

УДК 54(091).

## ИСТОРИКО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА ХИМИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД ШКОЛЬНИКОВ

И.А. Тюльков, О.Н. Зефирова, О.В. Архангельская, М.В. Павлова, В.В. Лунин

(кафедра общей химии, кафедра физической химии; e-mail: tiulkov@general.chem.msu.ru)

Проведен анализ заданий экспериментального тура Всероссийских, Всесоюзных и др. школьных олимпиад по химии 1939–2008 гг. с целью выявления корреляций между содержанием заданий и установками нормативных документов об олимпиадах в течение этого периода.

**Ключевые слова:** история химического образования, школьные олимпиады.

Исторический анализ содержания нормативных документов о школьных олимпиадах по химии в нашей стране в конце 1930-х – начале 2000-х гг. и его соотнесение с текстами заданий теоретического тура проведено нами в работе [1]. В настоящей работе мы попытались провести аналогичные корреляции с заданиями экспериментального тура химических олимпиад школьников в тот же временной период.

На основании документов из личного архива члена методической комиссии Всероссийской и Менделеевской олимпиад канд. хим. наук С.С. Чуранова [2], сборника [3] и некоторых других источников нами была составлена база данных из 314 экспериментальных заданий Московских городских и областных олимпиад (1939 и 1954–1964 гг.), заключительных этапов Всесоюзных олимпиад (1964–1992 гг.) и заключительных этапов Всероссийских олимпиад (1992–2008 гг.). Все задания были распределены по годам, этапам олимпиад и учебным параллелям (классам), а также определенным образом расклассифицированы. Согласно предложенной нами классификации, составленной с учетом рекомендаций [4–6], задания распределялись по четырем разделам химии (неорганическая, аналитическая, органическая и физическая) и нескольким подразделам, в зависимости от конкретного содержания задачи и требуемых для ее решения экспериментальных навыков. Примеры, поясняющие данную классификацию, приведены в таблице (в скобках указано число заданий каждого вида в процентах по отношению к общему числу задач за весь исследуемый период). Из таблицы видно, что задания по аналитической химии составляют подавляющее большинство (примерно две трети) всех задач экспериментального тура олимпиад.

Распределение заданий по нескольким хронологическим этапам [1] в рамках рассматриваемого временного интервала представлено на рисунке. Из этой диаграммы следует, что в первый период (до 1964 г.), когда положения о Всероссийской олимпиаде еще не было, – вопросы экспериментального тура фактически разделены поровну между заданиями по неорганической химии (в основном, на синтез) и по аналитической химии (качественный анализ).

Интерес представляют задачи самой первой Московской городской олимпиады школьников 1939 г., две из которых выполняются посредством мысленного эксперимента.

“1. Из нарисованных частей прибора составьте рисунок прибора для получения углекислого газа.

2. Определите, какие из предложенных рисунков приборов нарисованы правильно, какие неверно и в чем ошибка.

3. На основании их внешнего вида и некоторых простейших химических исследований назовите 10 веществ, из числа выставленных образцов.

4. Наберите в стеклянную банку газ из газометра и исследуйте его” [2].

Отметим, что в более поздние периоды встречается только одна задача на мысленный эксперимент (в 1972 г.).

С современной точки зрения задания экспериментального тура первых олимпиад так же, как и теоретические задачи, кажутся очень легкими, что было обусловлено основной изначальной целью олимпиадного движения – привлечь к изучению химии как можно больше школьников [1].

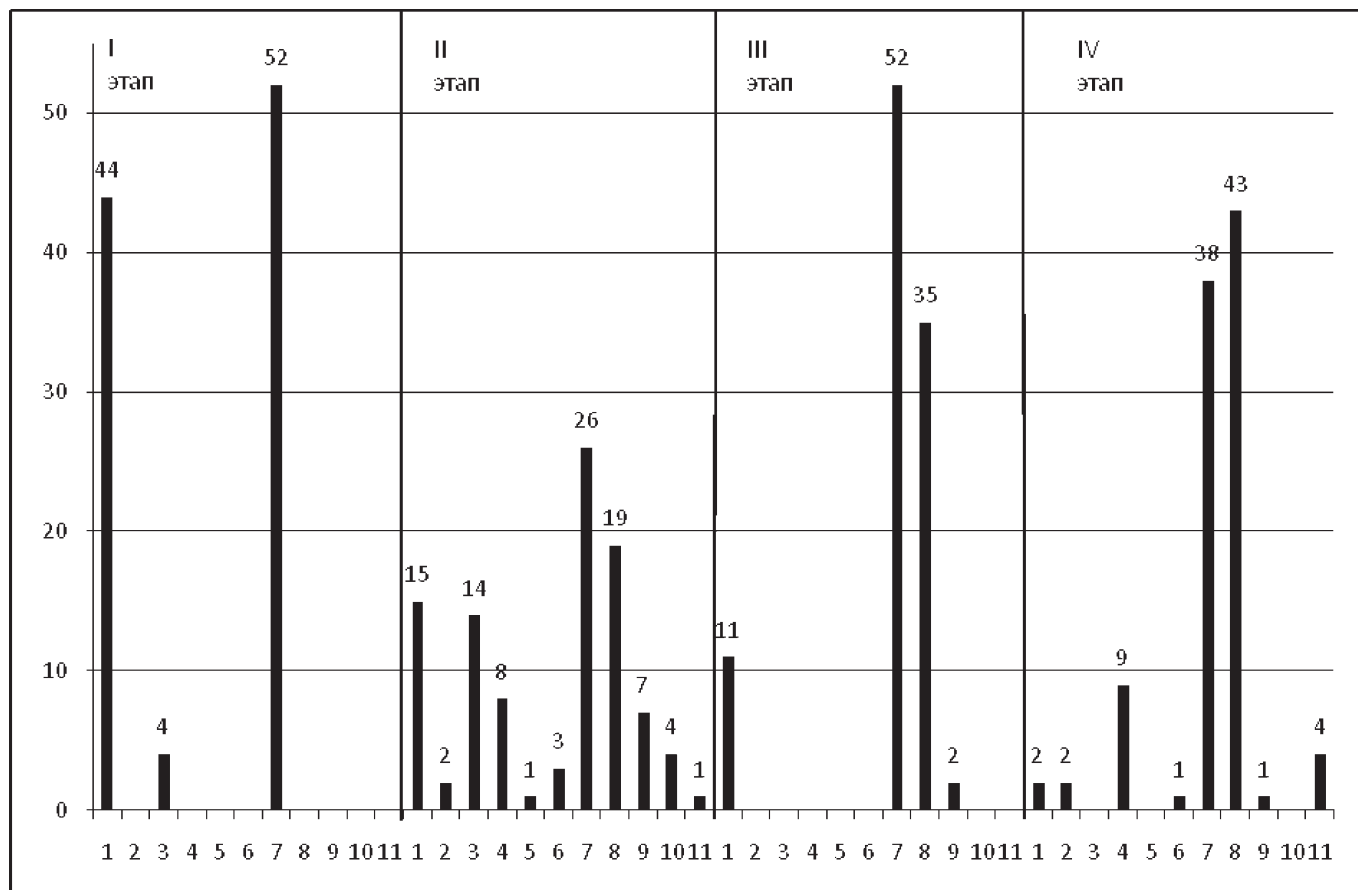
Во второй временной период – 1965–1975 гг. – задания экспериментального тура олимпиад приобрели

## Классификация экспериментальных заданий школьных олимпиад по химии

Номер задачи	Подраздел	Пример задания экспериментального тура олимпиады
Неорганическая химия (19%)		
1	синтез (12%)	Из имеющихся реактивов: кристаллогидрата хлорной меди, меди, соляной кислоты, азотной кислоты, серной кислоты, едкого натра, раствора аммиака, хлорида кальция, сульфата меди, наибольшим числом способов получите хлорную медь в растворе. 1971 г.
2	очистка вещества (2%)	Выданный образец сульфата аммония имеет примесь сульфатов кальция и натрия. Очистите соль аммония от примесей. 1973 г.
3	разделение смеси (5%)	Используя предложенные Вам реактивы, разделите смесь, состоящую из йода, двуокси кремния, поваренной соли, окиси цинка и сульфата трехвалентного железа. 1971 г.
Органическая химия (8%)		
4	синтез (6%)	Получить из ацетата натрия уксусную кислоту. 1965 г. Синтезируйте бутиловый эфир уксусной кислоты. 1966 г.
5	очистка вещества (1%)	В пробирках находится загрязненная бензойная кислота (примеси неизвестны). Выделите чистую бензойную кислоту несколькими методами. 1971 г.
6	разделение смеси (1%)	Выданная жидкость представляет собой раствор фенола в бензоле. Разделите жидкость на индивидуальные вещества. 1973 г.
Аналитическая химия (70%)		
7	качественный анализ (39%)	В семи пробирках без надписей находятся растворы следующих соединений: NaOH, KI, MgSO <sub>4</sub> , AgIO <sub>3</sub> , ZnSO <sub>4</sub> , Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> и MnSO <sub>4</sub> . Надо распознать содержимое каждой пробирки, пользуясь дополнительно лишь раствором индикатора фенолфталеина. Напишите уравнения проводимых реакций, отметьте условия их проведения. Укажите, какими видимыми эффектами сопровождаются реакции. 1989 г.
8	количественный анализ (29%)	Используя стандартные растворы HCl и ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) определите все виды жесткости воды в выданном Вам растворе. Предложите методики их определения. Ответьте на следующие вопросы: Какие виды жесткости воды существуют и чем они обусловлены? Какой из видов жесткости может быть устранен, и как это сделать? 2000 г.
9	приготовление раствора заданной концентрации (2%)	Из данного раствора уксусной кислоты с известной массовой долей этой кислоты приготовьте 200 мл раствора с молярной концентрацией 0,1 моль/л. 1988 г.
Физическая химия (3%)		
10	изучение кинетики процесса (1%)	Экспериментально исследуйте процесс взаимодействия цинка с соляной кислотой. От каких параметров зависит скорость данной реакции? Запишите уравнение зависимости скорости реакции от этих параметров. 1989 г.
11	изучение электрохимии процесса (2%)	Опишите процесс электролиза водного раствора поваренной соли с использованием графитных электродов. Изменится ли результат, если графитные электроды заменить железными? Какие наблюдения и опыты должны подтвердить правильность ваших предположений? Проведите работу. Если нужно, сопроводите свое описание дополнениями или исправлениями. 1965 г.

существенно большее разнообразие, чем в первый (см. рисунок). Однако это разнообразие не отражало, как мы изначально полагали, закрепленное в положе-

нии 1965 г. «содействие улучшению химической подготовки школьников» [1], а было обусловлено организационными обстоятельствами проведения экспери-



Распределение задач экспериментального тура школьных химических олимпиад по разделам и подразделам химии на различных временных этапах (в процентах от общего числа заданий данного периода: I – 32, II – 100, III – 67, IV – 115 задач; нумерация подразделов, обозначенная по оси абсцисс, та же, что в таблице)

ментального тура. Поскольку в те годы на заключительном этапе Всероссийской олимпиады принимали участие до 600–700 школьников, принимающий вуз привлекал все кафедры (неорганической, аналитической, органической и физической химии) для составления заданий и проведения экспериментального тура. Это, по всей вероятности, и явилось причиной разнообразия заданий рассматриваемого периода. Отметим, что выполнение школьниками одного класса очень разных по тематике экспериментальных задач затрудняло объективное сравнение результатов, и они мало влияли на общий балл участника. Итоги подводились в основном по результатам теоретического тура.

Характерное для второго периода разнообразие в заданиях экспериментального тура в третий временной период – 1976–1986 гг. – сменилось их своеобразной «унификацией»: примерно девять из десяти задач этого периода – это задания по аналитической химии (см. рисунок). Очевидно, это обстоятельство не могло быть связано с изменением в конце 1970-х гг. акцентов в целях олимпиад, а именно, усилении вни-

мания на углубление знаний школьников и расширение их кругозора [1].

Как показало изучение нормативных документов, упомянутая «унификация» явилась следствием закрепленного в положении 1975 г. параграфа о централизованном составлении заданий экспериментального тура. Соответствующие задачи стали составляться не кафедрами принимающего вуза, а Центральной методической комиссией олимпиады [7]. Эта комиссия стремилась разработать такие задания, которые, во-первых, можно было бы оценивать по унифицированной системе, а во-вторых, были бы доступны с точки зрения материально-технических возможностей всех вузов. В результате были предложены задачи на качественный (и количественный) анализ со «стандартной» формулировкой типа «В  $n$  пробирках находятся вещества. Предложите способы определения этих веществ с использованием каких-либо реактивов или без них. Проведите это определение».

Такие «формализованные» задания позволили усилить роль экспериментального тура в итоговом ре-

зультате каждого участника олимпиады: отношение баллов за теоретический и экспериментальный тур к концу 1980-х гг. составило 2:1. При этом, несмотря на стандартные формулировки задач в течение одиннадцатилетнего периода, в документах об итогах олимпиад второй половины 1980-х гг. постоянно отмечается, что “у учеников всех классов слаба техника выполнения эксперимента (фильтрование, взвешивание, титрование)” [8]. Частично это было связано с недостаточным вниманием к обучению экспериментальным навыкам в школе, а частично с некоторым усложнением задач третьего периода (особенно в 1980-х гг.) за счет включения в рамки одного задания *нескольких подзадач*, требующих владения различными экспериментальными методами.

В заключительный (четвертый) временной период (1987–2008 гг.) в экспериментальном туре олимпиад задания по аналитической химии составляют более 80%, но после одиннадцатилетнего перерыва вновь появляются задачи по органической и физической химии (рисунок). Интересно отметить, что в 1988 г., по-видимому, в ответ на рекомендацию, изложенную в приказе Министерства просвещения РСФСР от 29.06.1987 г. “больше включать задач с производственным содержанием” [1], на экспериментальном туре Всероссийской олимпиады была предложена следующая задача: “Для производства фармацевтических препаратов сульфата магния (сернокислая магнезия, горькая или английская соль) необходимо весьма тщательно очищать его от примесей тяжелых металлов, например, марганца или железа. Понятно, что в процессе очистки от перечисленных примесей нельзя использовать токсичные реагенты. Предложите оптимальный осадитель для ионов тяжелых металлов, содержащихся в виде небольшой примеси к сульфату магния” (1988 г.) [2].

В рассматриваемый период, как было показано нами в работе [1], развилась (закрепленная еще в положении 1986 г.) тенденция к усилению нестандартности задач, позже прибавилась тенденция к выявлению одаренных детей (положения 1997 и 2003 гг.) [1]. Эти обстоятельства нашли отражение в увеличении трудности задач теоретического [1] и, как показало настоящее исследование, экспериментального туров олимпиад. В этот период трудность экспериментальных задач резко возросла как по сравнению с предыдущими этапами, так и внутри рассматриваемого периода. Для иллюстрации этого заключения можно, например, сравнить задание по физической химии 1989 г. (№10 в таблице) с аналогичным заданием 2005 г.: “Окисление иодид-ионов пероксидом водоро-

да в кислой среде представляет собой многостадийный процесс. Выражение закона действующих масс для скорости рассматриваемой реакции ( $r$ ) выглядит следующим образом:

$$r = k [\text{H}^+]^m [\text{I}^-]^n [\text{H}_2\text{O}_2]^z.$$

Реакция между ионами водорода, иодид-ионами и пероксидом водорода протекает довольно медленно, поэтому этот процесс можно считать лимитирующим. Кинетика реакции первого порядка описывается следующим выражением:  $k = (1/t) \ln C_0/C_t$ . *Задача.* Напишите уравнение исследуемой реакции. При каких условиях эксперимента выражение для скорости реакции ( $r$ ) принимает следующий вид:

$$r = k_{\text{эксп}} [\text{H}_2\text{O}_2],$$

где  $k_{\text{эксп}}$  – экспериментально наблюдаемая константа скорости реакции? Для чего в реакционную смесь добавляют тиосульфат натрия? Напишите уравнения соответствующей реакции. Предложите методику определения константы скорости реакции  $k_{\text{эксп}}$  с использованием имеющихся на столе реактивов и оборудования. Напишите уравнения реакций” [9].

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что корреляция между содержанием заданий экспериментального тура олимпиад школьников по химии и целями, декларируемыми в нормативных документах, выражена в меньшей степени по сравнению с задачами теоретического тура. Тем не менее рекомендации этих документов нашли некоторое отражение в содержании лабораторных задач, что проявилось, например, в появлении задач “с производственным содержанием” в 1988 г. и резком увеличении трудности экспериментальных задач в конце 1980-х гг. Специфической для заданий экспериментального тура чертой является выявленная нами стандартизация их формулировок в 1976–1986 гг.

В заключение отметим, что предложенная в нашей работе классификация заданий экспериментального тура по разделам и подразделам химии может быть использована для последующих аналитических исследований различных аспектов олимпиадного движения по химии.

Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова С.С. Чуранову, М.Д. Решетовой и О.К. Лебедевой за предоставленные материалы и ценные консультации, а также студенту пятого курса А.С. Пахуну за составление электронного варианта базы заданий экспериментального тура олимпиад.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюльков И.А., Зефирова О.Н., Архангельская О.В., Колтырев Д.Ю., Лунин В.В. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. 2008. 49. С. 285.
2. Чуранов С.С. Личный архив.
3. Задачи Всероссийских олимпиад по химии / Под общ. ред. акад. В.В.Лунина. М. 2004.
4. Чернобильская Г.М. // Методика обучения химии в средней школе. М., 2000.
5. Вивюрский В.Я. // Методика химического эксперимента в средней школе. «Химия» (приложение к газете «Первое сентября»), № 27–28, 2003.
6. Зайцев О.С. // Методика обучения химии: теоретический и прикладной аспекты. М., 1999.
7. Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. // Всероссийская олимпиада школьников по химии / Научн. ред. Э.М. Никитин. М., 2005.
8. Приказ Министерства просвещения РСФСР от 29 июня 1987 г. № 116: «Об итогах XIII Всероссийской физико-математической и химической олимпиады школьников 1986/87 учебного года и о порядке проведения олимпиады в 1987/88 учебном году».
9. Методические материалы для проведения пятого (заключительного) этапа Всероссийской химической олимпиады школьников. Задачи экспериментального тура / Под ред. акад. В.В. Лунина. М., 2008.

Поступила в редакцию 12.09.08

## HYSTORICAL AND METHODOICAL ANALYSIS OF THE EXPERIMENTAL ROUND PROBLEMS OF THE CHEMICAL OLYMPIADS FOR SCHOOL STUDENTS

I.A. Tyulkov, O.N. Zefirova, O.V. Arkhangelskaya, M.V. Pavlova, V.V. Lunin

*(Division of general chemistry, Division of Physical Chemistry)*

**The analysis of the experimental round problems of the All-Russia and other chemical Olympiads for school students since 1939 till 2008 was carried out for the search of their texts correlations with the content of the regulatory documents of the period.**

**Key words:** *history of chemical education, Olympiads for school students.*

**Сведения об авторах:** Тюльков Игорь Александрович – доцент химического факультета МГУ, канд. хим. наук (tiulkov@general.chem.msu.ru); Зефирова Ольга Николаевна – доцент химического факультета МГУ, канд. хим. наук (olgaz@org.chem.msu.ru); Архангельская Ольга Валентиновна – доцент химического факультета МГУ, канд. хим. наук (olga.arkh@gmail.com); Павлова Мария Вячеславовна – лаборант химического факультета МГУ (939-33-35); Лунин Валерий Васильевич – декан химического факультета МГУ, зав. кафедрой физической химии, докт. хим. наук, действительный член РАН (vvlunin@kge.msu.ru).