

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ПО ХИМИИ

**Лисичкин Г.В., Карлов С.С.**

*Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова*

Очередной, 18-й по счёту, методический ежегодник химического факультета МГУ было решено посвятить методике составления химических задач и формированию комплектов заданий для самых различных категорий учащихся: школьников, студентов, химиков-олимпиадников от школьного до международного уровня. Редколлегия сборника обратилась к опытным преподавателям химических вузов, прежде всего к сотрудникам химического факультета МГУ, с просьбой поделиться своими соображениями в означенной области.

Любопытно, что несколько известных методистов, имеющих богатый опыт преподавания химии в высшей и средней школе, скептически отнеслись к идее такого сборника. Их отказ связан с мнением о будто бы единственном необходимом требовании к авторам задач – глубокое знание предмета. К тому же придумывание новой задачи – это творческий акт. А творчество не поддаётся регламентированию, то есть оно не подчиняется методическим правилам.

Разумеется, без элемента творчества при составлении толковых оригинальных задач, конечно, не обойтись. Но помимо глубокого знания предмета необходим и грамотный методический подход. Надо,

чтобы задача и комплект заданий отвечали довольно-таки обширному комплексу требований. Обсуждение этого комплекса применительно к каждой конкретной группе школьников и студентов и есть предмет сборника.

Для того чтобы читатели нашего сборника, в первую очередь школьные учителя, получили ясное представление о государственной политике в области контроля знаний старшеклассников, чтобы им были понятны тенденции изменения содержания единого государственного экзамена (ЕГЭ) по химии, редколлегия обратилась к канд. пед. наук ведущему научному сотруднику Федерального института педагогических измерений Д.Ю. Добротину. В его содержательной статье «Составление заданий для государственной итоговой аттестации по химии» логично и конкретно изложена позиция организации, ответственной за содержание экзамена. Учителям будет интересно узнать из первоисточника «Требования к предметным результатам освоения учебного предмета "Химия"», выносимым на промежуточную и итоговую аттестацию», которые выступают в качестве главного показателя образовательных достижений учащихся, а следовательно, и основой для разработки контрольных измерительных материалов ЕГЭ.

Одна из наиболее трудных задач, требующих глубокого знания естественных наук и хорошей методической подготовки – составление заданий для проверки естественнонаучной грамотности. Это межпредметные комплексные задания, основанные на реальном материале. Такие задания используются в международных исследованиях качества образования, наиболее авторитетным из которых является мониторинговое исследование PISA (Programme for International Student Assessment). В исследовании PISA оцениваются образовательные достижения 15-летних учащихся по трём основным направлениям функциональной грамотности: читательской, математической и естественнонаучной.

Качественные «PISA-подобные» задания составляют на основе описания экспериментальных исследовательских работ, новых науч-

ных данных, содержащихся в научно-популярных статьях и даже в диссертациях и патентах. При этом важно избегать лженаучной информации, которая в избыточном количестве содержится в СМИ. Используемые материалы должны быть абсолютно достоверными и, конечно, их необходимо адаптировать, что представляет собой задачу не из лёгких.

В статье доцента Л.И. Асановой подробно рассмотрены требования к составлению заданий в формате международных исследований качества образования и недвусмысленно показано, что задача учителя заключается в том, чтобы подобрать готовые задания и грамотно их использовать в учебном процессе, тогда как конструировать задания должны специалисты.

Понятно, что рассматриваемый тип заданий можно использовать не только для выявления уровня общей естественнонаучной грамотности, но и для контроля знаний по конкретным учебным предметам. Так, в Ивановском государственном университете под руководством профессора Т.П. Кустовой накоплен опыт проектирования заданий по дисциплине «Основы токсикологии». В соответствии с нынешней тенденцией задания называются кейсами<sup>1</sup>, примеры которых можно найти в её статье.

Поскольку естественнонаучная грамотность школьников становится важным критерием оценки работы учителя, важен ответ на вопрос: как ориентировать учебный процесс на эффективное овладение ею? Канд. пед. наук Н.А. Заграничная и канд. физ.-мат. наук заведующий лабораторией естественнонаучного общего образования Института стратегии развития образования Российской академии образования А.Ю. Пентин предлагают насытить учебный процесс проблемными ситуациями, в которых становится необходимым применение познавательных учебных умений для решения специально разработанных заданий. Опытный учитель в каждой учебной теме найдёт ситуа-

---

<sup>1</sup> Современный кейс представляет собой единый информационный комплекс, включающий, как правило, три компонента: описание конкретной ситуации; задания к кейсу; справочную информацию, необходимую для анализа кейса.

ции, интересные подросткам, поможет выделить проблему, предложит ученикам сформулировать гипотезы о способах решения этой проблемы. Вместе они определяют недостающие знания, учитель поможет усвоить новую информацию, и на этой основе ребята смогут проверить свои гипотезы и сделать выводы. Этот классический путь научного познания должен стать ориентировочной основой учебной деятельности школьников.

Авторы справедливо полагают, что реальное повышение уровня естественнонаучной грамотности российских школьников произойдёт тогда, когда в содержание каждого естественнонаучного предмета как равноправный компонент войдёт обучение учащихся решению различных учебно-исследовательских проблем.

Уже традиционно в наших ежегодниках канд. хим. наук Д.М. Жилин анализирует зарубежную методическую литературу. В этот раз он рассматривает работы англоязычных авторов, посвящённые проблеме конструирования расчётных задач по химии с позиций когнитивной психологии. Используя принципы этого раздела педагогической психологии, Д.М. Жилин выдвинул и реализовал идею «пирамидального задачника». Задачник состоит из задач увеличивающейся сложности. Причём к каждой сложной задаче даются более простые, совместное решение которых позволяет решить сложную. Более простые разбиваются ещё детальнее и так далее. Если школьник способен решить сложную задачу, он может даже не читать условия более простых. Если не способен – пытается решить более простые, а решив их, возвращается к более сложной. Так задачи разбиваются до элементарных.

Существенно, что педагогический эксперимент, проведенный Д.М. Жилиным в рамках подготовки школьников к олимпиадам и ДВИ, дал положительные результаты.

В настоящее время, в соответствии с Законом об образовании, отбор абитуриентов в отечественные вузы осуществляется на основе суммы баллов ЕГЭ поступающего, а не по результатам вступительных

испытаний. При этом Московскому университету в порядке исключения дано право проводить один дополнительный внутренний экзамен, баллы за который суммируются с баллами ЕГЭ абитуриента. Таким образом, подавая документы на химический факультет МГУ, поступающий предоставляет свои баллы ЕГЭ по химии, математике (профильного уровня), физике и русскому языку, и затем участвует в дополнительном письменном вступительном испытании (ДВИ) по химии, которое проводится летом в МГУ. Для поступающих на химический факультет МГУ дополнительные испытания по физике и математике в стенах университета не предусмотрены. Вместе с тем известно, что в последние 30 лет наблюдается снижение уровня знаний по физике и математике у студентов, зачисляемых на первый курс химического факультета. Студенты-химики испытывают затруднения при изучении химических дисциплин, требующих хорошей физико-математической базы (например, квантовой механики и физической химии). Корень проблемы лежит в уровне базовой школьной подготовки по соответствующим предметам, который проверяется только посредством ЕГЭ, что не соответствует целям отбора в университет, студенты которого должны получить фундаментальное естественнонаучное высшее образование. Таким образом, при отсутствии дополнительных вступительных испытаний по математике и физике на химическом факультете возникает проблема оценки реального уровня знаний абитуриента. В статье доцента О.Н. Рыжовой с соавторами описано реализуемое под её руководством решение этой проблемы – насыщение химических заданий ДВИ элементами математического и физического содержания. Необходимо иметь в виду, что аналогичная проблема существует и на других факультетах МГУ, прежде всего на биологическом.

Методические особенности составления химических задач для школьников Специализированного учебно-научного центра (СУНЦ) МГУ подробно изложены в статье его преподавателей доцента Н.И. Морозовой и старшего преподавателя О.В. Колясникова.

Авторы обоснованно полагают, что обычные задачи из учебников и сборников недостаточны для профильного обучения школьников СУНЦ. Учащиеся СУНЦ – это мотивированные ребята с хорошими базовыми знаниями, которые интересуются естественными науками и считают их серьёзное изучение необходимым для своей будущей профессии. Воспроизведение изученного материала и комбинирование исходных данных в ограниченных рамках условия задачи тренирует способность воспроизводить материал и решать типовые задачи. Это необходимый элемент обучения, но к развитию научного мышления он имеет косвенное отношение. Использование олимпиадных задач помогает не всегда: зачастую они отрабатывают те же навыки, но при этом – на неоправданно усложнённом материале. Гораздо более ценны задания с открытым ответом («Предложите способ...», «Обоснуйте...», «Объясните...», «Предскажите...») – от простых вопросов до многоуровневых творческих заданий. В статье рассмотрены типы задач по химии, специально разработанные авторами для развития у школьников навыков научной деятельности: задачи «с открытым условием», решаемые с помощью справочной литературы, и задачи, в основе которых лежат оригинальные научные тексты известных учёных.

Отдельная проблема – это составление задач и комплектов заданий для химических олимпиад различных этапов – от школьных до международных. Составление новой задачи – процесс творческий, а значит, глубоко индивидуальный, но, в то же время, есть несколько общих правил, которые обязательно должны выполняться, для того чтобы задача считалась хорошей и правильно «работала», то есть выполняла то, для чего предназначена. Применительно к химическим олимпиадам высших этапов эти правила доказательно сформулированы в чрезвычайно обстоятельной статье профессора В.В. Ерёмкина.

Не секрет, что зачастую составление олимпиадных задач поручают амбициозным студентам и аспирантам, которые оторваны от школы. Составленные ими задачи соответствуют единственному тре-

бованию – «завалить» всех, что, бывает, и реализуется. В итоге и у школьников, и учителей интерес к олимпиадам пропадает. Среди участников олимпиад начальных этапов всегда присутствует некоторое количество слабых учащихся, которым многие задания оказываются не под силу. Понятно, что школьник, не справившийся ни с одной из задач, получает психологическую травму и может надолго потерять веру в свои силы и возможности. Такой результат крайне нежелателен и его необходимо избегать. Поэтому в комплект заданий обязательно должны быть включены одна-две очень простые, так называемые «утешительные» задачи. Практика показывает, что упомянутый приём оказывается весьма эффективным как на школьном, так и на более высоких уровнях. С другой стороны, полезно включать в олимпиадное задание одну сложную дифференцирующую задачу, доступную только хорошо подготовленным ученикам.

Опыт передовых учителей химии показывает, что основная цель школьного этапа олимпиады – вызвать у детей интерес к предмету. Анализу этого опыта посвящена публикация профессора Г.В. Лисичкина.

Давно стало тривиальным утверждение о том, что химия наука экспериментальная, поэтому эффективность обучения «бумажной химии» близка к нулю, а изучение химии без лабораторного практикума – пустое дело. Применительно к химическим олимпиадам это означает необходимость проведения экспериментального тура. В нынешних условиях организовать экспериментальный тур школьной олимпиады непросто, но учителя-энтузиасты, тем не менее, его проводят. Вместе с тем на химических олимпиадах высших этапов экспериментальный тур обязателен.

Принципы составления задач экспериментального тура Всероссийской химической олимпиады подробно обсуждены в статье доктора хим. наук В.В. Аляри и его соавторов. Задания экспериментального тура Международной химической олимпиады и Менделеевской (международной) химической олимпиады – предмет статьи профессора А.К. Гладилина.

В нашей стране довольно широкое распространение получило заочное онлайн-обучение химии. Работает несколько платформ, охватывающих в совокупности сотни тысяч школьников (и учителей), желающих повысить уровень образования. Специфика составления заданий по химии на платформе «Фоксфорд» рассмотрена в статье Ф.А. Жукова и канд. хим. наук М.В. Матвеевой. Отличительная черта используемых при онлайн-обучении заданий – преимущественная компьютерная проверка их выполнения, что предполагает ряд ограничений: формализм процедуры ввода ответа, наличие однозначного решения, контроль конечного результата, а не хода решения. Создание автоматически проверяемых олимпиадных задач без потери их качества представляет собой сложное дело, требующее высокой квалификации и творческого подхода.

Не требует доказательств утверждение о том, что ключевая проблема системы народного образования – подготовка квалифицированных, высокообразованных и увлечённых учителей. Один из компонентов этой подготовки – обучение составлению (и, конечно, решению) задач. Редколлегия пригласила поделиться опытом представителей двух передовых педвузов – Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск) и Новосибирского государственного педагогического университета.

Как справедливо отмечают доцент М.Ж. Симонова, профессор С.Г. Левина и их соавторы, работы по методике составления химических задач не многочисленны, необходимость обучения составлению задач в предметном обучении никем не отрицается, но в практике обучения химии в педагогическом вузе системно не используется. Формирование умений школьников решать задачи по химии связано не только с умением самого учителя решать химические задачи, но и с владением учителем химии приёмами их составления. Только в этом случае он сможет осмысленно развивать умение решения задач у школьников. Авторы всесторонне рассмотрели методические

и организационные аспекты проблемы обучения будущих учителей составлению химических задач.

Профессор Г.С. Качалова подробно описала опыт методической подготовки бакалавров-химиков в Новосибирском педагогическом университете. В её статье приведены примеры оригинальных методико-химических задач.

Открытое множество учебных химических задач, включающее задания для средней и высшей школы, а также комплекс олимпиадных задач, нуждаются в классификации и типологизации. В работе доцентов О.В. Андриюшковой и А.А. Будановой предпринята попытка найти критерии, которые позволят построить типологию качественных и количественных задач по химии, чтобы поделить их по сложности (предметной, математической и деятельностной) и помочь преподавателю не только правильно отобрать материал, но и дифференцировать учебный процесс в соответствии с поставленными целями обучения.

Поскольку весьма значительная часть наших читателей-учителей преподаёт смежные с химией дисциплины, прежде всего биологию, редколлегия сочла необходимым привлечь в авторский коллектив сборника канд. биологических наук С.В. Багоцкого, который подготовил чрезвычайно интересную и яркую статью об учебных задачах по биологии для школьников. Приведённые в статье примеры задач и заложенные в них идеи могут быть с успехом использованы в практике учителей всех школьных предметов.

Опыт проведения выпускных испытаний по химии в США и Великобритании исследует аспирант А.Ф. Насонов. Хотя химию как самостоятельный учебный предмет преподают лишь в трети средних школ США, в лучших из них форма и содержание этих испытаний представляет для нас определённый интерес. Важные особенности содержания экзаменов состоят в выделении ключевых идей, организации этих идей в иерархическую структуру и структурирование всего содержания вокруг этих идей. Требования к содержанию формулируются на языке действий: форма отдельных заданий представлена в ви-

де набора взаимосвязанных вопросов, которые аутентичны той деятельности, готовность к которой проверяется.

Не все аспекты методики составления задач для средней и особенно высшей школы удалось осветить в ежегоднике. Так, редколлегия не смогла найти авторов, которые бы поделились опытом составления заданий для химических турниров студентов и школьников.

Составлением интересных и содержательных задач для контрольных работ систематически занимаются преподаватели кафедры органической химии химического факультета МГУ, но редколлегия не удалось привлечь авторов, способных рассказать об этой работе.

Вероятно, за пределами сборника оказались и некоторые другие немаловажные стороны проблемы.

По сложившейся за много лет традиции ежегодник завершает раздел «Сведения об авторах», представляющий собой перечень экспертов в области высшего и среднего химического образования.

Надеемся, что материалы ежегодника будут полезны для широкого круга преподавателей высшей и средней школы.