

Д. ЦЕДЕРЕ*, Е. ВАСИЛЕВСКАЯ**, Я. ГЕДРОВИЦС***

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ В ШКОЛЕ ГЛАЗАМИ ЛАТВИЙСКИХ И БЕЛОРУССКИХ ШКОЛЬНИКОВ: НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ

**Латвийский университет, Рига, Латвия*

***Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

****Рижская академия педагогики и управления образованием, Рига,
Латвия*

«Химическое превращение, химическая реакция
есть главный предмет химии»
Н. Н. Семенов

Одним из краеугольных камней образовательного процесса в современной школе является цикл естественнонаучных предметов, основная цель которого дать учащемуся не только теоретические представления об окружающем его мире, но и первые навыки и умения использования естествознания для решения повседневных задач [1]. Для достижения этой цели требуется коренным образом изменить парадигму образовательного процесса – от знаний как цели обучения до знаний как отправной точки для дальнейшего познания окружающего мира [2].

Такой подход повышает значение базовых понятий, без которых невозможно не только освоение новых концепций, теорий и т. д., но и практическое овладение определенной областью знаний, например, представлениями о химических превращениях. Образно выражаясь – подобно тому, как в основе арифметики лежит понятие о числе и действиях с числами, в химии одним из основных понятий является понятие о *химических превращениях* или химических реакциях.

Многочисленные исследования, проведенные с целью изучения понимания учащимися средней школы сущности химических превращений, свидетельствуют о том, что этот вопрос для значительной части учащихся представляет определенную трудность [3–6]. Результаты сравнительного международного исследования ROSE [7], проведенного в Латвии в 2003 и в 2008 гг. [8], и пилот-проекта в Беларуси [9] показали, что к темам «*Химические вещества, их свойства и реакции*» и «*Атомы и молекулы*», которые по сути дела являются основными в школьном курсе химии, у большинства учащихся интерес не велик. Из 108 тем, предложенных для выбора 15-летним учащимся в проекте ROSE в Латвии, обе темы оказались среди десяти наименее интересных, а большинство респондентов их вообще отвергло [10]. К сожалению, даже те респонденты, которые могут быть отнесены к *энтузиастам естествознания*, демонстрируют лишь среднее значение интереса к теме «*Химические вещества, их свойства и реакции*». Тем

не менее, по сравнению с другими группами респондентов, особенно с *отрицателями естествознания*, результат энтузиастов отличается в лучшую сторону, и различия к тому же являются статистически значимыми [11].

Конечно, обе вышеупомянутые темы, и особенно тема «*Атомы и молекулы*», не являются весьма привлекательными для учащихся, прежде всего проявляющими интерес к темам, изложение которых сопровождается эффектными опытами, или темам, непосредственно связанным с повседневными проблемами. Однако следует учесть, что изучение химических свойств веществ и реакций, в которых эти вещества принимают участие, отнюдь не является самоцелью, а выступает лишь как этап на пути к приобретению навыков рационального использования веществ, в том числе, без вреда для самого пользователя и для окружающей среды. Это особенно важно в наше время, когда освоение школьного курса химии все больше и больше направлено на решении проблем устойчивого развития как единственной альтернативы выживания современного общества.

Несмотря на то, что методологический подход к изучению химии в настоящее время все более склоняется в сторону контекста, в школьном курсе химии по-прежнему остаются теоретические разделы, без глубокого понимания которых дальнейшее осознанное изучение свойств веществ затруднительно. К таким разделам, безусловно, относится тема «*Химические превращения*», изучению понимания которой учащимися и посвящено наше исследование.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено путем анкетирования учащихся ряда школ разных регионов Латвии и Беларуси в 2009–2010 гг. Анкета была разработана одним из авторов статьи (Я. Гедровицс) и ранее успешно использовалась в Латвии, Швеции и Финляндии [12, 13].

Всего в опросе принимали участие 105 учеников 9 класса и 114 учеников 11 класса школ Латвии, где химию начинают изучать с 8 класса 12-летней школы, 128 учеников 8 класса и 128 учеников 10 класса школ Беларуси, где химию начинают изучать с 7 класса 11-летней школы. Все респонденты были разделены по признаку «год изучения химии», т. е. учащиеся, изучающие химию *второй год* (*младшие* учащиеся – школьники 8 класса в Беларуси и 9 класса в Латвии), и учащиеся, изучающие химию *четвертый год* (*старшие* учащиеся – школьники 10 и 11 класса в Беларуси и в Латвии соответственно).

С целью получения ответа о том, как учащиеся понимают сущность превращений веществ, в анкету был включен блок контроля знаний, т. е. респондентам предлагалось определить, какое из приведенных превращений соответствует химической реакции. На понимание роли химических процессов в природе и повседневной жизни были акцентированы задания анкеты, в которых предлагалось выбрать верные и неверные утверждения из ряда приведенных. В качестве примеров превращений были выбраны те, с которыми учащиеся сталкиваются в природе и в повседневной жизни, а

также уже изучавшиеся на уроках биологии и физики. Такой выбор вопросов позволил судить не только о знаниях репродуктивного характера, но также об умении использовать знания, усвоенные на уроках химии, в новых ситуациях.

Для обработки анкет и анализа результатов была использована программа SPSS (Statistical Package for Social Sciences), версия 17.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общие тенденции, выявленные при анкетировании школьников двух стран, представлены нами ранее в работе [14].

Для изучения того, как учащиеся понимают сущность химических превращений, респондентам было предложено указать, какие из перечисленных превращений являются химическими: *горит керосин; ржавеет автомобиль; кипит вода; плавится олово; железо получают из железной руды; надутый воздушный шар лопнул; зеленые растения выделяют кислород; растет кристалл соли; секрет поджелудочной железы расщепляет жиры; фотосинтез*. Как видно из данных, приведенных в таблице 1, далеко не во всех случаях учащиеся обеих стран ответили достаточно правильно. Такие превращения как «горит керосин» и «ржавеет автомобиль» учащимися в основном правильно отнесены к химическим превращениям, т. е. доля верных ответов достигает 80 % и более. Сравнительно высокий процент верных ответов (выше 80 %) наблюдается и для утверждения «зеленые растения выделяют кислород». Тем не менее, среди учащихся 9 класса латвийских школ лишь 2/3 респондентов это превращение распознали как химическое превращение.

Существенно хуже учащимися идентифицирован такой процесс как «железо получают из железной руды» – всего около 2/3 респондентов, а среди учащихся 10-го класса школ Беларуси лишь 55,3% отнесли его к химическим превращениям. Не радует также оценка, данная процессу «секрет поджелудочной железы расщепляет жиры». При этом наблюдается сравнительно большая разница между ответами латвийских и белорусских школьников (табл. 1).

Таблица 1

Количество верных ответов по теме «Превращения веществ» (в процентах)*
(Какие из превращений являются химическими реакциями?)

	Превращения	Верный ответ	Год изучения химии			
			Второй		Четвертый	
			ВУ8	LV9	ВУ10	LV11
1	Горит керосин	да	86,0	88,3	78,6	88,5
2	Ржавеет автомобиль	да	79,7	85,6	88,6	92,0
3	Кипит вода	нет	60,5	38,1	64,1	48,2
4	Плавится олово	нет	59,7	43,1	62,1	42,3
5	Железо получают из железной руды	да	64,6	71,7	55,3	69,0
6	Надутый воздушный шар лопнул	нет	73,0	72,0	80,2	68,2

7	Зеленые растения выделяют кислород	да	85,7	67,3	74,8	82,3
8	Растет кристалл соли	нет	57,5	46,9	59,8	58,2
9	Секрет поджелудочной железы расщепляет жиры	да	75,8	63,0	72,7	67,0
10	Фотосинтез – это химическое превращение	да	72,7	48,0	58,3	76,3

* ВУ8, ВУ10 – 8 и 10 классы Беларуси; LV9, LV11 – 9 и 11 классы Латвии

Довольно сильно различаются результаты учащихся обеих стран и в случае вопроса-утверждения «*фотосинтез – это химическое превращение*». Хотя респонденты, кроме учащихся 9 класса Латвии, в целом верно отметили, что это химическое превращение (Латвия: 11 класс – 76,3 %, Беларусь: 8 и 10 класс соответственно 72,7 % и 58,3 %), следовало бы ожидать более высокого процента верных ответов. Во всяком случае, латвийским школьникам термин *фотосинтез* уже известен из курса биологии 6 и 7 классов, более подробно этот процесс изучается в 11 классе. В Беларуси школьники также изучают фотосинтез на уроках биологии, однако рассмотрению химической сущности этого процесса необходимое внимание, как правило, не уделяется.

Неожиданным было в целом низкое количество правильных ответов в тех вопросах, на которые верным по существу является ответ *нет* (т. е., данное превращение *не является* химическим) (№ 3; 4; 6; 8; табл. 1). Например, на то, что *кипение воды* не является химическим превращением, правильно указали лишь 38,1 % учеников 9 класса и 48,2 % учеников 11 класса школ Латвии. В Беларуси число правильных ответов было немногим более 60 %: 60,5 % учеников 8 класса и 64,1 % учеников 10 класса.

В интервью, проводимых в отдельных случаях после анкетирования, выяснилось, что учащиеся сделали вывод о том, что кипение воды является химическим превращением на основе визуальных наблюдений: при кипении воды выделяется газ. На начальном этапе изучения химии школьниками было усвоено, что выделение газа является одним из признаков химической реакции. Отметим, что суть химической реакции – образование нового вещества (или нескольких новых веществ). Это, к сожалению, не усвоено значительной частью респондентов, не учитывавших, что при кипении воды новое вещество не образуется, а вещество *вода* переходит в другое агрегатное состояние.

Следует также отметить, что к химическим превращениям значительное количество школьников Латвии (9 класс – 56,9 %, 11 класс – 57,7 %) отнесли *плавление олова*. В Беларуси число таких ответов было около 40 %. Подчеркнем, что в предыдущем примере (*кипит вода*) еще как-то можно найти «рациональное», с точки зрения респондентов, объяснение отнесения этого процесса к химическим (выделение газа), однако в данном случае даже такого объяснения нет: учащиеся рассматривают *твердое* и *жидкое* олово как два различных вещества.

Удивляет и тот факт, что явно физическое превращение *«надутый воздушный шар лопнул»* – достаточно большое количество респондентов всех групп отнесло к химическим превращениям: около одной трети респондентов в Латвии, и 20–27 % респондентов в Беларуси. Еще хуже результат в случае утверждения: *«растет кристалл соли»*, количество учащихся, определивших это превращение как *химическое*, превышает 40%, а в случае респондентов 9 класса в Латвии достигает даже 53,1%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что учащиеся далеко не всегда умеют переносить полученные в школе знания на другие объекты или рассматривать изучаемые явления в новом контексте. Очевидно, необходимо усовершенствовать методический подход при изучении основных положений химии, акцентируя внимание на сущности химических превращений, а не на видимых эффектах, которые нередко проявляются также и в физических процессах.

Отвечая на вопросы анкеты, в которых предлагалось выбрать верные и неверные утверждения из ряда приведенных, многие респонденты отметили как неправильное утверждение: *«Химические соединения находятся и в экологически чистых продуктах питания»*, в частности, среди белорусских школьников такой ответ выбрали 45,3 % учеников 8 класса и 60,6 % учеников 10 класса, а в Латвии – 27,6 % в 9-м и 14,8 % в 11-м классе. Результаты анкетирования свидетельствуют о том, что многие учащиеся не имеют надлежащего представления о химических соединениях вокруг себя.

Возможной причиной такого ответа может быть навязчивая реклама в средствах массовой информации о продуктах питания *«без химии»* и сформировавшееся потребительское мнение о том, что экологически чистые продукты производятся без применения удобрений, консервантов и т. п., и, следовательно, не содержат химических соединений. Это еще раз подчеркивает острую необходимость преподавания химии (и других предметов естественнонаучного цикла) в контексте реальных процессов и явлений повседневной жизни. Такой подход – максимальное приближение преподавания химии к повседневной жизни способствовал бы увеличению интереса учащихся к химии на *макроуровне*, а также желанию глубже понимать происходящее и наблюдаемое для рассматриваемых веществ или явлений на атомно-молекулярном, т. е. на *микроуровне*.

При анализе распознавания учащимися химических и физических превращений, нами было проведено сравнение распределения верных ответов как по странам, так и по годам изучения химии. В таблице 2 приведены расчетные величины числа правильных ответов по каждой группе вопросов (N), а также данные расчетов критерия Стьюдента (t) и уровня значимости (p), который характеризует вероятность ошибки, то есть вероятность того, что различия сочтены существенными, а они на самом деле случайны. Все статистические расчеты велись для уровня значимости $\alpha = 0,95$. Средний уровень знаний учащихся о химических и физических превращениях оценивали на основе ранговой шкалы, в которой высокий уровень

(8–10 верных ответов) получил ранг 3, средний уровень (5–7 верных ответов) – ранг 2, низкий уровень (0–4 верных ответа) – ранг 1.

Приведенные в таблице 2 данные свидетельствуют о том, что, если критерием служит количество верных ответов, то по отдельным типам превращений (химические; физические) как среди *младших*, так и среди *старших* учащихся обеих стран наблюдаются статистически значимые различия. Вместе с тем по критерию уровня значимости p , среди младших школьников обеих стран статистически значимых различий не наблюдается, т. к. указанный критерий превышает величину 0,005. Согласно этому же критерию в группе старших школьников учащиеся 11 класса латвийских школ в целом показывают лучший результат в распознавании химических и физических превращений, чем учащиеся 10 класса белорусских школ.

Таблица 2

Средние значения некоторых расчетных величин

№	Расчетные величины	Год изучения химии					
		Второй			Четвертый		
		ВУ8	LV9	Статистика	ВУ10	LV11	Статистика
1	Химические превращения (№ 1, 2, 5, 7, 9, 10), [0 ≤ N ≤ 6]	4,6	4,1	$p = 0,007$ $t = -2,707$	4,3	4,7	$p = 0,023$ $t = 2,294$
2	Физические превращения (№ 3, 4, 6, 8), [0 ≤ N ≤ 4]	1,5	1,9	$p = 0,005$ $t = 2,837$	1,3	1,8	$p = 0,002$ $t = 3,111$
3	Верные ответы в целом [0 ≤ N ≤ 10]	6,1	6,1	$p = 0,963$ $t = -0,046$	5,6	6,5	$p = 0,000$ $t = 4,325$
4	Средний уровень знаний	2,0	2,0	$p = 0,855$ $t = -0,183$	1,9	2,2	$p = 0,001$ $t = -0,120$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизация системы образования, в том числе и химического образования, как в Латвии, так и в Беларуси направлена на формирование у учащихся знаний, основанных на понимании, способных обеспечить их применение как в повседневной жизни, так и для продолжения обучения в вузах (при этом не только на химических факультетах). Проведенное в данной работе исследование показало, что учащиеся Латвии и Беларуси обладают недостаточно четкими представлениями о сущности химических превращений, хотя эти знания являются основой всего курса химии в общеобразовательной школе. При этом учащиеся старших классов показывают результаты, сопоставимые с результатами учащихся младшей группы, а разница в знаниях латвийских и белорусских учащихся о химических превращениях, как правило, не является статистически значимой.

Недостаточно высокое понимание учащимися сущности химических превращений требует совершенствования методики преподавания соответствующей темы. Больше внимания следует уделять распознаванию различий между химическими и физическими превращениями, основной акцент

делая на понимание сущности химических превращений – образование новых веществ, в противовес внешним признакам, которые не всегда однозначно подтверждают протекание именно химического превращения.

По-прежнему актуальной является задача разработки новых методических приемов, позволяющих сформировать у учащихся единое естественнонаучное мировоззрение, в том числе путем обеспечения надлежащих межпредметных связей. О реализации межпредметных связей вплоть до полной интеграции школьных естественнонаучных учебных предметов много говорится в современной методической литературе [15–17], но реальное их воплощение по-прежнему определяется уровнем понимания и методической подготовкой каждого отдельно взятого учителя.

Не меньшее значение имеет и задача формирования у учащихся мотивации познания и проведения собственного исследования, а не только мотивации запоминания готовой, предложенной учителем информации. Если у учащихся отсутствует интерес к веществам и, особенно, к их превращениям, то во время учебного процесса не будет формироваться понимание сущности происходящих химических процессов. Учебный процесс на уроках химии следует теснее связывать с реальной жизнью, повседневным опытом учащихся. Это будет способствовать формированию знаний, основанных на понимании, с одной стороны, и осознанию их практической значимости, с другой стороны.

Поскольку химия – прежде всего наука экспериментальная, то использование химического эксперимента в процессе формирования новых знаний позволит сформировать у школьников умения анализировать наблюдаемые явления, делать обобщения, выводы, развивать наблюдательность, творческую самостоятельность. Использование развивающего эксперимента вовлечет их в активную познавательную деятельность, поставит новые проблемы и задачи, создаст возможности для переноса теоретических знаний в незнакомые ситуации. Одновременно такой эксперимент продемонстрирует многогранную картину изучаемых явлений, взаимосвязь свойств веществ и их зависимость от различных факторов. Следует особо отметить, что при выполнении исследовательского химического эксперимента школьник не только получит субъективно новые знания, почувствует себя ученым-первооткрывателем, но у него сформируется интерес к наблюдаемому процессу (реакции), что позволит сделать значительный шаг в сторону понимания сущности наблюдаемого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Behrendt J., Just E. // NiU-Chemie. 1997. Vol. 7, № 37. P. 32–36.
2. Klinger U., Bünder W. // Unterricht Chemie. 2006. Vol. 17, № 94/95. P. 14–18.
3. Reyhm M. // Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 2006. Vol. 12. P. 23–44.
4. Jasien P. G., Oberem G. E. // J. Chem. Education. 2002. Vol. 79, № 7. P. 889–895.
5. Onwu G. O. M., Randall E. // Chemistry Education Research and Practice. 2006. Vol. 7, № 4. P. 226–239.
6. Eilks I. // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2007. Vol. 3, № 4. P. 271–285.

7. Schreiner C., Sjøberg S. // Acta Didactica. 2004. Vol. 4. 120 p.
8. Možeika D., Cēdere D., Gedrovics J. // Konferences „Ķīmijas izglītība skolā - 2007” Rakstu krājums. Rīga, 2007. P. 64–72.
9. Gedrovics J., Broks A., Cedere D et all. // Science and technology education in the Central and Eastern Europe: Past, present and perspectives. Šiauliai, 2007. P. 49–56.
10. Gedrovics J., Mozeika D., Cēdere D. // Problems of Education in the 21-th Century. 2010. Vol. 22. P. 45–53.
11. Gedrovics J., Lavonen J., Byman R. // ESERA Conference Sweden 2007 // Full lenght articles, Malmo: 2007.
12. Gedrovics J. // Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje/ Natural Science Education at a Secondary School, VII. Šiauliai. 2001. P. 15–26.
13. Gedrovics J., Wäreborn I., Jeronen E. // Journal of Baltic Science Education. 2006. № 1. P. 74–85.
14. Гедровицс Я., Василевская Е., Цедере Д. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. 2011. [в печати]
15. Соколова И. И., Мардер Л.М., Зайко Т.Ю. // Естествознание в школе. 2004. № 3. С. 14–19.
16. Василевская Е. И., Михайлова Н. С. // Хімія: проблеми викладання. 1999. № 3. С. 72 – 85.
17. Аршанский Е. Я. // Открытая школа. 2005. № 1. С. 61–68.

Поступила в редакцию 2.02.2011

УДК 37.012.4:54

Цедере Д., Василевская Е., Гедровицс Я. **Естествознание в школе глазами латвийских и белорусских школьников: некоторые представления о химических превращениях** // Свиридовские чтения: Сб. ст. Вып. 7. Минск, 2011. С.

В работе представлены результаты анкетирования школьников Латвии и Беларуси, проведенного в 2009–2010 г.г. Проанализировано понимание учащимися темы «Химические превращения». Установлено, что разница в знаниях между латвийскими и белорусскими школьниками, как правило, не является статистически значимой. Показано, что недостаточное представление о сущности химических превращений веществ требует совершенствования методики преподавания химии в средней школе, в том числе установления более прочных межпредметных связей и демонстрации значения химических знаний в повседневной жизни.

Библиогр. 17 назв.; табл. 2.

Cedere D., Vasilevskaya E., Gedrovics J. **Science in the school through the eyes of the Latvian and Belarusian students: some ideas about chemical reactions** / Sviridov Readings. Iss. 7. Minsk, 2011. P.

The results of the survey of schoolchildren in Latvia and Belarus in 2009–2010 are presented in the paper. Students' understanding of the theme "Chemical changes" have been analyzed. It is shown that the difference in knowledge between Latvian and Belarusian students, usually is not statistically significant. It is revealed that lack in understanding of the essence of chemical substances transformations requires improved methods of teaching chemistry in the school, including the establishment of strong interdisciplinary connections and demonstration the importance of chemical knowledge in everyday life.

Информация об авторах:

Цедере Дагния – доктор химии, ассоц. профессор, директор Центра дидактики химии Латвийского университета, Латвия; e-mail: Dagnija.Cedere@lu.lv.

Василевская Елена - кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии химического факультета Белорусского государственного факультета, Беларусь. e-mail: Vasileli@bsu.by.

Гедровицс Янис – доктор химии, ассоц. профессор Рижской академии педагогики и управления образованием, Латвия; e-mail: janis.gedrovics@rpiva.lv.