

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЗАДАНИЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕНДЕЛЕЕВСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

Забильская А.В., Рыжова О.Н., Белевцова Е.А.

Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

В последнее время опубликовано несколько исследований, посвященных математической составляющей в заданиях вступительных экзаменов в вузы и олимпиад по химии [1, 2]. Причина такого интереса очень проста – уровень математической подготовки выпускников школ, приходящих на естественнонаучные факультеты университета, заметно снижается, а единственным инструментом проверки этого уровня является ЕГЭ по математике, поскольку «внутренний» письменный экзамен абитуриенты университета сдают по профильному предмету (в нашем случае по химии). Поэтому введение элементов математики в химические конкурсные задачи – хороший косвенный способ проконтролировать математическую подготовку абитуриентов.

Олимпиада «Ломоносов», проводимая МГУ, как и любая другая вузовская олимпиада, в основном нацелена на отбор и привлечение подготовленных и мотивированных абитуриентов. Поэтому совершенно логичным является контроль математической составляющей задач химической олимпиады «Ломоносов».

Выполненный нами анализ конкурсных и олимпиадных задач по химии за период 1990–2015 гг. показал, что степень насыщения комплектов заданий элементами математики непрерывно возрастает. Если в начале девяностых годов на экзаменационное задание по химии из семи задач приходилось в среднем две задачи с математическим содержанием, то в последние годы таковыми

является половина задач. Увеличивается разнообразие математических операций, необходимых для их решения, чаще встречаются задачи, требующие решения квадратных уравнений, систем линейных уравнений, задачи с вычислением логарифмов и задачи с геометрическим содержанием.

Произошедшее в последнее десятилетие увеличение числа задач с математической составляющей в комплектах экзаменационных заданий по химии можно объяснить двояко. С одной стороны, это может быть объективным отражением бурно идущей математизации химической науки. Химия стремительно меняется, и современные расчетные методы позволяют прогнозировать многие свойства веществ, материалов и процессов. С другой стороны, это может быть следствием отсутствия вступительного экзамена по математике на фоне снижения математической подготовленности абитуриентов, о чем упоминалось выше.

В этой связи нам показалось интересным исследовать математическую составляющую заданий не вузовской, по сути абитуриентской, а солидной международной олимпиады, которая всегда славилась своей сложностью. В настоящей работе представлены результаты анализа заданий двух теоретических туров Международной Менделеевской олимпиады школьников по химии с 2001 по 2015 гг. [3, 4].

Результаты анализа задач первого тура представлены в табл. 1. Первый тур – это восемь заданий, обязательных для участников, они охватывают все области химии. Мы определили типы математических операций, необходимых для решения каждой задачи, и отметили их в таблице разными способами закрашки ячеек. Мы выделили задачи, требующие простой подстановки чисел в формулу; задачи, в которых необходимо составить и решить уравнение, систему уравнений, составить и решить дифференциальное уравнение. Кроме того, мы подсчитали, какую долю баллов потеряет участник олимпиады, если он не справится с математической частью задачи. Эта величина (в долях единицы) указана в соответствующих ячейках таблицы.

Таблица 1

Анализ математической составляющей задач I тура Международных Менделеевских олимпиад 2001 – 2015 гг.

Год	Задачи I тура							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2001	0.5	–	–	0.67	0.67	–	1	0.5
2002	0.2	–	–	0.5	0.2	0.2	–	0.67
2003	1	–	0.75	–	–	–	–	0.5
2004	–	0.6	0.6	0.4	–	0.1	0.2	–
2005	0.7	0.3	0.4	–	0.7	–	0.8	–
2006	0.25	0.25	0.5	0.3	0.4	–	0.6	–
2007	0.4	1	0.5	0.7	0.3	0.3	0.25	–
2008	0.4	0.6	0.9	0.5	0.4	0.25	1	0.1
2009	0.2	0.6	0.5	0.2	0.3	0.4	–	–
2010	0.1	–	1	0.1	–	0.1	0.1	0.1
2011	1	1	–	0.1	0.4	0.4	–	0.7
2012	–	0.1	–	0.7	0.5	–	0.2	0.8
2013	–	0.3	0.4	–	0.8	0.9	0.9	0.4
2014	0.2	0.2	0.4	–	1	–	0.7	0.7
2015	1	–	0.1	0.4	0.2	0.4	0.2	1

Примечания к таблице: серым цветом выделены задачи, в которых математическая составляющая сводится к необходимости подстановки чисел в формулу (в том числе с логарифмами), к решению пропорции; горизонтальной штриховкой выделены задачи, для решения которых необходимо было составить и решить уравнение (в том числе с двумя переменными); диагональной штриховкой показаны задачи, связанные с составлением и решением системы уравнений (двух и более); вертикальной штриховкой выделены задачи, решение которых подразумевало составление и решение дифференциальных уравнений.

Второй тур Международной Менделеевской олимпиады школьников – это так называемый тур по выбору. Задачи тура сгруппированы по пяти разделам химии. В каждом разделе, как правило, предлагается три задачи. В зачет участнику олимпиады идут баллы за одну, наиболее успешно решенную задачу из каждого раздела. Таким образом проверяется глубина и универсальность подготовки школьников. Мы проанализировали математическую составляющую задач из каждого раздела (Табл. 2 – 4).

Таблица 2

Анализ математической составляющей задач II тура Международных Менделеевских олимпиад 2001 – 2015 гг. (разделы «Аналитическая химия» и «Органическая химия»)

Год	Аналитическая химия			Год	Органическая химия			
	1	2	3		1	2	3	4
2002	0.5	0.3		2002	–	0.3	–	–
2003	0.5	1	1	2003	–	–	–	
2004	1	0.5	0.6	2004	–	–	–	
2005	1	1	0.25	2005	–	0.1	0.25	
2006	0.65	1	0.9	2006	0.1	–	–	
2007	–	0.7	0.3	2007	–	–	–	
2008	0.5	0.5	0.6	2008	0.3	0.2	–	
2009	1	0.7	0.5	2009	0.2	0.1	0.1	
2010	1	1	0.8	2010	0.1	0.1	–	
2011	1	1	0.5	2011	0.1	–	0.2	
2012	3	1	0.1	2012	–	–	–	
2013	0.4	0.8	1	2013	–	–	–	
2014	1	0.1	0.7	2014	0.1	–	–	
2015	1	0.5	0.3	2015	–	–	–	

Примечание: обозначения совпадают с обозначениями Табл.1.

Таблица 3

Анализ математической составляющей задач II тура Международных Менделеевских олимпиад 2001 – 2015 гг. (раздел «Неорганическая химия»)

Год	Неорганическая химия					
	1	2	3	4	5	6
2002	0.75	–	0.2	0.25	0.2	0.3
2003	0.25	0.3	–			
2004	0.25	0.2	0.4			
2005	0.6	0.1	0.7			
2006	0.3	0.5	0.5			
2007	0.8	0.5	0.7			
2008	0.5	0.5	0.2			
2009	0.6	0.3	0.2			
2010	0.2	0.4	0.7			
2011	0.2	0.5	0.2			
2012	0.3	0.4	0.5			
2013	0.4	0.2	0.2			
2014	0.5	0.4	0.8			
2015	0.5	0.8	0.3			

Примечание: обозначения совпадают с обозначениями Табл.1.

Таблица 4

Анализ математической составляющей задач II тура Международных Менделеевских олимпиад 2001 – 2015 гг. (разделы «Науки о живом и полимеры» и «Физическая химия»)

Год	Науки о живом и полимеры			Год	Физическая химия			
	1	2	3		1	2	3	4
2002	–	–	–	2002	1	1	–	–
2003	–	0.5	–	2003	0.5	0.6	1	–
2004	–	0.7	0.7	2004	0.4	0.4	0.5	–
2005	–	–	0.2	2005	0.3	0.9	0.1	–
2006	0.1	0.1	0.5	2006	0.6	0.8	0.7	–
2007	0.2	0.4	–	2007	1	1	0.5	–
2008	0.3	0.1	0.2	2008	0.4	1	–	–
2009	0.6	0.9	0.3	2009	1	0.5	–	–
2010	0.2	–	0.6	2010	1	1	–	–
2011	–	0.1	–	2011	0.2	0.8	–	–
2012	0.1	0.2	0.6	2012	0.8	0.7	0.7	–
2013	0.1	0.2	0.5	2013	1	0.6	0.7	–
2014	0.1	0.2	–	2014	0.8	1	–	–
2015	0.1	0.4	0.1	2015	0.9	0.7	–	–

Примечание: обозначения совпадают с обозначениями Табл.1.

Основной вывод, который можно сделать по представленным результатам – нет оснований утверждать, что насыщенность элементами математики заданий Международной Менделеевской олимпиады школьников по химии существенно возросла. Заметно некоторое увеличение доли задач с математической составляющей в разделах «Науки о живом и полимеры»; в разделе «Физическая химия» можно отметить усложнение математических операций, необходимых для выполнения заданий. Разделы «Неорганическая химия» и «Аналитическая химия» с 2002 года практически не содержат задач, лишенных математической составляющей. «Органическая химия» традиционно включает мало расчетных задач (например, ни одной задачи с математической составляющей в 2015 г.). Значит, международная химическая олимпиада высокого уровня, не связанная напрямую с «поступательными» проблемами

участников, никак не реагирует на изменение ситуации с математической подготовкой выпускников школ.

Полученный результат свидетельствует, что наше предположение о том, что увеличение доли задач, включающих математическую составляющую, в комплектах заданий вузовских олимпиад и вступительных экзаменов по химии обусловлено стремлением косвенно проверить степень математической подготовленности абитуриентов, имеет право на существование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжова О.Н., Кузьменко Н.Е., Белевцова Е.А. Математика на вступительных экзаменах и олимпиадах по химии // Естественнонаучное образование: вызовы и перспективы / Под ред. В.В. Лунина и Н.Е. Кузьменко. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2013, с. 141-151.

2. Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н., Белевцова Е.А. Математическая составляющая конкурсных химических задач // Химия в школе, 2014, №6, с. 47-53.

3. Лунин В.В., Ненайденко В.Г., Рыжова О.Н., Кузьменко Н.Е. Химия XXI века в задачах Международной Менделеевской олимпиады / Под ред. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006.

4. Задачи Менделеевских олимпиад 2006–2015 г. доступны на сайте химического факультета МГУ. URL – <http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/> (дата доступа 4.04.2016).