого организма в некотором химическом элементе, после чего спрашивалось, какую массу того или иного продукта питания необходимо съесть, чтобы организм человека получил указанную суточную норму заданного элемента.

*Пример задания 12*

12

Считается, что у взрослого человека средняя потребность в магнии составляет 350 мг в сутки. Какую массу лимонного сока необходимо выпить, чтобы организм человека получил суточную норму ионов магния?

Реалистично ли, по Вашему мнению, получение человеком суточной нормы ионов магния путём потребления одного только лимонного сока? Поясните свой ответ.

Почему потребление здоровым человеком свежавыжатых соков **в разумных количествах** является полезным для его организма? Приведите два объяснения.

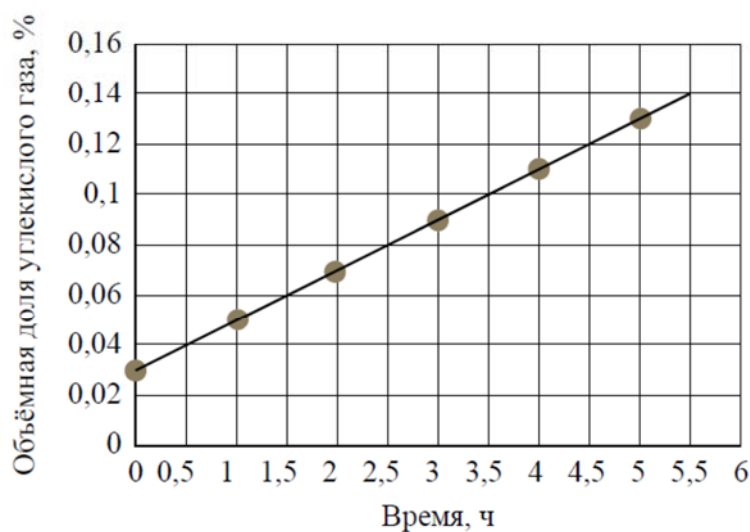
Кроме несложного расчета, проведение которого не требовало от участника исследования никаких дополнительных знаний, кроме умения анализировать табличную информацию по содержанию заданного элемента в указанном продукте питания, необходимо было оценить полученный результат на предмет его реалистичности, а также указать, каким образом человек может получить суточное количество заданного элемента. В качестве заданных элементов обычно выступали натрий, хлор и кальций. Продукт питания в каждом варианте был выбран таким образом, чтобы для получения суточной нормы заданного элемента человеку пришлось бы съесть огромное количество этого продукта. От обучающегося требовался аргументированный вывод о нереалистичности полученного результата. По-видимому, необходимость проведения непривычных расчетов привела к резкому понижению (в сравнении с другими заданиями мини-теста) количества школьников, справившихся с этим заданием. Процент выполнения задания 12 составил в среднем 26,8, изменяясь в зависимости от варианта от 21,5% (задание про содержание ионов хлора в овощах) до 30,7% (задание про содержание ионов кальция в рисе). Полученные данные свидетельствуют о том, что школьники вновь оказываются неспособными проводить даже несложные расчеты, связанные с количествами веществ (в данном случае с концентрациями ингредиентов в продуктах питания), и затрудняются в использовании имеющихся знаний и умений в новых, необычных ситуациях. Можно порекомендовать учителям в процессе изучения химии использовать более разнообразные творческие задания, чтобы выработать у школьников навыки решения оригинальных заданий в непривычных условиях.

### Задание 13–14

Задания 13–14 имели единый контекст и были посвящены проверке умения школьников работать с графической информацией. В преамбуле к этим заданиям был дан график зависимости некоторой физико-химической характеристики (например, растворимости твердых и/или газообразных веществ, концентрации витамина С в растворе, концентрации углекислого газа в воздухе, концентрации хлорида натрия в плазме крови и др.) от того или иного физического параметра (как правило, температуры или времени).

*Пример преамбулы к заданиям 13–14*

Рассмотрите график зависимости концентрации углекислого газа в закрытом непроветриваемом помещении одной из школ от времени, прошедшего с начала занятий, и выполните задания 13, 14.



**Задание 13** состояло из двух частей: в первой по графику было необходимо определить, как изменяется (увеличивается или уменьшается) приведенная физико-химическая характеристика с ростом значения параметра, а во второй – дать объяснение подобному ходу графика.

*Пример задания 13*

13

По графику определите, как изменяется (увеличивается или уменьшается) концентрация углекислого газа в воздухе непроветриваемого помещения с течением времени.

Ответ: \_\_\_\_\_

Объясните, с чем может быть связано именно такое изменение концентрации углекислого газа, если известно, что в указанном помещении в течение дня проходят уроки.

Анализ статистических данных показывает, что с этим заданием справились в среднем чуть больше половины (53,6%) участников исследования при достаточном большом разбросе процентов выполнения задания в разных вариантах – от 39,3% (задание про растворимость углекислого газа в воде) до 80,0% (задание про изменение концентрации хлорида натрия в плазме крови после употребления соленой пищи). Вместе с тем, в среднем 46,4% обучающихся, принявших участие в исследовании, не смогли верно интерпретировать графическую зависимость и дать ей хотя бы минимальное разумное объяснение. По-видимому, сказалось то обстоятельство, что на уроках химии учащиеся, как правило, мало сталкиваются и работают с информацией в графическом виде, в результате чего у них недостаточно сформированы навыки анализа и интерпретации графиков. Таким образом, можно рекомендовать учителям обратить особое внимание на формирование навыков построения графиков, интерпретации и анализа графической информации, что целесообразно и удобно делать не только и не столько на уроках химии, сколько во внеурочной работе при организации проектной и исследовательской деятельности школьников (в соответствии с требованиями ФГОС).



**Задание 14** предполагало рассуждение или объяснение на основе представленной графической информации.

*Пример задания 14*

**14**

Как Вы думаете, почему график выходит не из начала координат?

От обучающегося требовалось, применяя приведенную графическую информацию, дать объяснение той или иной жизненной ситуации. Например, «Почему потребление свежих плодов и овощей является более целесообразным в сравнении с продуктами из них, прошедшими тепловую обработку?»; «Почему открывание бутылки с газированной водой, некоторое время простоявшей в жаркий день на солнце, сопровождается выбросом содержимого?»; «Как подобное изменение растворимости  $O_2$  может повлиять на жизнедеятельность обитателей водоёмов?» и т.п.

В среднем 42,4% участников исследования верно выполнили это задание. Лучше всего (в разных географических зонах – 65,1% и 69,5%) школьники объяснили отрицательное воздействие термической обработки на сохранность питательных веществ во фруктах и овощах (на примере витамина С). Наибольшее затруднение обучающиеся испытывали при определении соединения, которое в наибольшем количестве выпадает в осадок при охлаждении насыщенного раствора (доля верно выполнивших это и подобное задание составила в разных географических зонах 25,0% и 25,1%).

Как показывают приведенные результаты, три четверти обучающихся не смогли, проанализировав представленную графическую информацию, сделать мотивированное заключение о том, что большее количество вещества выделится при охлаждении насыщенного раствора того соединения, растворимость которого сильнее зависит от температуры. По-видимому, у подавляющего большинства школьников оказались не сформированы навыки мыслительного эксперимента – моделирования обсуждаемой ситуации на основании представленных графических сведений. Вместе с тем, перекристаллизация как метод очистки веществ от примесей, в котором используется различие в растворимости соединений при разных температурах, встречается в 8 классе уже на первых уроках химии. Таким образом, следует обратить внимание учителей на необходимость более тщательного объяснения школьникам сущности тех физико-химических процессов (перегонка, перекристаллизация, выпаривание, фильтрование и т.д.), которые используются в процессах очистки химических веществ от примесей.

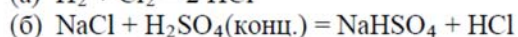
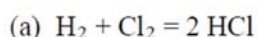
## **Задание 15**

**Задание 15** было направлено на выяснение степени осведомленности школьников о промышленных и лабораторных способах получения неорганических соединений, условиях проведения технологических процессов и процессов лабораторного синтеза, а также на проверку навыков проведения вычислений по уравнениям реакций.

Пример задания 15

15

Хлороводород HCl может быть получен в результате протекания следующих реакций:



15.1. Какая из этих реакций используется для получения хлороводорода в лаборатории, а какая – в промышленности? Каковы условия проведения реакций (а) и (б)?

Ответ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

15.2. Какая масса хлорсодержащего реагента потребуется для получения в лаборатории 14,6 г хлороводорода (выход продукта будем считать равным 100%)?

( $M(\text{H}_2) = 2$  г/моль;  $M(\text{Cl}_2) = 71$  г/моль;  $M(\text{NaCl}) = 58,5$  г/моль;  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$  г/моль;  $M(\text{HCl}) = 36,5$  г/моль.)

Задание 15 состояло из двух частей – 15.1 и 15.2. В задании 15.1 обучающимся предлагались два уравнения химических реакций получения некоторого вещества, и было указано, что одна реакция используется для получения этого вещества в промышленности, а другая – в лаборатории. Школьникам требовалось установить, какая реакция отвечает процессу промышленного получения данного вещества, а какая – его лабораторному синтезу. Кроме того, для каждой из реакций следовало указать условия ее осуществления. На наш взгляд, подобные задания являются очень ценными, поскольку с их помощью можно определить, насколько у обучающихся сформированы представления о современных химических технологиях и процессах, которые можно провести в условиях химической лаборатории. Кроме того, необходимость четкого указания условий проведения реакций позволяла выяснить, насколько школьники далеко ушли от «бумажной химии» - т.е. от формального восприятия уравнений реакций без малейших представлений о сложности, многоступенчатости и неоднозначности процессов их практической реализации.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что для подавляющего большинства участников исследования это задание оказалось сложным – с ним справились в среднем лишь 28,2% обучающихся. Относительно более высокие результаты (соответственно 36,0% и 32,8%) получены при рассуждении о промышленных и лабораторных процессах получения углекислого газа (вариант 6) и синтеза аммиака (вариант 8). В то же время наибольшие затруднения вызвали реакции получения сернистого газа (вариант 2) – с этим заданием справились лишь 14,1% участников исследования. Примечательно, что оба использованных уравнения реакций являются достаточно известными в школьном курсе химии. Первая реакция (обжиг пирита) представляет собой начальную стадию производства серной кислоты, тогда как вторая – взаимодействие меди с концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – активно обсуждается при рассмотрении особых окислительных свойств концентрированной серной кислоты. Полученные результаты показывают, что школьникам зачастую трудно «переключиться» с одной темы на другую, чтобы использовать уже изученный учебный материал в новом контексте. Это может указывать на недостаточную степень усвоения теоретических сведений, а также на несформированность навыков свободного владения изученным учебным материалом. В связи с этим возникает необходимость рекомендовать учителям обратить особое внимание на практическое применение изучаемых веществ и реакций. При объяснении теоретического материала рекомендуется постоянно акцентировать внимание обучающихся на особенностях протекания реакций в промышленности и в лаборатории.

В задании 15.2 для реакции, протекающей в лаборатории, требовалось вычислить массу одного из реагентов. Если учащийся проводил вычисления по уравнению реакции, протекающей в промышленности, такой ответ не засчитывался. Подобный подход, несмотря на свою некоторую категоричность, обусловлен тем обстоятельством, что рассматриваемое задание относится к заданиям повышенного уровня сложности и, соответственно, требует полного и точного решения в строгом соответствии с условием. Для повышения сложности задания авторы не стали формулировать конкретно, массу какого реагента необходимо найти, и ограничились лишь общим указанием: найти «массу твердого реагента», «массу азотсодержащего реагента», «массу реагента, содержащего ионы щелочного металла» и т.п. В то же время в тексте задания были приведены молярные массы всех исходных веществ – причем как для реакции промышленного получения указанного вещества, так и для реакции лабораторного синтеза. С одной стороны, это сэкономило время участников исследования (им не приходилось рассчитывать молярную массу самостоятельно), а с другой – не могло явиться подсказкой, поскольку значения были приведены для всех реагентов. С этим заданием успешно справились в среднем лишь 7,3% участников исследования. Лучшие показатели (соответственно 11,8% и 11,6%) были достигнуты в варианте 8 (задание на нахождение необходимой массы хлорида аммония для лабораторного получения аммиака) и в варианте 6 (задание на нахождение массы карбоната натрия, которая требуется для получения в лаборатории углекислого газа). Наибольшее затруднение выявлено при нахождении массы перманганата калия, которая необходима для лабораторного получения хлора (вариант 5). С этим заданием справились лишь 1,9% обучающихся. Полученные результаты свидетельствуют о том, что у подавляющего большинства учащихся 10 классов не сформированы навыки расчетов даже по готовым уравнениям химических реакций.

Весьма показательным является сравнение процентов выполнения задания 7.1, в котором информация о количественных отношениях веществ – участников реакции была представлена в текстовом виде, и задания 15.2, в котором подобная информация в явном виде отсутствовала, и ее необходимо было самостоятельно извлечь из приведенного уравнения реакции. Подобное сравнение показывает, что участники исследования испытывают серьезные затруднения с поиском и извлечением количественной информации из уравнения реакции (доля школьников, успешно справившихся с заданиями 7.1 и 15.2 равны соответственно 16,4% и 7,3%). Таким образом, формирование навыков расчета по уравнениям реакции представляет собой серьезную проблему для учителей нынешних десятиклассников, и решению этой проблемы по-прежнему необходимо уделять большое внимание на уроках химии.

Включение в текст диагностической работы заданий высокого уровня сложности 16 и 17 было продиктовано целью выявления тех десятиклассников, которые углубленно занимаются химией и достигли в своих занятиях определенных успехов. По своей форме эти задания в наибольшей степени напоминают соответствующие задачи контрольно-измерительных материалов ОГЭ и ЕГЭ.

### Задание 16

**Задание 16** представляло собой типичную расчетную задачу, в которой от школьника требовалось выполнение нескольких (не всех) из приведенных ниже действий:

- а) самостоятельно составить уравнение химической реакции;
- б) определить массу основного реагента по известной массовой доле примесей в заданной массе исходного образца;
- в) произвести пересчеты тонн в граммы, кубических метров в литры и т.п.;
- г) определить объем газообразного реагента по известной объемной доле его в заданном объеме газообразного образца;

- д) определить массу раствора по известным объему его и плотности;
- е) определить массу растворенного вещества по известной массовой доле его в растворе известной массы;
- ж) вычислить молярные массы веществ – участников реакции (в отличие от задания 15.2, значения молярных масс необходимых веществ сознательно не были приведены в тексте условия задачи);
- з) определить количество вещества по известной массе и молярной массе и/или известному объему и молярному объему;
- и) установить вещество, которое полностью расходуется в ходе протекания химической реакции (задача на «избыток» и «недостаток»);
- к) провести расчет по уравнению реакции – найти количество вещества и массу продукта, который мог бы образоваться, если бы реакция протекала с выходом 100%;
- л) расчет фактического количества (массы) продукта по известному его теоретическому количеству и заданному выходу реакции;
- м) указать область применения приведенной реакции в промышленности.

#### *Пример задания 16*

16

Для восстановления железа из 2,32 т магнетита (магнитного железняка), содержащего  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и 5% пустой породы, использовали  $1000 \text{ м}^3$  (в пересчёте на н.у.) угарного газа  $\text{CO}$ . Вычислите массу железа, которое образуется в ходе этой реакции, если выход продукта составляет 80% теоретически возможного. В какой отрасли промышленности используется этот процесс?

Очевидно, что с подобным заданием могли справиться лишь очень небольшое количество обучающихся, по-настоящему мотивированных на изучение химии. Результаты исследования подтвердили эту гипотезу – доля школьников, успешно выполнивших это задание, составила в среднем 2,4%. В различных вариантах процент выполнения задания 16 варьировал в пределах от 0,45 (вариант 2; расчет по уравнению взаимодействия перманганата калия с хлороводородом в водном растворе) до 4,4 (вариант б; расчет по уравнению реакции алюминия с раствором соляной кислоты). Нетрудно заметить, что на процент выполнения этого задания существенно влияет природа выбранной химической реакции. Чем сложнее процесс составления уравнения реакции, тем ниже была доля школьников, справившихся с выполнением этого задания. Между тем, все уравнения реакций, использованных в разных вариантах задания 16, очень часто встречаются в контрольных измерительных материалах ЕГЭ по химии, поэтому их изучение должно быть обязательным для всех школьников, решивших заниматься этой наукой серьезно. Следует обратить внимание учителей химии на это обстоятельство, а также сориентировать школьников на более глубокое изучение методических приемов составления уравнений сложных окислительно-восстановительных реакций.

### **Задание 17**

**Задание 17** диагностической работы НИКО по химии представляло собой словесное описание выполнения химического эксперимента, цель которого состояла в установлении химического состава и названия неизвестного неорганического соединения. Обучающимся требовалось не только определить неизвестное вещество, но и составить уравнения четырех реакций, использованных для установления его состава.

### Пример задания 17

17

Для определения качественного состава неизвестного безводного кристаллического вещества белого цвета к его раствору добавили раствор гидроксида калия (1). При этом образовался осадок, растворимый в соляной кислоте (2). К другой части раствора исследуемого вещества добавили раствор нитрата бария (3). Наблюдали образование белого осадка, который не растворяется ни в кислотах, ни в щелочах. Этот осадок используется в медицине при рентгенологическом исследовании желудка.

Известно, что катион металла, который содержится в данном соединении, входит в состав хлорофилла, а сам металл раньше применялся в фотографии для получения вспышки (4).

Определите состав и запишите название исходного вещества. Запишите уравнения четырёх реакций, которые были упомянуты в этом задании.

Ответ:

состав исходного вещества: \_\_\_\_\_

название исходного вещества: \_\_\_\_\_

уравнения реакций:

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_

В тексте задания были подробно описаны проведенные аналитические операции и указаны признаки протекающих реакций. В отличие от аналогичных заданий из КИМ ЕГЭ по химии (задание 32 по спецификации 2018 г.), авторы диагностической работы НИКО включили в задание 17 сведения, которые напрямую не могут быть получены из химического эксперимента, но вместе с тем способствуют успешному решению указанного задания. Это сведения о применении соединений, о которых идет речь в тексте задания; о нахождении их в качестве полезных ископаемых на территории Российской Федерации; об упоминании их в различных литературных произведениях и т.п.

Очевидно, что полностью с заданием 17 (как и с заданием 16) могли справиться лишь очень небольшое количество обучающихся. Результаты исследования вновь подтвердили эту мысль – доля школьников, успешно выполнивших это задание, вновь составила в среднем 2,4%.

Примечательно, что средний процент выполнения заданий 16 и 17 практически оказался равным. Это свидетельствует о близости «целевой аудитории» указанных заданий.

В различных вариантах процент выполнения задания 17 изменялся в пределах от 0,56 (вариант 5; задание о нитрите аммония) до 3,6 (вариант 3; задание о карбонате гидроксомеди(II) (малахите)). Как и в задании 16, на процент выполнения задания 17 существенно влияла природа вещества – в данном случае загаданного неорганического соединения. Чем сложнее вещество, чем реже оно упоминается в школьном курсе химии, тем меньше доля школьников, успешно справившихся с его идентификацией. Следует обратить внимание учителей химии на необходимость формирования у обучающихся универсальных приемов идентификации неорганических и органических соединений, которые позволят успешно решать вопросы определения состава неизвестного вещества. Необходимо постоянно подчеркивать мысль о неразрывной связи состава веществ и проявляемых ими химических свойств, которая может быть успешно использована при идентификации указанных соединений.

Следует отметить заметную связь результатов НИКО по химии с тем, по программам какого уровня обучаются десятиклассники (Таблица 1).

Таблица 1.

Уровень образовательной программы	Доля участников, %	Средний балл НИКО	Медиана
Нет отдельного предмета (изучается учебный предмет «Естествознание»)	0,9	11,51	11,0
Базовый уровень	90,0	13,11	12,0
Углубленный уровень	9,1	15,40	14,0

Выявленные невысокие результаты НИКО могут быть объяснены следующими системными причинами:

*а) проблемы мотивационного характера*

Причинами отсутствия мотивации школьников к изучению химии являются: низкий престиж химических специальностей, недостаточный уровень профориентационной работы; укоренившийся у большинства школьников прагматический подход, выражающийся в стремлении изучать только те предметы, которые необходимы для поступления в высшее учебное заведение по выбранной специальности. Также отрицательно сказываются на мотивационной сфере обучающихся проблемы, связанные с химическим экспериментом (его отсутствие, неоправданная замена реального химического эксперимента видеороликами, чрезмерная увлечённость «виртуальными лабораториями», невозможность выполнения полного объема лабораторных опытов и практических работ).

*б) проблемы содержательного характера*

Одной из важных проблем основного общего образования является несоответствие содержания учебного материала возрастным особенностям обучающихся, уровню развитости когнитивной сферы личности, что выражается в уменьшении доли материала, для усвоения которого требуется образное мышление, и, наоборот, увеличении объема теоретических представлений, опирающихся на абстрактные модели.

Проблемы, связанные с отбором содержания учебного предмета «Химия», усугубляются необязательностью учебного предмета «Химия» в 10–11 классах и, как следствие, необходимостью завершить курс химии в основной школе, что привело к переносу части сложного для усвоения учебного материала в 8–9 классы, в частности основ органической химии. Избыточный материал, предлагаемый для изучения в 8–9 классах, не позволяет за 2 часа в неделю осуществить полноценный образовательный процесс из-за изучения на каждом уроке нового материала, отсутствия времени на повторение и закрепление ранее изученного. Следствием такой ситуации является потеря обучающимися интереса к освоению учебного предмета «Химия» и в то же время недостаточный объем содержания, посвященный значению химических знаний в быту и в различных сферах профессиональной деятельности.

*в) проблемы методического характера*

В настоящее время не обобщены и не систематизированы наиболее эффективные методы, методики и технологии обучения химии с учетом возрастных особенностей обучающихся и конкретного содержания обучения химии. Отсутствуют или недостаточно конкретизированы методические рекомендации к реализации проектной деятельности в рамках учебного предмета «Химия». Не определены требования к методическим пособиям для учителя. Отсутствуют рекомендации для учителя применительно к конкретному учебно-методическому комплексу по проведению демонстрационного эксперимента, лабораторных опытов и практических работ с указанием требований к оборудованию, реактивам, концентрациям используемых растворов, нормам охраны труда при проведении химического эксперимента.

*г) проблемы материально-технического характера*

В преподавании учебного предмета «Химия» очень большое значение имеет материально-техническое обеспечение, поскольку помимо наглядных средств оформления кабинета химии, современных технических средств обучения и компьютерного обеспечения, электронных наглядных пособий включает обеспечение приборами, оборудованием, химической посудой, реактивами и расходными материалами.

В приказе Минобрнауки России от 30 марта 2016 г. № 336 «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания...» приводится неполный перечень минимально необходимого оборудования, а перечень реактивов вообще отсутствует.

В недостаточной степени решена проблема создания электронных наглядных средств обучения: зачастую химический эксперимент представлен видеороликами низкого качества как в техническом, так и в дидактическом плане; практически отсутствуют учебные фильмы, рассказывающие о современных химических производствах, работе аналитических лабораторий, научно-исследовательских институтов. Существующая на сегодняшний день коллекция учебных фильмов представлена в подавляющем большинстве советскими фильмами 60–80 гг. XX в.

Наглядные пособия, которые используются в настоящее время для оформления кабинета химии, во многих случаях не отвечают современному состоянию химической науки и содержанию учебного предмета «Химия».

*д) кадровые проблемы*

В процессе реформирования системы высшего образования большинство ранее существовавших педагогических специальностей оказались профилями одного направления подготовки «Педагогическое образование», следствием этого стал единый для всех профилей, в том числе профиля «Химия», набор вступительных экзаменов (русский язык, обществознание и математика). Ликвидация педагогической специальности «Химия» и введение двухуровневого обучения по направлению подготовки «Педагогическое образование», отсутствие вступительного экзамена по химии, низкий конкурс на направление подготовки «Педагогическое образование» по профилю «Химия», практика совместной подготовки по двум профилям в рамках направления подготовки «Педагогическое образование», одним из которых является профиль «Химия», предусмотренная ФГОС высшего образования возможность заочной формы обучения (помимо очной и очно-заочной), а также отсутствие в ФГОС высшего образования конкретного перечня учебных дисциплин и практик и соответствующего им содержания обучения являются факторами, существенно снижающими качество подготовки учителей химии.

## Анализ характеристик групп участников НИКО по химии с различным уровнем подготовки

Первичные баллы, полученные обучающимися за выполнение диагностической работы, переводятся в традиционную пятибалльную шкалу. Таким образом, можно выделить 4 уровня подготовки, соответствующих полученным отметкам: неудовлетворительный, удовлетворительный, хороший и отличный. Далее приводится анализ результатов учеников, находящихся на разных уровнях подготовки.

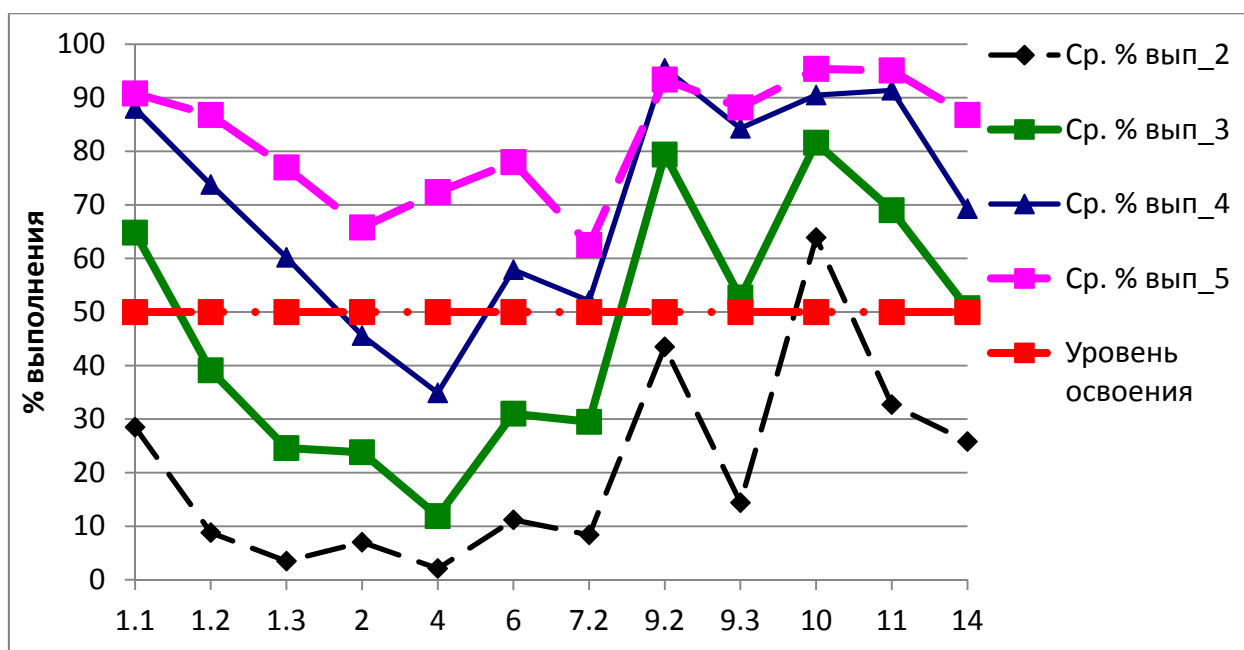
В исследовании приняли участие 25 090 человек. В таблице 2 представлена шкала перевода первичных баллов в отметки по пятибалльной шкале, а также процент участников, находящихся на каждом из уровней подготовки.

Таблица 2.

*Таблица перевода баллов в отметки  
по пятибалльной шкале и результаты участников*

Отметка по пятибалльной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Первичные баллы	0–10	11–24	25–36	37–52
Процент участников, получивших отметку	39,7	52,3	7,3	0,61

На рисунке 1 представлены средние проценты выполнения для однобалльных заданий, на рисунке 2 представлены средневзвешенные проценты выполнения для политомических заданий, максимальный балл в которых равен от 2 до 6 баллов.



*Рисунок 1. Процент выполнения однобалльных заданий обучающимися с различными уровнями подготовки*



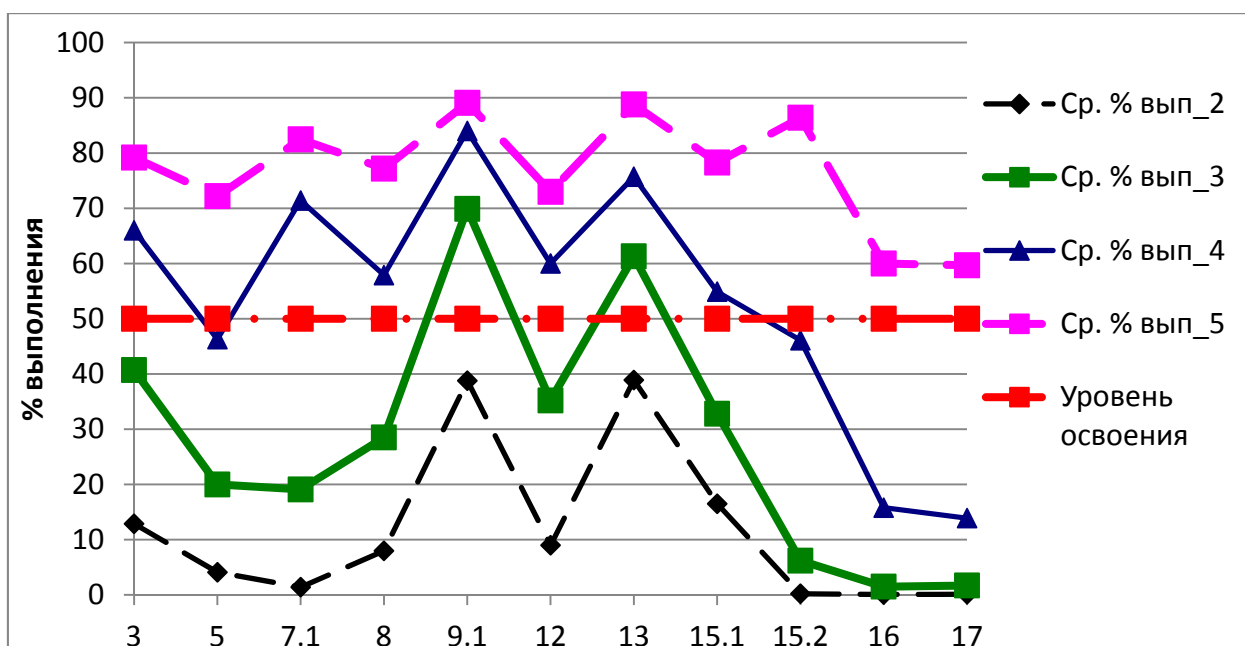


Рисунок 2. Процент выполнения политомических заданий обучающимися с различными уровнями подготовки

Так как для политомических заданий средневзвешенный процент выполнения не позволяет анализировать данные в полном объеме, то в таблице 3 представлены проценты выполнения политомических заданий на каждый балл (кроме 0) участниками групп с неудовлетворительной, удовлетворительной, хорошей и отличной подготовкой.

Таблица 3.

**Процент выполнения политомических заданий учащимися с различными уровнями подготовки**

Задание	Ср. % вып_2	Ср. % вып_3	Ср. % вып_4	Ср. % вып_5
3 (1 балл)	13.1	21.7	19	10.5
3 (2 балла)	6.9	19.4	26.3	27.6
3 (3 балла)	3.9	20.6	42.1	57.2
5 (1 балл)	9.3	24.8	22	4.6
5 (2 балла)	2.9	17.7	34.1	23
5 (3 балла)	0.41	5.4	21.9	48.7
5 (4 балла)	0.02	0.93	7.3	23
6 (1 балл)	12.6	20.9	26.4	19.1
6 (2 балла)	4.9	20.6	44.7	68.4
7.1 (1 балл)	2.5	12.4	13	5.3
7.1 (2 балла)	0.43	9	22.6	30.3
7.1 (3 балла)	0.34	9	52.1	60.5
8 (1 балл)	14.2	30.1	25.9	17.1
8 (2 балла)	4	17.1	33.2	28.3
8 (3 балла)	0.57	7.1	27.2	52.7
9.1 (1 балл)	45.3	42.8	26.3	17.8
9.1 (2 балла)	16.1	48.5	70.8	80.3
10 (1 балл)	44.1	30.9	16.7	9.2
10 (2 балла)	41.9	66.1	82.2	90.8
11 (1 балл)	28.7	28.8	12.8	5.9
11 (2 балла)	18.4	54.6	85	92.1

12 (1 балл)	15.6	20	11.6	7.3
12 (2 балла)	6	21	22.4	18.4
12 (3 балла)	2.3	18.1	32.3	36.2
12 (4 балла)	0.39	6.1	21.6	34.9
13 (1 балл)	55.6	59.2	43.7	22.4
13 (2 балла)	11.1	31.7	53.8	77.6
15.1 (1 балл)	29.6	48.8	54.6	31.6
15.1 (2 балла)	1.7	8.4	27.6	62.5
15.2 (1 балл)	0.39	4.1	13.4	5.9
15.2 (2 балла)	0.07	1	7.5	5.2
15.2 (3 балла)	0.06	4.2	36.7	80.9
16 (1 балл)	0.23	2.4	11.4	7.2
16 (2 балла)	0.05	0.89	8.3	12.5
16 (3 балла)	0.01	0.26	3.8	15.1
16 (4 балла)	0	0.28	3.9	14.5
16 (5 баллов)	0	0.33	4.8	32.9
17 (1 балл)	0.44	2.2	7.2	6.6
17 (2 балла)	0.1	1	3.2	6.6
17 (3 балла)	0.01	0.64	4.5	5.2
17 (4 балла)	0.01	0.52	6.8	21.1
17 (5 баллов)	0.01	0.22	3.1	17.7
17 (6 баллов)	0.01	0.15	2.3	25

Таким образом, мы можем увидеть из таблицы 3, например, что, хотя средневзвешенный процент выполнения задания 17 участниками с отличным уровнем подготовки согласно рисунку 2 равен 60%, только 25% этих участников получили за это задание максимальные 6 баллов, остальные допустили одну или несколько ошибок.

Обучающиеся, получившие отметку «5», в целом продемонстрировали владение материалом на высоком уровне. Они освоили все проверяемые требования, средний (средневзвешенный) процент выполнения заданий всех линий более 60%. Но в заданиях 5, 12, 16 и 17 процент выполнения на максимальный балл менее 40%. Это комплексные задания, требуется дополнительный анализ ответов участников для выявления элементов, которые вызвали наибольшие затруднения и привели к ошибкам.

Обучающиеся, получившие отметку «4», продемонстрировали стабильное владение материалом, но не все задания выполнены этой категорией участников выше границы уровня освоения. Сложными для этой группы оказались задания 2, 4, 5, 15.2, 16 и 17. В этих заданиях требовалось привести объяснения химических закономерностей и явлений (2, 4, 5) и решить комплексные задачи (15.2, 16 и 17).

Обучающиеся, получившие отметку «3», продемонстрировали нестабильное владение материалом, меньше половины заданий выполнены участниками этой группы на уровне выше уровня освоения. Кроме заданий, оказавшихся сложными и для учащихся, получивших отметку «4», для группы с удовлетворительным уровнем подготовки трудны задания 1.2, 1.3, 3, 7.1, 7.2, 8, 12, 15.1. Учащиеся этой группы не могут решить простые химические задачи, описать эксперимент. Но при этом они обладают базовыми химическими знаниями, различают типы химических реакций, способны анализировать данные, представленные в таблицах, графиках и текстах.

Обучающиеся, получившие отметку «2», не продемонстрировали владение материалом на уровне базовой подготовки. Единственное задание, с которым они справились, – задание 10 на анализ данных в таблице. И в задании 13 участники этой группы могут описать зависимость по графику (1 балл), но не могут дать ей объяснения.

## **Рекомендации для системы образования и рекомендации для родителей по использованию полученных результатов НИКО по химии для повышения качества образования**

С целью повышения качества изучения и преподавания учебного предмета «Химия» в системе общего образования предлагается:

### ***а) на федеральном уровне:***

- Внести изменения в ФГОС основного общего и среднего общего образования в части определения требований к предметным результатам освоения ПООП с целью их детализации, заключающейся в указании конкретных теорий, законов, понятий, типов учебных задач, экспериментальных умений и других элементов содержания. Степень детализации требований к предметным результатам освоения ПООП должна создать необходимую нормативно-правовую основу для обеспечения единства образовательного пространства на территории Российской Федерации и разработки необходимой документации для проведения государственной итоговой аттестации по химии (кодификатора элементов содержания и требований к уровню подготовки обучающихся, спецификации контрольных измерительных материалов и др.). При подготовке изменений согласовать между собой требования к планируемым результатам освоения ПООП уровня основного общего образования, базового и углубленного уровней среднего общего образования, обеспечив преемственность различных уровней образования;
- С целью обеспечения единства образовательного пространства на территории Российской Федерации закрепить содержание учебного предмета «Химия» по годам обучения. На уровне основного общего образования сократить раздел «Начала органической химии», включив элементарные сведения об органических веществах и их значении в окружающем мире в тему «Углерод и его соединения». Исключить задания по органической химии из контрольных измерительных материалов Основного государственного экзамена. На уровне среднего общего образования изучать раздел «Органическая химия» в течение первого года обучения (10 класс), а в течение второго года обучения (11 класс) – разделы «Неорганическая химия», «Теоретические основы химии» и «Химия и жизнь»;
- Внести изменения в ФГОС основного общего и среднего общего образования в части установления минимального объема времени, отводимого на изучение обязательных учебных предметов и учебных предметов, относящихся к обязательным предметным областям и изучаемым как на базовом, так и на углубленном уровнях. Определить для учебного предмета «Химия» на уровне основного общего образования объем учебного времени не менее 140 часов в течение двух лет обучения (8 и 9 классы), рекомендовать выделение дополнительного 1 часа в неделю в 7 классе для пропедевтического курса «Введение в химию» и дополнительного 1 часа в 8 и 9 классах для углубленного изучения химии, в том числе в рамках предпрофильной подготовки. Определить для учебного предмета «Химия» на базовом уровне среднего общего образования объем учебного времени не менее 70 часов за два года обучения, рекомендовать выделение дополнительного 1 часа в неделю в 10 и 11 классах для физико-математического, технологического и инженерного профилей. На уровне среднего общего образования наряду с профилизацией обучения предоставить обучающимся возможность отложить выбор профиля обучения до следующей ступени образования (специальное, высшее), предусмотрев наличие универсального профиля с изучением основ всех наук. Для универсального профиля определить для учебного предмета «Химия» на углубленном уровне среднего общего

образования объём учебного времени не менее 210 часов за два года обучения. Определить для учебного предмета «Химия» на углубленном уровне среднего общего образования естественнонаучного профиля объём учебного времени не менее 280 часов за два года обучения, рекомендовать выделение дополнительного 1 часа в неделю в 10 и 11 классах.

- Пересмотреть содержание обучения химии, включая деятельностную составляющую, и привести его в соответствие с современными общими целями естественнонаучного образования, целями и задачами химического образования с учётом объёма времени, отводимого на изучение учебного предмета «Химия» в системе основного общего и среднего общего образования. Усилить в содержании составляющую, связанную с пониманием задач химии, освоением научного метода познания, деятельностным освоением теорий и закономерностей в химии, использованием современных материалов в разных областях жизни человека, в том числе в быту.
- Основываясь на требованиях новых редакций ФГОС, внести изменения в примерные основные образовательные программы основного общего и среднего общего образования. Переработать планируемые предметные результаты освоения основных образовательных программ основного общего и среднего общего образования по учебному предмету «Химия» с целью обеспечения соответствия их требованиям новых редакций ФГОС основного общего и среднего общего образования.
- Разработать новое поколение учебно-методических комплексов по химии с учетом современного мирового уровня развития важнейших сфер науки, промышленности, сельского хозяйства, медицины, подходов в решении глобальных проблем, стоящих перед человечеством (экологических, энергетических, сырьевых, медицинских и др.), современных (новейших) достижений психологии и педагогики, а также с опорой на усиление взаимосвязи преподавания учебного предмета «Химия» с другими учебными предметами, обеспечивающей осознанное понимание сущности материального и культурного единства мира;
- Разработать методическое сопровождение образовательного процесса, обеспечивающее:
  - обобщение и систематизацию наиболее эффективных методов, методик и технологий и приведение их в соответствие с возрастными особенностями, потребностями и интересами обучающихся и конкретным содержанием обучения химии;
  - создание учебных (сборников задач и упражнений, рабочих тетрадей, рабочего журнала (тетради) для лабораторных опытов и практических работ) и методических пособий (сборников проверочных, самостоятельных и контрольных работ, методического руководства по организации химического эксперимента), предполагающих организацию практико-ориентированного обучения;
  - отбор химического эксперимента, иллюстрирующего содержание учебного предмета, а также способствующего активизации познавательной деятельности обучающихся в процессе самостоятельного изучения химических теорий, фактов, закономерностей и т. д., и его распределение между демонстрационным и ученическим (лабораторные опыты и практические работы);
  - формулирование требований к методическим пособиям для учителя;
  - разработку методических рекомендаций к реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности в рамках учебного предмета «Химия»;

- совершенствование контрольных измерительных материалов для итоговой аттестации по учебному предмету «Химия», приведение их в полное соответствие с требованиями новых редакций ФГОС основного общего и среднего общего образования и содержанием учебного предмета «Химия», переориентацию их с проверки конкретных предметных знаний на проверку умения ими оперировать.

**б) на региональном уровне:**

- Разработать механизмы комплексного совершенствования профессиональных компетенций учителей химии, включая:
  - модернизацию системы повышения квалификации учителей (в очной, заочной и дистанционной формах) с использованием новых информационных технологий, стажировок и т.д.;
  - установление единого срока освоения программ повышения квалификации – 108 часов не реже, чем один раз в три года, из которых не менее 72 часов должны быть отведены содержательным и методическим аспектам обучения химии, с возможностью представления одного или двух удостоверений о повышении квалификации по программам, в сумме обеспечивающим 108 часов;
  - поддержку самообразования учителей химии, в том числе в форме их участия в мероприятиях, конкурсах, семинарах, конференциях и т.п., организованных профессиональными педагогическими сообществами;
  - обеспечение школьных библиотек (медиа-теки, медиacentров) учебниками, включенными в федеральный перечень, комплектами научно-методических («Химия в школе» и др.) и научно-популярных журналов («Химия и жизнь», «Наука и жизнь» и др.), специализированной психолого-педагогической и методической литературой.
- Разработать механизмы повышения мотивации обучающихся к изучению учебного предмета «Химия», развития их познавательного интереса, популяризации предмета «Химия» посредством создания региональной системы внеурочной деятельности школьников по химии, в том числе силами региональных общественных объединений педагогов.

**в) на школьном уровне:**

- Совершенствовать систему профессиональной ориентации обучающихся.
- Обратить внимание на необходимость более детального изучения тех тем курса «Химия», которые вызвали наибольшее затруднение у участников Национального исследования качества образования (см. выше).
- В рамках своего образовательного учреждения совершенствовать систему формирования у обучающихся универсальных учебных действий.
- Отработать технологию формирования метапредметных и личностных результатов обучения в процессе реализации образовательной программы в части изучения учебного предмета «Химия».
- Активно участвовать во всех мероприятиях региональной системы внеурочной деятельности по химии.
- Создать систему работы с одаренными детьми хотя бы в рамках своего образовательного учреждения.

**г) рекомендации для родителей:**

- Всячески способствовать повышению мотивации школьников к изучению отдельных учебных предметов, в том числе предмета «Химия».
- Регулярно проводить диагностику способностей школьника с целью выявления возможных областей его профессиональных интересов и своевременного выбора оптимальной траектории его обучения.
- В случае проявления школьником заинтересованности в углубленном изучении химии всячески содействовать его профессиональному развитию.