

Задания по химии с межпредметным содержанием как средство формирования естественнонаучной грамотности учащихся

Букато Анна Николаевна,
заместитель начальника управления
естественно-математических
и технических дисциплин Минского
городского института развития
образования, магистр педагогических
наук; bukato@minsk.edu.by

Аршанский Евгений Яковлевич,
проректор по научной работе
Витебского государственного
университета имени П. М. Машерова,
доктор педагогических наук, профессор;
met_him@mail.ru

В статье рассмотрены характерные особенности межпредметных заданий, ориентированных на развитие естественнонаучной грамотности учащихся, представлен алгоритм конструирования подобных заданий. В качестве иллюстрации приведён пример задания, способствующего развитию естественнонаучной грамотности обучающихся, которое построено на основе реализации межпредметных связей химии, физики и биологии. Разработаны критерии оценивания и даны методические рекомендации по его использованию в процессе обучения химии на уровне общего среднего образования.

Ключевые слова: естественнонаучная грамотность; межпредметные связи; межпредметные задания; конструирование межпредметных заданий; обучение химии.

Одним из ключевых направлений развития системы общего среднего образования Республики Беларусь, определённым в Государственной программе «Образование и молодёжная политика» на 2021—2025 годы [1], выступает формирование функциональной грамотности выпускников. Функциональная грамотность служит индикатором полноценной и эффективной жизнедеятельности учащихся в современном обществе в условиях происходящих социально-экономических перемен.

Важной составной частью функциональной грамотности является естественнонаучная грамотность, которая имеет комплексный характер. Следовательно, прежде чем рассмотреть отличительные черты структуры и содержания заданий межпредметного характера, ориентированных на развитие естественнонаучной грамотности обучающихся, целесообразно выделить компоненты, составляющие указанную грамотность, для удобства её формирования и диагностики.

На рисунке 1 изображена структура естественнонаучной грамотности, предложенная нами.



Рисунок 1. — Структура естественнонаучной грамотности

Как видно из рисунка 1, в составе естественнонаучной грамотности содержатся три компонента, которые образуют её ядро.

Когнитивный компонент представляет собой владение учащимися естественнонаучными фактами, понятиями, законами, теориями и методами научного познания (наблюдение, измерение, опыт, моделирование и др.) в соответствии с требованиями учебных программ.

Деятельностный компонент включает в себя применение обучающимися способов проведения естественнонаучных исследований, использование приёмов обработки и интерпретации данных.

Ценностный компонент отражает отношение учащихся к науке, которое характеризуется интересом к научной деятельности в области естественных наук, готовностью проявлять собственную позицию при рассмотрении проблем, лежащих в области естествознания, пониманием ценности естественнонаучного знания как необходимого условия жизни человека и общества.

Следует отметить, что все три компонента неразрывно взаимосвязаны и имеют равное значение, поэтому в процессе

формирования естественнонаучной грамотности учащихся необходимо уделять одинаковое внимание каждому из них.

Названные компоненты помещены в «оболочку» межпредметных связей, что позволяет рассматривать общие понятия, законы, теории, изучаемые родственными учебными предметами естественнонаучного цикла, с разных сторон и в различных аспектах в их интегративных связях, а также осуществлять перенос научных методов исследования с одного учебного предмета на другой, способствуя таким образом формированию целостной естественнонаучной картины мира, не требуя при этом дополнительного учебного времени.

Учебный предмет «Химия» в учреждениях общего среднего образования располагает широкими возможностями для развития естественнонаучной грамотности учащихся на основе установления межпредметных связей с другими учебными предметами естественнонаучного цикла. С нашей точки зрения, важнейшим инструментом формирования указанной грамотности при обучении химии являются межпредметные задания.

В педагогической и методической литературе встречается ряд работ [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10], в которых дана подробная характеристика и представлены примеры заданий, ориентированных на формирование и оценку естественнонаучной грамотности обучающихся. Тем не менее следует отметить, что большая часть заданий по формированию и оценке названной грамотности, приведённых в данных публикациях, носит исключительно предметный характер. Межпредметные задания, способствующие развитию естественнонаучной грамотности учащихся, как правило, не описаны и не выделены в отдельную группу. Кроме того, формат таких заданий является новым для большинства педагогов, которые испытывают затруднения при их разработке и использовании в процессе обучения химии, несмотря на понимание

учителями значимости заданий межпредметного характера для формирования естественнонаучной грамотности учащихся, а также для повышения эффективности обучения химии в целом.

Соответственно, большой интерес вызывают вопрос о выявлении характерных особенностей межпредметных заданий, способствующих развитию естественнонаучной грамотности обучающихся, а также описание алгоритма конструирования и методики применения подобных заданий в процессе обучения химии на уровне общего среднего образования.

Основанные на реализации межпредметных связей компоненты естественнонаучной грамотности внедрены в контекст реальных жизненных ситуаций, требуя от учащихся осознанного выбора модели поведения в различных ситуациях реальной жизни, и в конечном итоге приводят к формированию естественнонаучной грамотности учащихся.

Представленная на рисунке 1 структура естественнонаучной грамотности позволяет выявить ряд существенных отличий заданий межпредметного характера, ориентированных на формирование указанной грамотности, от учебных заданий, которые традиционно используются в процессе обучения химии. Рассмотрим их подробнее.

1. Межпредметные задания, направленные на формирование естественнонаучной грамотности учащихся, имеют интегративный характер. Они разрабатываются на основе пересечения содержания учебных программ родственных учебных предметов естественнонаучного цикла, что даст возможность вывести учащихся за рамки привязки к конкретной теме или учебному предмету, содействуя развитию представления о взаимосвязи и ценности всех естественных наук, единстве объектов, понятий, законов, теорий и методов их исследования, а также раскрытию единства способов проведения естественнонаучных исследований, обработки и интерпретации

данных. Если в эти задания межпредметного характера включены понятия, выходящие за пределы учебных программ, необходимо дать их словесное пояснение или визуальную иллюстрацию.

2. Важнейшей характеристикой межпредметных заданий, ориентированных на развитие естественнонаучной грамотности обучающихся, является моделирование в них реальных жизненных ситуаций в различных контекстах (окружающая среда, здоровье, природные ресурсы и др.). Наличие контекста позволяет учащимся применить имеющиеся у них предметные компетенции в реальных жизненных ситуациях, отличных от привычных учебных, и убедиться в необходимости первых. Реальные жизненные ситуации, описанные в заданиях с учётом выбранного контекста, должны соответствовать возрастным особенностям обучающихся, вызывать у них интерес и привлекать внимание.

3. Специфическая особенность заданий межпредметного характера, способствующих развитию естественнонаучной грамотности учащихся, заключается в их направленности на формирование компонентов (рисунком 1), входящих в состав названной грамотности.

4. В межпредметных заданиях, ориентированных на формирование естественнонаучной грамотности обучающихся, информация, отражающая содержание таких заданий, представлена в различных формах: наряду с текстом используются иллюстрации (таблицы, диаграммы, графики, рисунки, схемы и пр.). Важно отметить, что текст этих заданий должен быть не очень громоздким, изложен простым и ясным языком.

5. Решение заданий межпредметного характера, направленных на формирование естественнонаучной грамотности учащихся, не укладывается в рамки привычных алгоритмов, способствуя ориентации обучающихся на нелинейное мышление. Тем не менее для обеспечения валидности системы критериев, на основании которых оценива-

ется полученный ответ, специально ограничивают. Ко всем вопросам данных заданий предложены предполагаемые ответы и указано количество баллов за каждый из них.

6. Межпредметные задания, способствующие развитию естественнонаучной грамотности обучающихся, включают в себя формулировку условия задания в виде текста, описывающего реальную жизненную ситуацию в соответствии с выбранным контекстом, и ряд вопросов, направленных на формирование компонентов (рисунк 1), составляющих основу указанной грамотности, относящихся к предложенной ситуации. К описанной в тексте межпредметного задания ситуации необходимо сформулировать не менее трёх вопросов, направленных на формирование различных компонентов естественнонаучной грамотности. Вопросы должны быть разнообразными по форме: с выбором одного или нескольких правильных ответов, с кратким ответом, с развёрнутым ответом.

На основании перечисленных выше характерных особенностей межпредметных

заданий, ориентированных на развитие естественнонаучной грамотности учащихся, нами разработан алгоритм конструирования таких заданий, который представлен на рисунке 2.

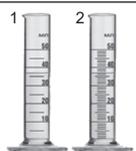
Предложенный на рисунке 2 алгоритм состоит из шести взаимосвязанных этапов, последовательное прохождение которых позволяет разрабатывать разнообразные задания межпредметного характера, направленные на развитие естественнонаучной грамотности обучающихся. Следует отметить, что использование данного алгоритма не отрицает творческой составляющей в работе учителя в направлении создания подобных заданий, проявляющейся, в частности, в подборе реальных жизненных ситуаций и контекстов, в которые они помещаются.

Рассмотрим пример (таблица 1) разработанного нами межпредметного задания, направленного на формирование естественнонаучной грамотности учащихся, с помощью алгоритма, представленного на рисунке 2.



Рисунок 2. — Алгоритм конструирования межпредметных заданий, ориентированных на формирование естественнонаучной грамотности учащихся

Таблиця 1. — Задання «Газированная вода»

Газированная вода															
<p>Открывая бутылку газированной воды или лимонада, вы, наверное, наблюдали выделение пузырьков газа. Первую в мире бутылку газированной воды изобрёл английский химик Джозеф Пристли в 1767 году. Спустя три года шведский учёный Торберн Улаф Бергман усовершенствовал технологию и сконструировал аппарат по газированию воды, который был назван сатуратором. Прибор позволял насыщать воду углекислым газом под давлением с помощью насоса.</p> <p>В таблице справа отражена взаимосвязь растворимости оксида углерода (IV) в воде и давления.</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Давление, атм</th> <th>Растворимость CO₂ (при 20 °С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>16,3</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>18,2</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>20,1</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>22,0</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>23,9</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>22,5</td> </tr> </tbody> </table>	Давление, атм	Растворимость CO ₂ (при 20 °С)	25	16,3	30	18,2	35	20,1	40	22,0	45	23,9	50	22,5
Давление, атм	Растворимость CO ₂ (при 20 °С)														
25	16,3														
30	18,2														
35	20,1														
40	22,0														
45	23,9														
50	22,5														
<p>Вопрос 1. Какой вывод о зависимости растворимости углекислого газа от давления можно сделать на основании данных, приведённых в таблице?</p> <p>А) растворимость углекислого газа в воде не зависит от давления; Б) с повышением давления растворимость углекислого газа в воде увеличивается; В) растворимость углекислого газа в воде уменьшается с ростом давления; Г) понижение давления увеличивает растворимость углекислого газа в воде.</p>															
<p>Вопрос 2. Выберите правильное завершение предложения. При растворении углекислого газа в воде образуется <i>серная/азотная/угольная/соляная</i> кислота. Ответ аргументируйте, записав соответствующее уравнение реакции.</p>															
<p>Вопрос 3. Объясните, почему при открывании бутылки с газированной водой из раствора выделяется углекислый газ в виде пузырьков.</p>															
<p>Вопрос 4. Как предотвратить образование брызг, открывая бутылку с газированной водой?</p> <p>А) нужно согреть бутылку в горячей воде; Б) необходимо потрясти бутылку; В) следует подержать бутылку в холодильнике; Г) надо открыть бутылку быстро и резко. Обоснуйте свой ответ.</p>															
<p>Одной из причин изжоги является частое употребление газированных напитков. Изжога — это обратный заброс кислого содержимого желудка в пищевод. В домашних условиях для быстрого снятия ощущения изжоги после еды принимают 3 %-ный раствор питьевой соды.</p>															
<p>Вопрос 5. Объясните, почему для устранения изжоги используют раствор питьевой соды. Обоснуйте свой ответ, составив соответствующее уравнение химической реакции в молекулярном и ионном виде.</p>															
<p>Вопрос 6. Сколько воды (в миллилитрах) и питьевой соды (в граммах) необходимо взять для приготовления 3 %-го раствора гидрокарбоната натрия массой 200 г для устранения изжоги в домашних условиях?</p> <p>А) 6 мл H₂O и 194 г NaHCO₃; Б) 150 мл H₂O и 10 г NaHCO₃; В) 200 мл H₂O и 3 г NaHCO₃; Г) 194 мл H₂O и 6 г NaHCO₃.</p>															
<p>Вопрос 7. С помощью какого мерного цилиндра, среди изображённых на рисунке, можно измерить объём воды, рассчитанный вами?</p>															

Задание «Газированная вода», предложенное в таблице 1, построено на основе интеграции химии, физики и биологии, что определяет его межпредметный характер, тем не менее центральное место в задании занимает химический компонент. Все вопросы указанного межпредметного задания можно органично включить в содержание урока химии при изучении темы «Угольная кислота и её соли» в IX классе с целью формирования естественнонаучной грамотности обучающихся. Кроме того, вопросы 1, 3, 4, 6 и 7 можно эффективно использовать на уроках химии в VIII классе при изучении раздела «Растворы». Также допускается применять отдельные вопросы данного задания на уроках физики в VII классе и в рамках уроков биологии в IX классе для развития у учащихся отдельных компонентов естественнонаучной грамотности.

Работу учащихся с вопросами 1, 2, 3 и 4 можно организовать в индивидуальной, фронтальной и парной формах. Следует обратить внимание учащихся на то, что эффективность решения вопросов 1, 3 и 4 зависит от привлечения знаний из курса физики VII класса о давлении газа, атмосферном давлении и температуре.

Из-за ограниченности времени на уроке вопросы 5, 6 и 7 рекомендуется предложить в качестве домашнего задания. Их успешное

выполнение предполагает привлечение знаний о плотности вещества и цене деления измерительных приборов, которые были приобретены учащимися на уроках физики в VII классе, а также актуализацию знаний из курса биологии IX класса, полученных при изучении темы «Пищеварение в желудке и кишечнике. Регуляция пищеварения».

Приведённое в таблице 1 задание «Газированная вода» может быть использовано и с диагностической целью. Диагностический формат предполагает самостоятельное индивидуальное выполнение задания учащимися и оценку уровня сформированности естественнонаучной грамотности в соответствии с определёнными критериями.

Для оценки вопросов с выбором ответа, а также вопросов с кратким ответом применяются дихотомическую шкалу оценивания: 1 балл — ответ принимается полностью (верный ответ), 0 баллов — ответ не принимается (неверный ответ или ответ отсутствует). Вопросы с развёрнутым ответом оцениваются следующим образом: 2 балла — ответ принимается полностью (верный ответ), 1 балл — ответ принимается частично (частично верный ответ), 0 баллов — ответ не принимается (неверный ответ или ответ отсутствует).

К заданию, расположенному в таблице 1, нами предлагаются критерии оценивания, представленные в таблице 2.

Таблица 2. — Критерии оценивания задания «Газированная вода»

Оценка ответа на вопрос 1	
Балл	Содержание критерия
1	Выбран ответ Б (с повышением давления растворимость углекислого газа в воде увеличивается)
0	Выбран другой вариант ответа или ответ отсутствует
Оценка ответа на вопрос 2	
Балл	Содержание критерия
2	Выбран ответ: угольная кислота. Записано уравнение реакции: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$
1	Выбран ответ: угольная кислота, но не записано уравнение химической реакции или записано другое уравнение реакции
0	Выбран другой вариант ответа и записано неверное уравнение реакции или ответ отсутствует

Оценка ответа на вопрос 3	
Балл	Содержание критерия
2	Приводится объяснение, в котором говорится, что в закупоренной бутылке газированная вода находится под давлением немного выше атмосферного. Как только бутылку открывают, давление в ней снижается до атмосферного, при этом уменьшается растворимость углекислого газа, который начинает выделяться из раствора в виде пузырьков
1	В ответе указывается, что при открывании бутылки давление в ней становится равным атмосферному, но не говорится, что при снижении давления уменьшается растворимость углекислого газа в воде
0	Другие ответы или ответ отсутствует
Оценка ответа на вопрос 4	
Балл	Содержание критерия
2	Выбран ответ В (следует подержать бутылку в холодильнике). В обосновании говорится о том, что перед открытием необходимо охладить бутылку газированной воды в холодильнике в связи с тем, что растворимость газов в воде увеличивается при понижении температуры (охлаждении раствора), следовательно, газированная вода, находясь в холодном состоянии, содержит меньше углекислого газа и при открытии бутылки будет менее активно брызгать
1	Выбран ответ В (следует подержать бутылку в холодильнике). Приводится обоснование, в котором указывается, что бутылку газированной воды необходимо подержать в холодильнике, но ничего не говорится о зависимости растворимости газов в воде от температуры и её влияния на образование брызг
0	Другие ответы или ответ отсутствует
Оценка ответа на вопрос 5	
Балл	Содержание критерия
2	В ответе указывается, что клетками слизистой оболочки желудка вырабатывается соляная кислота, которая входит в состав желудочного сока. Гидрокарбонат натрия можно использовать для нейтрализации кислоты, так как при его взаимодействии с соляной кислотой происходит связывание ионов водорода. Составлены молекулярное и ионные уравнения реакции: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
1	Говорится, что клетки слизистой оболочки желудка секретируют соляную кислоту, которая входит в состав желудочного сока. Но не объясняется, каким образом гидрокарбонат натрия нейтрализует соляную кислоту. Не составлены молекулярное и ионные уравнения химической реакции или записаны только молекулярное, или только сокращённое ионное уравнения
0	Приводятся другие объяснения или ответ отсутствует. Уравнения химической реакции в молекулярном и ионном виде не записаны
Оценка ответа на вопрос 6	
Балл	Содержание критерия
1	Выбран ответ Г (194 мл H ₂ O и 6 г NaHCO ₃)
0	Приводятся другие варианты ответа или ответ отсутствует
Оценка ответа на вопрос 7	
Балл	Содержание критерия
1	Дан ответ, в котором говорится о мерном цилиндре 2
0	Приводятся другие варианты ответа или ответ отсутствует

Таким образом, одним из наиболее эффективных инструментов формирования естественнонаучной грамотности учащихся при обучении химии на уровне общего среднего образования является использование заданий межпредметного характера.

При разработке межпредметных заданий, направленных на формирование естественнонаучной грамотности обучающихся, необходимо учитывать их специфические особенности, выступающие в качестве основы для конструирования подобных заданий. Такие задания должны опираться на содержание смежных

учебных предметов естественнонаучного цикла и направляться на формирование компонентов естественнонаучной грамотности, проявляемых в контексте реальных жизненных ситуаций.

Межпредметные задания, ориентированные на развитие естественнонаучной грамотности учащихся, можно одновременно использовать как с формирующей, так и с диагностической целью. В зависимости от выбора цели различаются формы организации работы учащихся с заданиями и способы оценивания результатов их выполнения.

Литература

1. Государственная программа «Образование и молодёжная политика» на 2021—2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 янв. 2021 г., № 57 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100057&p1=1>. — Дата доступа : 28.09.2023.
2. Асанова, Л. И. Формирование естественно-научной грамотности : экспериментальная составляющая заданий / Л. И. Асанова // Химия в школе. — 2023. — № 5. — С. 13—17.
3. Горленко, Н. М. Кейсы как способ формирования естественно-научной грамотности (на примере биологии) : учеб. пособие / Н. М. Горленко, Е. А. Галкина, Е. Н. Прохорчук. — Красноярск : Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева, 2021. — 104 с.
4. Демидова, М. Ю. Подходы к разработке заданий по оценке естественнонаучной грамотности обучающихся / М. Ю. Демидова, Д. Ю. Добротин, В. С. Рохлов // Пед. измерения. — 2020. — № 2. — С. 8—19.
5. Естественнонаучная грамотность : пособие по развитию функциональной грамотности старшеклассников / Л. И. Асанова [и др.]. — М. : Академия Минпросвещения России, 2021. — 84 с.
6. Заграничная, Н. А. Проблемы формирования и оценки естественнонаучной грамотности учащихся в курсе химии основной школы / Н. А. Заграничная, А. Ю. Пентин // Естественнонаучное образование : методические основы разработки заданий по химии : метод. ежегодник хим. фак. МГУ им. М. В. Ломоносова / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. — М., 2022. — Т. 18. — С. 49—60.
7. Из опыта разработки заданий по оценке естественнонаучной грамотности школьников при обучении химии / А. А. Каверина [и др.]. // Пед. измерения. — 2017. — № 2. — С. 91—96.
8. Пентин, А. Ю. Формирование и диагностика естественнонаучной грамотности : комплексные межпредметные задания с химической составляющей / А. Ю. Пентин, Н. А. Заграничная, Л. А. Паршутина // Нар. образование. — 2017. — № 1—2. — С. 136—143.
9. Пимонова, Е. Ю. Естественнонаучная грамотность в заданиях по биологии, сформированных учителем / Е. Ю. Пимонова, Т. В. Рыбакова // Вестн. пед. инноваций. — 2021. — № 3. — С. 130—151.
10. Сеген, Е. А. Формирование читательской и естественнонаучной грамотности учащихся на уроках биологии и химии / Е. А. Сеген // Біялогія і хімія. — 2019. — № 5. — С. 3—5.

Матеріал надійшов у редакцію 06.10.2023.

CHEMISTRY ASSIGNMENTS WITH AN INTERDISCIPLINARY CONTENT AS A MEANS OF DEVELOPING STUDENTS' NATURAL SCIENCE LITERACY

Anna N. Bukato,
Deputy Head of the Department of Natural-mathematical and Technical Disciplines
of Minsk City Institute for Educational Development, M. Sci. (Pedagogics);
bukato@minsk.edu.by

Evgeny Ya. Arshansky,
Vice-rector for Scientific Affairs of Vitebsk State University Named after
P. M. Masherov, Dr. Sci. (Pedagogics), Prof.;
met_him@mail.ru

The article discusses characteristic features of interdisciplinary assignments focused on the development of natural science literacy of students, presents an algorithm for constructing such assignments. As an illustration, an example of an assignment contributing to the development of natural science literacy of students is given, which is based on the implementation of interdisciplinary connections of Chemistry, Physics and Biology. Evaluation criteria have been developed, and methodological recommendations are given for its use in the process of teaching Chemistry at the level of general secondary education.

Keywords: natural science literacy; interdisciplinary connections; interdisciplinary assignments; constructing interdisciplinary assignments; teaching Chemistry.

Submitted 06.10.2023.

КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

27 января 2024 года Министерство образования Республики Беларусь проведёт репетицию централизованного экзамена (ЦЭ).

Особенностью репетиции ЦЭ в январе станет то, что она пройдёт по всем предметам по выбору учащихся, включая государственный язык — русский или белорусский.

В текущем учебном году при проведении репетиционного тестирования, а также на репетиции ЦЭ будут использованы тесты с заданиями пятого уровня сложности. При этом отмечено, что результаты репетиции ЦЭ ни на что не повлияют.

Структура и сложность тестов при проведении репетиции ЦЭ будут полностью соответствовать структуре и сложности тестов, которые будут предложены при проведении как ЦЭ, так и ЦТ в 2023/2024 учебном году.

Планируется, что сроки проведения ЦЭ и ЦТ будут единые.

(По материалам сайта edu.gov.by)