

## КОМПЛЕКСНЫЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ С ХИМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Пентин А.Ю., Заграничная Н.А., Паршутина Л.А.

*Центр естественнонаучного образования ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской Академии Образования», ИСРО РАО, Москва, e-mail: pentin@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы формирования естественнонаучной грамотности учащихся 8-х классов средствами физики, химии и биологии. На базе школ – экспериментальных площадок опробован инновационный дидактический инструментарий: комплексные и контекстные задания для формирования и диагностики естественнонаучной грамотности учащихся основной школы. Проведено диагностическое исследование, в ходе которого был выделен комплекс базовых умений, овладение которыми необходимо для достижения планируемых результатов, определяющих естественнонаучную грамотность. Приведен анализ результатов диагностики уровня естественнонаучной грамотности, проведенной при помощи комплексных заданий, разработанных в Центре естественнонаучного образования Института стратегии развития образования Российской Академии Образования. Полученные в исследовании результаты свидетельствуют, что задача повышения уровня естественнонаучной грамотности учащихся основной школы не решена в достаточной мере в образовательной практике.

**Ключевые слова:** естественнонаучная грамотность, личностные, метапредметные и предметные результаты обучения, интеграция учебных предметов, комплексные межпредметные задания

## THE COMPLEX INTERDISCIPLINARY TASKS WITH A CHEMICAL COMPONENT AS AN INSTRUMENT OF FORMATION AND DIAGNOSTICS OF STUDENT'S SCIENTIFIC LITERACY

Pentin A.Yu., Zagranichnaya N.A., Parshutina L.A.

*Center of science education, Federal state budget scientific institution «Institute of education development strategy of the Russian Academy of Education», Moscow, e-mail: pentin@mail.ru*

The article considers issues of formation of the scientific literacy among students of the 8<sup>th</sup>-grade classes by means of physics, chemistry and biology. On the basis of schools – pilot sites tested innovative didactic tools: integrated and context of the task for formation and diagnostics scientific literacy among secondary school students. Conducted a diagnostic study, which was allocated a set of core skills, the mastery of which is necessary to achieve the intended results defining scientific literacy. There is conducted an analysis of diagnostic results of the scientific literacy level, carried out with the aid of the complex interdisciplinary tasks, developed at the Center for the science education, Institute of Educational development Strategy, Russian Academy of Education. These study results indicate that the task of raising the level of scientific literacy among secondary school students is not solved sufficiently in educational practice.

**Keywords:** scientific literacy, personalized, meta-subjective and objective results of education; integration of school subjects, complex interdisciplinary tasks

Процесс становления системы отечественного образования ориентирован на ее вхождение в мировое образовательное пространство, что особенно явно начинает проявляться в практической реализации новой образовательной парадигмы, способной трансформировать существующее образовательное пространство этапа перехода «общее – профессиональное» образование в важную компоненту системы непрерывного профессионального образования. Это отвечает сущности наукоориентированной современной образовательной парадигмы, согласующейся с тенденцией усиления значения интеграции познавательной деятельности в общеобразова-

тельной школе, вузе, системе научного образования [3].

Приоритетной задачей школьного образования сегодня является достижение всех планируемых результатов обучения в контексте требований федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). Все предусмотренные стандартом образовательные результаты для основной школы в области «Естественнонаучные предметы» могут быть реально достигнуты при условии согласованного взаимодействия учителей физики, химии и биологии. Это взаимодействие в рамках основной образовательной программы школы подразумевает реализацию общих

принципов изучения естественнонаучных учебных курсов, использование дидактических средств, базирующихся на реальном жизненном контексте и разнообразных, достаточно сложных видах учебной деятельности. Изменившиеся образовательные приоритеты требуют изменений в содержании и методике естественнонаучного образования: построении обучения на основе научного метода познания [6], организации деятельности, в процессе которой формируются умения по исследованию явлений, обоснованию полученных результатов, формулированию собственных суждений и выводов.

В качестве эффективного подхода, объединяющего естественнонаучные предметы и способствующего выполнению требований ФГОС, можно рассматривать направленность естественнонаучных предметов на общий образовательный результат – формирование естественнонаучной грамотности (ЕНГ) учащихся [5].

#### **Формирование естественнонаучной грамотности**

ЕНГ рассматривается в международной практике образования как способность осваивать и использовать естественнонаучные знания для распознавания и постановки научных вопросов, для освоения новых знаний, для объяснения естественнонаучных явлений, разрешения проблем с помощью научных методов, для получения выводов, основанных на наблюдениях и экспериментах [4]. Эти положения фактически эквивалентны требованиям стандарта к предметным и метапредметным результатам освоения основной образовательной программы в части, касающейся естественнонаучных предметов. Естественнонаучная грамотность выпускника основной школы – это также важный социально значимый личностный результат образования, на котором базируется формирование научного мировоззрения личности, способность к эффективной учебно-познавательной и творческой деятельности.

Достаточный уровень овладения ЕНГ означает приобретение учеником способности действовать, применяя освоенные предметные и метапредметные способы деятельности и умения (познавательные, информационные, коммуникативные, исследовательские и т.д.) для решения встречающихся в жизни проблем, связанных с естественными науками. Одним из средств формирования этих умений и способов деятельности является использование общих подходов к разработке

учебных заданий в курсах химии, физики и биологии. Задания на материале каждого учебного предмета должны включать решение мировоззренческих, экологических и практико-ориентированных проблем в контексте реальных жизненных ситуаций. Возможные типы заданий, направленных на формирование базовых умений, лежащих в основе ЕНГ учащихся, разрабатываются сотрудниками Центра естественнонаучного образования Института стратегии развития образования Российской Академии Образования (ИСРО РАО) [1, 7]. На базе школ – экспериментальных площадок опробован инновационный дидактический инструментарий: комплексные и контекстные задания для формирования и диагностики ЕНГ учащихся основной школы.

Для проведения диагностического исследования в экспериментальных школах нами был выделен комплекс базовых умений, овладение которыми необходимо для достижения планируемых результатов, определяющих ЕНГ. Эти умения, играющие решающую роль не только в познании, но и в личностном развитии школьников, могут рассматриваться как показатели достижения каждого планируемого результата (таблица).

Задания, ориентированные на применение названных выше умений, разрабатывались на межпредметной основе, однако во всех таких заданиях важное место занимал химический компонент.

Межпредметный комплексный блок заданий включал 9 заданий, объединенных одной темой, и охватывали весь комплекс планируемых результатов. Учащимся были предложены 2 варианта диагностической работы: 1 вариант – блок заданий «Хлеб» (см. приложение), 2 вариант – блок заданий «Чай». При составлении заданий фрагментарно использовались открытые материалы международного исследования PISA [2]. Анализ их выполнения дает возможность судить об уровне ЕНГ в целом и об уровне достижения каждого из планируемых результатов обучения. Выводы об освоении умений сделаны на основании анализа результатов выполнения диагностических работ по показателю средний «коэффициент сформированности умений» –  $K_y$ , где  $K_y = n/N$ , где  $n$  – количество верно выполненных операций,  $N$  – количество всех операций деятельности. Достаточному уровню освоения умения соответствовал  $K = 50-70\%$ . Уровень сформированности ЕНГ считался достаточным при  $K_y \geq 50\%$  и высоким при  $K_y \geq 70\%$ .

## Планируемые результаты формирования ЕНГ

№ критерия	Планируемый результат обучения, определяющий ЕНГ (критерии оценивания)	Умения	Возможный характер задания
1	Понимание основных особенностей естественнонаучного исследования (или естественнонаучного метода познания). Освоение исследовательских умений	А) определять и формулировать проблему; определять цель и задачи, адекватные проблеме; выдвигать гипотезу;	Предложить гипотезу для объяснения наблюдаемого явления.
		Б) предлагать способ проверки гипотезы (наблюдение, измерение, моделирование, эксперимент), оценить эффективность способа;	Предложить простой доступный эксперимент для проверки гипотезы.
		В) планировать и проектировать деятельность, направленную на проверку гипотезы, решение проблемы;	Составить или выбрать лучший план исследования, эксперимента.
		Г) предлагать способ фиксирования или измерения; выбирать адекватные средства и приборы, определять точность измерения.	Предложить (изобрести) способ измерения заданного параметра.
2	Освоение умений объяснять или описывать естественнонаучные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия	А) объяснить сущность явлений, свойства объектов (Почему? Как? Зачем?);	Объяснить причину, механизм наблюдаемого явления.
		Б) объяснить принцип действия технического устройства или технологии;	Объяснить, описать принцип действия предлагаемого устройства или технологии.
		В) представлять строение, свойства, функции объектов, протекание процессов в виде материальных, аналоговых или знаковых моделей (описание, рисунок, схема, график, таблица, математическая интерпретация, химическое уравнение);	Смоделировать предлагаемый процесс при помощи блок-схемы или уравнения.
		Г) предсказать изменения (что будет, если...) объектов или процессов при изменении какие-либо параметров;	Назвать изменения, которые могут произойти в определенных условиях.
		Д) распознавать научно обоснованные объяснения или предсказания, отличать их от ненаучных высказываний.	Выбрать научно обоснованное утверждение (объяснение) из ряда предложенных утверждений.
3	Освоение умений использовать научные доказательства и имеющиеся данные для получения выводов, их анализа и оценки достоверности	А) выявить закономерность в данных, представленных в виде графика, таблицы, диаграммы;	Сделать вывод на основании информации, представленной на графиках. Выбрать правильный ответ по данным, приведенным на графике.
		Б) обобщить (интерпретировать) известные научные факты и сформулировать выводы, аргументы, доказательства;	Привести научные аргументы для обобщения имеющихся фактов.
		В) выявить факты, данные или доказательства, лежащие в основе предлагаемых выводов (обратная задача по отношению к предыдущей);	Сформулировать вопрос о фактах и/или доказательствах, на основании которых предлагаются выводы.
		Г) сформулировать свою точку зрения на основе оценки имеющихся данных или доказательства.	Оценить достоверность и значимость имеющихся данных и предложенных доказательств.

Стартовый диагностический этап является только первым этапом запланированного исследования, целью которого является разработка и обоснование методического инструментария, обеспечивающего повышение уровня ЕНГ учащихся при изучении каждого из естественнонаучных предметов и в частности химии. Результатами этого стартового этапа должны стать:

- выводы об уровне сформированности отдельных умений, характеризующих ЕНГ;
- выявление наиболее острых проблем и затруднений, связанных с формированием ЕНГ учащихся;
- определение основных направлений совершенствования преподавания химии, физики и биологии с целью более эффективного формирования ЕНГ.

### Проведение исследования

В исследовании принимали участие учащиеся математического (М), филологического (Ф) и общеобразовательных (А, Б) классов. Полученные данные представлены на диаграмме (рисунок).

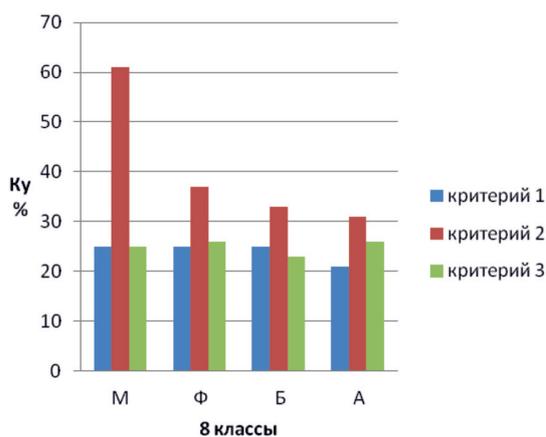


Диаграмма проведенного исследования

Лучшие результаты были выявлены при выполнении заданий по **критерию 2**: «Освоение умений объяснять или описывать естественнонаучные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия» –  $K_u = 32\text{--}60\%$ . Формированию и развитию этих умений учителя-естественники традиционно уделяют достаточное внимание.

Это подтвердили полученные результаты диагностики. Учащиеся математического класса показали достаточно высокий уровень освоения таких умений, как: объяснять сущность явлений (задание 1,  $K_{u_1} = 80\%$ ), использовать модели (задание

3,  $K_{u_3} = 65\%$ ), предсказывать изменения (что будет, если...) в зависимости от изменения какие-либо параметров (задание 8,  $K_{u_8} = 54\%$ ). В то же время учащиеся филологического класса продемонстрировали более скромные результаты:  $K_{u_1} = 48\%$ ;  $K_{u_3} = 39\%$ ;  $K_{u_8} = 25\%$ , для тех же заданий соответственно. Результаты освоения рассматриваемых умений учащимися общеобразовательных классов приблизительно такие же, как в филологическом классе.

По полученным результатам можно сделать заключение о недостаточном уровне освоения умений, относящихся к критериям 1 и 3. Так, был установлен низкий уровень освоения таких важных умений, входящих в состав планируемого результата 1 (**критерий 1**), как:

- определять и формулировать проблему; определять цель и задачи, адекватные проблеме, выдвигать гипотезу. В математическом классе  $K_u = 23\%$  (задание 7А), в филологическом – в соответствующем задании  $K_u = 18\%$ .

- предложить способ проверки гипотезы, оценить эффективность способа. Результат, полученный в математическом классе:  $K_u = 20\%$  (задание 7Б); в филологическом – в соответствующем задании  $K_u = 5\%$ .

В задании 2, где необходимо было выбрать план эксперимента из предложенных ответов, учащиеся, как математического класса, так и филологического и общеобразовательных классов показали хороший результат –  $K_u$  от 60 до 75%.

При выполнении заданий на применение умений, относящихся к **критерию 3**, восьмиклассники также показали невысокие усредненные результаты. Но, если рассматривать результаты по конкретным заданиям, то можно увидеть значительную разницу в освоении отдельных умений.

Так, в задании 9 школьникам предлагалось выбрать правильный ответ из приведенных вариантов на основании анализа информации, данной в графической форме. Это задание было правильно выполнено большинством участников. Результат математического класса –  $K_u = 93\%$ , а филологического –  $K_u = 68\%$ .

В заданиях, где нужно было или обобщить (интерпретировать) известные научные факты и сформулировать выводы, аргументы; или выявить факты, доказательство, лежащие в основе предлагаемых выводов (обратная задача по отношению к предыдущей), результаты значительно ниже. В задании 5:  $K_u = 27\%$  (филологический класс),  $K_u = 37\%$  (математический класс); в задании 6:  $K_u = 27\%$  (филологический класс),  $K_u = 43\%$  (математический класс).

С заданием 4, в котором требовалось привести научные аргументы для обоснования реального факта, большая часть восьмиклассников не справилась:  $K_u = 20\%$  (математический класс);  $K_u = 10\%$  (филологический класс).

### Выводы

Полученные в исследовании результаты свидетельствуют, что задача повышения уровня естественнонаучной грамотности учащихся основной школы не решена в достаточной мере в образовательной практике.

Первичный анализ результатов выполнения заданий и самих ответов учащихся (для заданий, где требуется дать обоснование в виде развернутого ответа) показывает, что порой решающей причиной неудачного выполнения задания оказывается даже не дефицит знаний или сообразительности, а отсутствие «умения учиться». Это означает, что не развиты такие важнейшие общеучебные умения, как навык прикладывать умственные усилия для решения какой-то проблемы, обязательное внимательное «вчитывание» и обдумывание имеющихся данных, сравнение возможных подходов к решению. С точки зрения терминологии ФГОС, наверное, можно говорить о низком уровне сформированности метапредметных и личностных умений восьмиклассников. Похоже, что у многих подростков сложилось убеждение, что ответ на любой вопрос должен даваться с ходу, быстро, без серьезного обдумывания. Для учащихся непривычна форма заданий, где требуется сформулировать и обосновать свой ответ. Отсюда – наличие инфантильных ответов и объяснений, либо просто списывание у тех, кто якобы сообразил быстрее (хотя часто неправильно). Если же это невозможно, то отдельные учащиеся предпочитают не давать ответ вообще, но не стремятся посидеть и подумать самостоятельно. Возможно, такие проявления являются результатом чрезмерного увлечения в школах заданиями в тестовой форме с выбором правильного ответа из ряда предложенных вариантов. Об этом же свидетельствует и тот факт, что задания с выбором ответа (задания 1, 2, 9) выполнены в диагностической работе значительно успешнее, чем задания, требовавшие свободный ответ.

Отсюда следует рекомендация учителям: ставить перед учащимися на уроках химии, физики и биологии проблемные вопросы, предусматривать на уроке время на обдумывание и обсуждение вопроса учащимися между собой, например, в парах или мини-группах, предлагать давать развернутые ответы для обоснования своей точки зрения, объяснения явлений или результатов

исследования. Содержание естественных наук предоставляет возможности ученикам научиться формулировать свою гипотезу исследования, найти, а порой и экспериментально реализовать способ проверки гипотезы, в том числе и ошибочной. Такие задания имеют творческий, в каком-то смысле изобретательский характер. Они не могут быть одинаково успешно выполнены всеми. Но они служат достижению цели развития как общеучебных умений, так и личностных качеств.

Для того чтобы изученные естественнонаучные законы и теории не были мертвым и никому не нужным грузом, необходимо в учебном процессе рассматривать как можно больше реальных или приближенных к реальным ситуаций, для объяснения или описания которых надо применять полученные знания. Задания этой группы предполагают ответы на вопросы «почему?», «как?», «что будет, если...?». Способность учащихся отвечать на эти вопросы основывается на балансе таких компонентов, как научные знания, интуиция, здравый смысл и личный опыт. Более активное включение этих видов деятельности в учебный процесс может обеспечить повышение уровня ЕНГ.

### Список литературы

1. Заграничная Н.А. Естественнонаучная грамотность как важный результат химического образования // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей / редкол. Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – С. 55–58.
2. Международная оценка образовательных достижений учащихся (PISA). Примеры заданий по естествознанию // Центр оценки качества образования ИСМО РАО, 2007.
3. Орешкина А.К., Цибизова Т.Ю. Развитие предметности образовательных процессов в системе непрерывного образования: монография. – М.: Изд-во МГОУ, 2010. – 228 с.
4. Основные результаты международного исследования PISA-12 / На сайте Центра оценки качества образования ИСМО РАО. URL: [http://centeroko.ru/pisa12/pisa12\\_pub.htm](http://centeroko.ru/pisa12/pisa12_pub.htm) (дата обращения: 20.07.2016).
5. Пентин А.Ю. Некоторые направления модернизации содержания естественнонаучных предметов основной школы: формирование естественнонаучной грамотности // Опыт преподавания естествознания в России и за рубежом: сборник научных статей. – М.: ИНФРА-М, 2015.
6. Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. – М.: Изд. центр ВЛАДОС, 2004.
7. Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М. Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: некоторые результаты диагностики // Школьные технологии. – 2016. – № 1. – С. 63–91.