

## Химический эксперимент в российских школах

Д. М. Жилин

*ДЕНИС МИХАЙЛОВИЧ ЖИЛИН — кандидат химических наук, сотрудник Московского института открытого образования и преподаватель средней общеобразовательной школы № 192 (Москва).  
E-mail zhila2000@mail.ru*

### Роль химического эксперимента: традиции и современность

До недавнего времени проведение химического эксперимента в школе было настолько необходимо, что этот вопрос даже не обсуждался. Однако за последние двадцать лет в подходе к школьному химическому эксперименту произошли принципиальные изменения, связанные с тем, что стали доступны видеозаписи экспериментов и программы для проведения имитационных экспериментов (при которых учащиеся «проводят реакции» на экране монитора); усилилась озабоченность (часто чрезмерная) проблемами безопасности школьников, что проявляется в попытках оградить их вообще от любого риска. Длительное время материально-техническое оснащение школ было таким, что эксперименты де-факто не проводились, и культура школьного химического эксперимента в значительной мере деградировала.

В результате появились суждения, что эксперимент в школе не нужен вообще или его можно заменить имитациями и видеозаписями. В связи с этим возникают вопросы.

В какой мере нужен реальный химический эксперимент?

Можно ли его заменять имитациями или видеозаписями (и если да, то в какой мере)? Если же реальный химический эксперимент все же необходим, то на какие аспекты обучения химии эксперимент влияет, а на какие — нет?

Как наиболее эффективно включить эксперимент в курс химии, и каковы критерии эффективности?

Как наиболее эффективно организовать эксперимент и каковы критерии эффективности?

Каков оптимальный набор химических экспериментов в курсе?

Каков наиболее эффективный дизайн инструктивных материалов для школьного эксперимента?

При обсуждении этих тем следует принимать во внимание финансовую сторону выбора между химическим экспериментом, имитацией эксперимента, видеозаписями (или принятию полное отсутствие химического эксперимента). Производители имитационных программ и видеозаписей продвигают свои продукты, производители оборудования для реального эксперимента — свои, а желающие потратить деньги на красивые

заванески в кабинете стараются вообще поставить необходимость эксперимента под сомнение.

Отечественная педагогическая школа почти не дает ответы на поставленные выше вопросы. В зарубежной методической литературе также почти нет ответов на них. В этом разделе приведен критический обзор имеющихся материалов по данным вопросам вкупе с моими собственными наблюдениями, которые основаны на моем пятнадцатилетнем опыте организации химического эксперимента в самых разных видах в школах Москвы и в системе дополнительного образования.

Аргументы, по которым «живой» химический эксперимент все-таки необходим, мы разделим на три группы: аксиологические (эксперимент как самостоятельная ценность и деятельность, обладающая личностной значимостью [1]); общеутилитарные (формирования меж- или надпредметных умений и навыков) и инструментальные (эксперимент как инструмент, способствующий познанию тех или иных понятий и теорий в химии).

### Аксиологическая роль химического эксперимента

Аксиологическая группа аргументов как таковая рассматривается и обсуждается в российской и зарубежной литературе сравнительно с недавнего времени.

Первая задача химического эксперимента, имеющая собственную познавательную ценность — разгадать, что же образуется в результате. Коль скоро для многих детей ценностью является решение головоломок или прохождение квестов на компьютере (что оно является ценностью, подтверждается огромными объемами продаж квестов), то здесь перед нами реальный квест, причем с неизвестным заранее результатом. Коль скоро для многих ценностью является наблюдение событий с непредсказуемым результатом (например, прямой трансляции футбольных матчей), то химический эксперимент может быть ценностью как такое событие. Видеозаписи и имитационные эксперименты в этом случае неприемлемы по той же причине, по которой футбольные болельщики не любят смотреть футбол в записи.

Химический эксперимент обладает также эстетической ценностью — многие эксперименты так или иначе воздействуют на чувство прекрасного (положительно или отрицательно).

Самоценность химического эксперимента подтверждается следующими наблюдениями.

Различные наборы «Юный химик» имеют несомненно коммерческий успех. Так, разработанный автором мною [2] набор «Юный химик» из серии «Научные развлечения» ежегодно расходуется тиражом в несколько тысяч экземпляров [3]. Основная масса потребителей — родители школьников 8—14 лет, то есть того возраста, когда химии в школе ещё нет и аттестация не может являться мотивацией для покупки достаточно дорогостоящего набора (около 2,5 тысяч руб.). При этом из всех образовательных наборов серии «Научные развлечения» (в том числе и других разработанных мною наборов) набор «Юный химик» наиболее популярен (хотя этот факт можно интерпретировать по-разному).

Я много лет внедряю химический эксперимент в школе №192 г. Москвы и по отзывам моих учеников химический эксперимент — один из наиболее запоминающихся компонентов обучения. Школьники неоднократно подчеркивали свое положительное к нему отношение, хотя затруднялись ответить, чем же он им так полезен.

В течение пяти лет раз в неделю школьники восьмого и девятого биолого-химического класса школы №192 г. Москвы посещают необязательные (и нецениваемые) лекции, которые я читаю и при этом демонстрирую различные эксперименты, объясняя какие химические понятия и закономерности отражают эти эксперименты.

Школьники десятого класса нашей школы в течение двух лет раз в две недели могут посещать необязательные занятия по органическому синтезу. Когда я поделился с ними проблемой выставления оценок за эти занятия, школьники сами предложили (и консенсусом согласились), чтобы оценки за эти занятия им не ставили вообще. Учитывая, что получаемые ими в ходе практических работ знания, умения и навыки практически не востребованы ни при каких формах аттестации, объяснить их мотивацию иначе, как личностной самоценностью химического эксперимента, я не могу.

Учащиеся нашей школы, если у них долго нет практических работ, просят проводить их.

В ответ на вопрос «Для чего на уроках химии проводят эксперименты» многие учащиеся отвечают «чтобы было интересно» [4].

Подтверждением эстетической ценности химического эксперимента могут быть следующие аргументы.

Наблюдая или проводя эксперименты, школьники часто выражают свое отношение к ним возгласами типа «ух, как красиво!». Интересное наблюдение по этому поводу сделано мною в 2011 году, когда школьники XI биолого-химического класса три занятия подряд проводили химические эксперименты по разным темам, которые могут встретиться на олимпиадах. Если работы по исследованию свойств газов и солей металлов они проводили достаточно спокойно, то в ходе работы по теме «соединения хрома» школьники (несмотря на большой опыт практических работ за плечами) бурно выражали свое восхищение, наблюдая многочисленные цветовые переходы. Из всех экспериментов школьники лучше всего запоминают наиболее яркие. При этом эксперименты могут быть как красивыми, так и незастычными.

Опрос школьников по окончании органического практикума десятого класса показал, что лучше всего они запомнили синтез аллилгорчичного масла, обладающего отвратительным запахом. Личностная значимость химического эксперимента подтверждается В.С. Полосиным [5]. На основе собственных наблюдений он отмечает, что описание опыта неизменно вызывает у учащихся научный интерес. Более того, по темам, относительно которых Полосин делился ярким личным опытом, учащиеся показывают наилучшие знания на экзамене. В настоящее время личностную значимость химического эксперимента исследует (и подтверждает) В.В. Загорский.

Из всего изложенного здесь следует простой вывод: химический эксперимент нужно проводить, поскольку он представляет собой самостоятельную ценность и лично значим для школьников. Ни имитации, ни видеозаписи его не заменят. Естественно, эксперименты следует ставить так, чтобы их самостоятельная ценность и личностная значимость была максимальной.

### Общеутилитарная роль химического эксперимента

Эксперимент — это способ взаимодействия с окружающим миром. Умение ставить эксперименты и интерпретировать их результаты есть важнейший надпредметный навык, потому эксперименты обладают общеутилитарной ценностью. Формирование такого умения отмечал В.С. Полосин [6]. Имитационный химический эксперимент не может заменить реальный, поскольку в реальном гораздо больше возможных исходов, чем в имитационном. Например, компьютерные имитации взаимодействия растворов  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{NaOH}$  ограничиваются схемой образования продукта  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Между тем реальное взаимодействие может привести не только к этому продукту, но и к основным солям и гидроксокомплексам меди [7].

Важную роль эксперимента в формировании научно-материалистического мировоззрения учащихся отмечал Л.А. Цветков [8]. К сожалению, строгих исследований влияния школьного химического эксперимента на мировоззрение не проводили ни в России, ни на Западе (в английском языке даже нет корректного эквивалента слову «мировоззрение»). На Западе в этом ключе исследуется роль эксперимента в формировании представлений о науке и научной работе. Результаты [9] показали, что комментарии студентов (опрошено 368 человек) относительно реальных ситуаций в исследованиях весьма далеки от научных.

Один из конструктивистских подходов вообще предусматривает вести обучение школьников так, чтобы они повторяли реальную научную работу (authentic practice), однако результаты этой деятельности более, чем спорны. В первую очередь это объясняется перегрузкой рабочей памяти, поскольку научная работа требует, как правило, оперирования большим количеством сложных объектов [10].

Важность формирования экспериментальных умений и навыков учащихся отмечали Д. М. Кирюшкин и

В.С. Полосин [11], однако вероятнее навыки проведения химического эксперимента имеют лишь вспомогательное значение. Гораздо важнее, что задачи химического эксперимента могут быть использованы как инструмент развития технического творчества (на уровне самостоятельного конструирования и сбора экспериментальных установок), но это направление ни в российской, ни в зарубежной методической литературе не рассматривается.

Как это ни парадоксально, эстетическая ценность химического эксперимента может плавно перейти в утилитарную. Так, Ю. В. Чайковский [12] выдвинул идею, что на основе эстетических чувств формируются ряды и аналогии в далеких друг от друга областях, т.е. эстетические чувства оказываются одним из надпредметных инструментов познания мира. Dahlin [13] утверждает (скорее на основе философских рассуждений), что чувственное, эстетическое восприятие облегчает научную идеализацию мира. На этом основании они выступают против подходов, уделяющих излишнее внимание формированию концептуальных знаний. И хотя границы применимости такого «диатропического» подхода не исследованы, он в какой-то мере может оказаться полезным.

### Инструментальная роль химического эксперимента

Советская педагогическая школа (формировавшаяся до компьютерной революции и распада СССР — причин, вызвавших перечисленные выше изменения в отношении к школьному химическому эксперименту) формулирует ряд инструментальных функций химического эксперимента. Будучи вполне разумными, они по большей части настолько обобщены, что построить на их основе непротиворечивые практические рекомендации с указанием границ их применимости довольно сложно. Кроме того, эксперименты по установлению границ применимости тех или иных рекомендаций в СССР и России практически не проводились, и большая часть выводов базируется на недокументированном опыте учителей.

Так, Д. М. Кирюшкин и В. С. Полосин [11] эксперименту отводят главным образом роль закрепления и улучшения знаний через уточнение понятий путем выделения существенных признаков и обучение применению знаний в решении экспериментальных задач. По Цветкову [8] химический эксперимент имеет и познавательную роль, которая, однако, ограничена восполнением пробелов в чувственном опыте учащихся ибо эксперимент, по Цветкову, относится к средствам наглядности.

Гальбых с сотр. [14] отмечает значение эксперимента в развитии личности ученика через применение не только умственной, но и наблюдательной и моторной деятельности. Эксперимент помогает овладеть общими методами работы и умением решать различные проблемы. Авторы отмечают также развитие навыков принятия решения, для чего нужны не просто знания и умения, но и способность выбирать необходимые из имеющихся. Можно сказать, что эксперимент развивает ком-

петентность учащихся. К сожалению, Гальбых не приводит никаких экспериментальных подтверждений вышеуказанным суждениям.

Таким образом, советская педагогическая школа достаточно четко ставит школьный эксперимент в след теории (сводя его роль к закреплению, усовершенствованию и использованию знаний). Хотя более старые работы советской методической школы (цит. из [11]) видели роль эксперимента в изучении нового материала, однако односторонность этого подхода вызывала нарекания. Советская школа придает большое значение целеполаганию в постановке эксперимента, причем цель ставится учителем в соответствии с дидактической ролью эксперимента.

Однако ряд наблюдений (часть из них сделана мною, другую часть может провести любой учитель) показывает, что собственная познавательная активность школьника никак не укладывается в обозначенные выше рамки. Так, если школьникам, только начинающим изучать химию, выдать набор веществ, даже обозначив какую-то цель, они очень быстро начнут смешивать все подряд или спрашивать «а что будет, если мы смешаем это с тем?». После демонстрации некоторых опытов (например, «аммиачного фонтана») школьники загораются желанием повторить его самостоятельно. Если им предоставить такую возможность, они с переменным успехом опыты повторяют. Более успешные школьники также выражают желание провести ряд опытов самостоятельно. Как правило, речь идет о получении веществ с интересными свойствами (например, оксида серы(IV), меркаптанов, иодида азота и т.д.). Подобное поведение никак не укладывается в рамки вторичной, иллюстративной роли химического эксперимента. Зато прекрасно укладывается в рамки познавательной игровой деятельности, которое, по Осориной [15] есть движущая сила познания мира, по крайней мере в детском возрасте (а по нашим наблюдениям — вплоть до VIII—IX класса).

На Западе давно осознали первичность экспериментальной деятельности в познании мира. Там весьма популярны различные конструктивистские подходы, эксплуатирующие «естественное любопытство» школьников: обучение через открытие (discovery learning), обучение по интересу (inquire-based learning) проявляют излишнюю крайность, рассматривая естественное любопытство в качестве единственного движущего фактора обучения (что приводит к критике, например в работе [16]); в определенных границах это, видимо, эффективно.

В соответствии с конструктивистским подходом (и в этом он смыкается с когнитивными теориями), большинство научных принципов коренятся в эмпирической реальности, и через процесс классификации устанавливается внутренняя связность и согласованность с какой-либо областью жизненного опыта [17]. Это экспериментально подтверждено авторами [18], которые, путем опроса студентов и с помощью тестов показали, что демонстрационный эксперимент фиксирует внимание

студентов, вызывает любопытство, а также способствует лучшему концептуальному пониманию. Улучшение концептуального понимания студентов, которым демонстрировали химические эксперименты по сравнению с теми, кому их не демонстрировали, подтверждается многочисленными работами [см., например 19].

Еще одна важная роль химического эксперимента — организация когнитивного конфликта [20]. Когнитивный конфликт заключается в передаче школьнику опыта, который не объясняется имеющимися у него знаниями и представлениями. В результате возникает (по Пиаже) состояние выхода из равновесия, побуждающее для возврата в него изменить теории или представления. Однако организация когнитивного конфликта есть довольно сложная задача — когнитивный конфликт возникает далеко не у всех школьников, а неграмотная постановка эксперимента вместо организации когнитивного конфликта способна просто запутать школьников.

Индивидуальный эксперимент также способен вызывать когнитивный конфликт. Как показало исследование авторов [21], анализирувавших диалоги студентов при выполнении практических работ по электрохимии, студенты в ходе выполнения сами ощущали ложность своих представлений, что иногда стимулировало их рассуждения.

Интересен опыт организации когнитивного конфликта, подводящего школьников к принципам научного познания и обработки научной информации [4]. Школьникам показывают видеоролик, в котором наполняют стакан водой, опускают в него две батарейки «на 30—40 минут» и затем поджигают воду. Когда школьники пытаются повторить этот эксперимент и им это не удается, они понимают, что их обманывают и осознают, что не всему опубликованному можно верить.

И, наконец, замечание, которое я никогда не встречал в литературе, но которое следует из всего моего профессионального опыта. Урок, на котором проводится химический эксперимент, при условии грамотной организации и надлежащих инструктивных материалов, требует от учителя гораздо меньше усилий, чем «обычный» урок. Бремя организации работы и мыслительного процесса школьника переносится с учителя на инструктивный материал, а бремя мотивирования несет материал сам по себе.

Подытоживая, можно сформулировать инструментальную роль химического эксперимента, которая сводится к тому, что эксперимент:

- способствует увеличению интереса к химии;
- формирует концептуальное понимание на основе эмпирической реальности;
- это мощный инструмент организации когнитивного конфликта;
- является организующим фактором, облегчая работу учителя на уроке.

Тем самым химический эксперимент должен не подтверждать или иллюстрировать теорию, а формировать ее. Это значит, что эксперимент должен идти преимущественно впереди теории. Эффективность

использования средств наглядности перед теоретическим объяснением (для школьников, кроме самых сильных, для которых порядок не имеет значения) подтверждена Ахметовым с сотр. [22]. К сожалению, этот подход к химическому эксперименту в России практически не реализуется, исключение составляет учебно-методический комплект издательства «Бинном» [23]. Такой же подход был использован при создании набора «Юный химик» [2] и, как было отмечено выше, коммерческий успех этого набора косвенно свидетельствует в пользу адекватности этого подхода.

### **База для химических экспериментов в российских школах**

#### *Юридическая база*

Говорить о наличии серьезной юридической базы химического эксперимента в современной российской школе сложно по целому ряду причин. С одной стороны, это полная юридическая безграмотность подавляющего большинства учителей, административных работников и низовых сотрудников органов народного образования. С другой стороны, отсутствие внятной и поддерживаемой обществом законодательной политики в области образования. В результате отдельные положения законодательства, подзаконные акты и правоприменительная практика периодически противоречат друг другу, а все это вместе — здравому смыслу и интересам общества, так что многие учителя и школьная администрация стараются вообще избавиться от химического эксперимента.

В идеале юридическая база должна регламентировать следующие аспекты школьного химического эксперимента:

- 1) какие эксперименты и в каком количестве проводить;
- 2) как оценивать их эффективность и соотносить с аттестацией школьников;
- 3) кто и в какой мере оплачивает расходы на химический эксперимент (оборудование, реактивы, подготовку работ и т.п.);
- 4) меры обеспечения безопасности эксперимента без ущерба для его качества;
- 5) меры по эффективному использованию оборудования и реактивов.

Разберем состояние юридической базы по перечисленным выше пунктам.

Количество и набор химических экспериментов регламентируется Государственным стандартом общего образования (VIII—IX класс) и Государственным стандартом полного образования (X—XI классы). Действующий в настоящее время Стандарт полного образования в части обязательного минимума содержит раздел «Экспериментальные основы химии», который может быть освоен школьниками только в рамках практических работ. Данный стандарт включает также требования к экспериментальным умениям школьников (даже на базовом уровне). Аналогичные требования содержа-

лись в Стандарте общего образования, который действовал до 2011 года. При этом школа в соответствии с Законом об образовании свободна в выборе программы. Таким образом, если эксперимент есть в утвержденной программе, его проводить можно и нужно. Прямого запрета на проведение экспериментов, не входящих в школьную программу, равно как и прямого разрешения нет.

Несмотря на то, что стандарт в явном виде требует от школьников сформированности экспериментальных умений, эти умения никак не проверяются. В подходе к организации их проверки в формате ГИА и ЕГЭ обнаруживается юридическая коллизия. С одной стороны, на итоговой аттестации по предмету не допускается присутствие учителей-специалистов в данном предмете. С другой стороны, такие специалисты требуются по нормам техники безопасности. Эту коллизию можно было бы разрешить, допустив присутствие специалистов на этапе проверки экспериментальных навыков, или сформировав экспериментальные задания с включением условий их проведения, что позволило бы неспециалистам принимать необходимые решения по обеспечению безопасности эксперимента. Однако на данный момент этим никто не озабочен, поэтому проверка экспериментальных навыков и умений выпадает из всех форм итоговой аттестации.

Еще более запутана ситуация с юридическими основаниями материально-технического обеспечения школьного практикума по химии. По сути дела оно не регламентировано. Нормативы финансирования отсутствуют и, главное, непонятно, на чем они должны основываться. Периодически появляются перечни оборудования и реактивов для кабинета химии, однако ни у одного такого перечня нет юридического статуса. Обоснованность этих перечней вызывает вопросы. Доходит до смешного: из перечня в перечень кочует вещество «меди гидроокись», которое в принципе не хранится в склянках, поскольку при хранении превращается в оксид. Но самая большая юридическая проблема — соотношение (хотя бы предполагаемое) этого перечня с финансированием. Непонятно, являются ли требования перечней минимальными (т. е. все, что входит в него, должно быть профинансировано в обязательном порядке и еще что-то сверх того) или максимальными (то что не входит в перечень, финансироваться не должно, а то что входит — по возможности).

Вполне очевидно, что не может быть единого перечня оборудования и реактивов для всех кабинетов химии хотя бы потому, что существует более десяти утвержденных программ по химии, экспериментальное наполнение которых сильно различается. Представляется разумным, чтобы такой перечень с нормами расхода реактивов определялся программой и тем самым оборудование и реактивы были бы частью учебно-методического комплекта. Отмечу, что мною был составлен учебно-методический комплект, соответствующий перечню [24], однако юридического статуса у него по-прежнему нет.

Де-факто школы в России не могут приобрести необходимое им оборудование. Если оборудование и реактивы поставляются, то их оплачивают органы образования. Недопустимо, что контроль за качеством поставляемого оборудования (в том числе и за соответствием его дидактическим задачам) отсутствует. Так, среди поступивших в школы Москвы реактивов попадались «основной карбонат меди», который не разлагался при нагревании, и «серная кислота», напоминавшая по виду деготь.

Наиболее тяжелая ситуация связана с вопросами обеспечения разумной безопасности при проведении химических экспериментов. Как показывает практика, предписываемые меры приводят к тому, что многие учителя (сами или по настоянию школьной администрации) вообще отказываются от проведения химического эксперимента. Вопросы безопасности регулируются двумя документами: «Правила техники безопасности для кабинетов (лабораторий) химии общеобразовательных школ Министерства просвещения СССР» (введена Приказом Министерства просвещения СССР от 10 июля 1987 года № 127) и Правилами противопожарной безопасности ППБ 01-03. Инструкции в целом вполне разумные (хотя в «Правилах» есть ряд откровенно непродуманных моментов). Однако помимо этого существуют многочисленные и разрозненные статьи в законах и подзаконных актах, касающихся требований к безопасным условиям труда, на которые практически никто не ориентируется. Зато в среде педагогической общественности активно ходят слухи о судебных процессах против учителей (не обязательно химии) по всяким надуманным поводам, каковые процессы учителя проигрывают. Такие слухи (особенно если они обоснованы) говорят о том, что реально вопросы безопасности юридически не прописаны.

На мой взгляд, в деле юридического обеспечения безопасности в школах есть несколько концептуальных проблем, которые хотелось бы здесь рассмотреть.

Первая концептуальная проблема заключается в установлении границ допустимых рисков. Очевидно, что поскольку процесс обучения есть процесс познания нового, то такой процесс никогда не бывает абсолютно безопасен. При проведении химического эксперимента школьники могут обжечься, прожечь одежду и т.п. Считать ли волдырь площадью 1 см<sup>2</sup> допустимым? Как показывает мой опыт общения со школьниками; в подавляющем большинстве они относятся к подобного рода травмам спокойно. Однако у отдельных родителей такие травмы вызывают тревогу. В результате меры безопасности направляются на предотвращение всякого риска, что можно достичь, исключив эксперимент вообще. При этом, проработав до семнадцати лет в безопасной среде, не приобретя чувства опасности и навыки безопасного поведения, юноши через год после окончания школы идут в армию — среду, которая не может быть безопасной по определению. Ведь сколько несчастных случаев в армии связано с тем, что у вчерашних школьников отсутствует чувство опасности.

Вторая концептуальная проблема заключается в необходимости учета индивидуальных особенностей учащихся, как поведенческих, так и физиологических. Очевидно, что среди учащихся есть некоторое количество аллергиков, астматиков и других, страдающих прочими заболеваниями, которым противопоказано общение с отдельными (или многими) веществами. Вопрос о степени такой опасности оставим за скобками и примем, что она существует. Кроме того, среди учащихся есть такие, которым давать реактивы в руки просто опасно, поскольку они могут сознательно или бессознательно воспользоваться ими во вред окружающим. Ни первую, ни в особенности вторую категории школьников нельзя допускать к экспериментам. Однако из-за отсутствия практики индивидуальной работы с такими школьниками их удаляют с отдельных уроков. В результате из-за одного-двух больших или моральных уроков весь класс остается без эксперимента.

Серьезные юридические проблемы создают также зоны, казалось бы, не имеющие отношения к школе. Приведу пример наиболее вопиющего положения, в котором оказался химический практикум в школе с принятием Федерального закона №3 от 08.01.1998 «О наркотических средствах и психотропных веществах» и Постановления Правительства РФ от 30 июня 1998 г. № 681 (с изменениями от 6 февраля, 17 ноября 2004 г., 8 июля 2006 г.). Этот закон, составленный и принятый химически безграмотными людьми, нанес серьезнейший удар по химическому эксперименту в школах (а также в вузах и научно-исследовательских учреждениях). Закон вводит жесткие меры оборота прекурсоров, а по постановлению в список прекурсоров включены такие распространенные вещества, как серная кислота (мировое производство более 120 млн тонн в год), соляная кислота, перманганат калия и другие вещества, доля которых, идущая на изготовление наркотиков, исчезающее мала по сравнению с использованием в других областях. Надо заметить, что под определение прекурсора, данное в этом законе, прекрасно попадает вода, которая, видимо, не попала в список прекурсоров исключительно по недосмотру.

Еще одна критическая юридическая проблема, ослабляющая позиции практики школьного химического эксперимента (особенно с использованием дорогостоящего оборудования вроде цифровых лабораторий), связана с материальной ответственностью. Во многих школах материальную ответственность за оборудование несет учитель (на спорных юридических основаниях и не получая за это никакой компенсации). Иногда материальную ответственность несет другое лицо (например, заместитель директора по хозяйственной части), что вообще странно, ибо единственный доступный ему метод контроля оборудования — запереть его на замок. При этом не существует никаких нормативов боя, износа, утраты оборудования. Естественно, это вынуждает учителя использовать оборудование как можно реже. Более того, мне известны случаи, когда при поставке дорогостоящего оборудования (в первую очередь, циф-

ровых лабораторий) в школы его дальнейшую судьбу отслеживала прокуратура, что естественно не прибавляло учителям энтузиазма в его использовании.

Для решения этой проблемы представляется разумным освободить учителя от материальной ответственности за оборудование, приняв презумпцию добросовестности учителя, а также учитывая возможность конструктивных работ оборудования. В случае кражи оборудования отвечать, очевидно, должен укравший, а не учитель.

### **Кадровая база**

Химический эксперимент в школах организуют учителя. Соответственно, чтобы вести химический эксперимент, учитель должен уметь и желать это делать. К сожалению, культура постановки и ведения химического эксперимента к настоящему времени в значительной мере деградировала. Но все же осталось некоторое количество учителей «старой гвардии», которые пронесли эту культуру через годы разрухи. Сейчас появляются и молодые учителя, которым тоже интересен химический эксперимент. В Москве между этими поколениями возникла связь на курсах повышения квалификации в МИОО. В провинции со связью поколений несколько сложнее.

К сожалению, оценить долю учителей, которые реально проводят эксперименты, довольно сложно. Так, я проводил анкетирование учителей в школах нескольких городов. Хотя все учителя утверждали, что они активно проводят практические работы и демонстрационные эксперименты, некоторые внутренние противоречия в ответах заставляют усомниться в их правдивости.

Основанная масса учителей весьма подвержена внешним влияниям, которые могут как стимулировать их работу в направлении развития химического эксперимента, так и загубить ее. Так, появление в школах реактивов стимулирует работу учителей в нужном направлении, а Закон «О наркотических средствах и психотропных веществах» с соответствующим постановлением, наоборот, фактически исключает возможность проведения практических занятий.

Кадровые проблемы существуют не только на уровне учителей, но и на уровне управляющих органов. Их взаимодействие строится на требованиях и наказаниях в гораздо большей степени, чем на стимулировании и поддержке. Сплошь и рядом нарушается первый принцип осмысленного управления: любое требование должно быть подкреплено соответствующим ресурсом.

Всевозможные проверки учителя химии воспринимают как источник проблем, а не поддержки (что должно быть, если цель проверки — повышение эффективности работы). Такая презумпция недобросовестности учителя, которую молчаливо признает значительная часть управленцев от образования, отбивает у многих учителей охоту к какой-либо деятельности, в том числе экспериментальной.

### **Методическая база**

Методическая база школьного химического практикума деградировала. Видимо, деградация идет с конца

1960-х годов (после окончания периода «Химизация народного хозяйства», когда уровень преподавания химии резко возрос). В подавляющем большинстве современных учебников не приводятся новые эксперименты по сравнению с учебниками конца 1960-х годов. Более того, авторы многих учебников, судя по всему, давно не выполняли эксперименты сами, и переписывают методики из старых учебников, теряя существенные детали. Например, получение этилена в некоторых учебных пособиях описано так, что получить его по приводимым реакциям невозможно — необходимая для этого температура не достигается.

Кроме того, при создании методического обеспечения химического практикума многие авторы исходят не из дидактической значимости эксперимента, а из доступности соответствующего оборудования и реактивов. В результате возникает замкнутый круг: многие авторы стараются не описывать эксперименты, для проведения которых нет химического оборудования и реактивов, а те, кто разрабатывают списки для материального обеспечения, не включают в него оборудование, эксперименты с использованием которого не описаны.

Но это не самое главное. Большинство учебников в неявном виде базируется на парадигме иллюстративной роли эксперимента. Между тем, как показано выше, такой подход не самый эффективный.

В последнее время, однако, появляются ростки развития методического обеспечения. Это цифровые лаборатории, проектно-исследовательская деятельность и отдельные учебно-методические комплекты, ставящие эксперимент «во главу угла».

Цифровые лаборатории выводят преподавание некоторых разделов химии на новый уровень. Они позволяют экспериментально вводить ряд понятий (в первую очередь, рН, электролитическая диссоциация и все, что с ними связано), которые без них воспринимались как абстракция. Кроме того, они позволяют вводить в химию количественные зависимости. В настоящее время цифровые лаборатории используются в основном для проектно-исследовательской деятельности, так как большинство учебно-методических комплектов их игнорирует (за исключением комплекта Д. М. Жилина, выпущенного издательством «Бином»). Некоторое время назад производители и поставщики цифровых лабораторий наконец-то озаботились методическим обеспечением к ним. Поэтому методическое обеспечение к цифровым лабораториям — наиболее динамично развивающееся направление методического обеспечения химического эксперимента.

Кроме цифровых лабораторий в настоящее время в школы активно внедряется исследовательская и проектная деятельность. Хотя проработанного методического обеспечения к ней нет (из-за чего отношение основной массы учителей к ней негативно), соответствующий запрос на него есть. Но поскольку методическое обеспечение к цифровым лабораториям финансируется коммерческими организациями, а к проектной деятель-

ности — неизвестно кем, данное направление будет развиваться гораздо медленнее.

Для успешного развития методического обеспечения химического эксперимента нужна жесткая связка эксперимента с программой. Такой подход реализован в нашем учебно-методическом комплекте (Д.М. Жилин), где эксперимент поставлен как основа для обучения химии и описания опытов и работ введены в текст учебника.

### *Материальная база*

Состояние материальной базы для химического эксперимента в российской школе противоречиво. С одной стороны, это связано с бурным прогрессом учебного оборудования за последние 10—15 лет, с другой — с непродуманной, непоследовательной и непрозрачной политикой материально-технического снабжения школ. Об отсутствии юридической базы для покупки школой необходимого ей оборудования и реактивов было сказано выше. В течение почти двадцати лет (с конца 1980-х до середины 2000-х) школы практически не снабжались оборудованием и реактивами. Тем школам, у которых были связи с институтами, что-то неофициально перепало при ликвидации лабораторий, а в подавляющем большинстве школ оборудование пришло в негодность, а реактивы кончились. В 2005–2007 годах, в рамках национального проекта «Образование» многие школы получили большое количество оборудования, но оно было в значительной мере бессистемным. Всего несколько примеров. В поставки включались спиртовки, но спирт в школы не поставляется в принципе. На 10 г нитрата серебра, который используется в школьных экспериментах весьма активно, поставлялось 50 г нитрата алюминия, который не используется вовсе. Иногда в школы поставляли несколько однотипных комплектов, в каждый из которых входили, например, демонстрационные модели кристаллических решеток, но достаточно одной модели на класс. И так далее. Кроме того, по окончании национального проекта «Образование» реактивы во многие школы поступать перестали.

Кроме того, из-за полной бессистемности поставок наряду с современным оборудованием в школы поставляются явные анахронизмы. Например, сейчас вполне доступны электронные весы с чувствительностью 10 мг по цене порядка одной тысячи рублей, однако в школы с упорством поставляют гораздо более капризные и неудобные в работе коромысловые весы. В результате вместо того, чтобы осваивать на практических работах взаимосвязь масс реагентов и продуктов реакции, школьники «мучаются» с весами. Один из отечественных производителей до сих пор пытается продвигать в школы деревянные лотки для индивидуальной работы — практически такие же, какие можно было увидеть в лабораториях XIX века. Другие производители упаковывают химическую посуду и реактивы в поролон, который поглощает все, что на него попадает, и быстро приходит в полнейшую негодность. И это при том, что уже давно разработаны (и применяются) технологии

обработки плотного химически стойкого пластика, у которого нет таких недостатков. Реактивы часто поставляют в пакетах, в которых их нельзя хранить, хотя давным-давно производятся гораздо более удобные пластиковые банки. Для раздачи на лабораторные столы поставляют аптечные стеклянные пузырьки с пыжами — тяжелые, занимающие много места, бьющиеся и, самое главное, которые приходится открывать буквально ногтями, соприкасаясь ими с реактивами, хранящиеся в банке. И это при том, что давно разработаны и производятся пластиковые пузырьки с герметично закрывающимися крышками, которые не создают этих проблем. И подобных примеров можно привести еще много.

В России практически не осталось отечественных разработчиков учебного оборудования. Мне известны две-три отечественные компании, осуществляющие полный цикл НИОКР и производства по химии, однако даже они (за исключением компании «Научные развлечения») предпочитают выпускать годами одно и то же оборудование. Однако компания «Научные развлечения» производит в большей мере оборудование для кабинета физики, чем химии. Остальные поставщики учебного оборудования главным образом закупают его в Китае. При этом если компания «Научные развлечения» имеет связи с российскими учителями и работает в соответствии с их запросами, то с китайскими производителями такой обратной связи нет.

Непрозрачный механизм материально-технического обеспечения кабинета химии приводит к тому, что интересные отечественные разработки не находят применения в школах просто потому, что разработчики не знают, куда им обратиться, чтобы внедрить свои разработки. Так, уже несколько лет отечественная компания «Совилем» разработала систему индивидуальной вытяжки, которая позволяет удалять газообразные продукты непосредственно с рабочих столов. Внедрение такой системы позволило бы проводить опыты, в которых выделяются душистые или дурно пахнущие газы, что значительно расширило бы возможности индивидуального эксперимента. Однако механизма внедрения этой разработки в школы нет.

Отдельная проблема в отношении материального снабжения школ касается ценообразования. Так, если сравнить цены на реактивы в наборах для школ и на соответствующие реактивы вне набора, разница может оказаться пятикратной. Примерно такая же (а то и большая) разница наблюдается при сравнении цен на оборудование в Китае и на то же оборудование в России.

Непрозрачность ценообразования, непродуманность комплектации, наличие на рынке большого количества морально устаревшего оборудования приводит к неэффективности системы материально-технического снабжения кабинетов химии. При тех же затратах использовать химический эксперимент для обучения можно было бы гораздо более эффективно. Для этого нужно полностью пересмотреть принцип комплектации кабинетов и принцип оплаты. Деньги на оборудование и расходные материалы для кабинетов химии должны выделять-

ся непосредственно школам. Комплектация кабинета должна быть не абстрактной, а привязанной к программе, по которой работают в данной школе. По сути материальное обеспечение кабинета химии должно стать частью учебно-методического комплекта. Изменения в комплектации должны быстро реагировать на появление нового оборудования и задавать темы для разработок производителям. Такую работу мы проводим, однако разработка оборудования, которое подходило бы для учебно-методического комплекта, проходит с большим трудом по причине консерватизма российских разработчиков.

### Заключение

Можно констатировать, что состояние химического эксперимента в российских школах противоречиво. В массе своей он деградировал, однако существует ряд точек роста, грамотное и систематическое развитие которых способно вывести эксперимент на должный уровень с тем, чтобы он эффективно способствовал обучению школьников. Такая работа должна вестись сразу по нескольким направлениям.

1. Создание прозрачной, стабильной и понятной всем участникам образовательного процесса юридической базы, отражающей меры по стимулированию эффективного внедрения химического эксперимента (с критериями эффективности); основания и механизмы финансирования; границы приемлемых рисков для здоровья учащихся, меры по удержанию эксперимента в этих границах и ответственность сторон (в том числе и учащихся) за выход за эти границы; материальную ответственность участников процесса. Причем соответствующая юридическая база должна базироваться на презумпции важности эксперимента.

2. Разработка методической базы в виде учебно-методических комплектов, рассматривающих эксперимент как основу для познания химии.

3. Разработка гибкой системы комплектования кабинетов с привязкой к конкретным учебно-методическим комплектам.

4. Переподготовка и стимулирование деятельности учителей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Фадеев Г. Н., Двудичанская Н. Н., Матакова С. А., Волков А. А. В сб.: Современные тенденции развития естественно-научного образования: фундаментальное университетское образование. Под ред. В.В. Лунина. М.: Изд-во МГУ. 2010. <http://www.chem.msu.su/rus/books/2010/lunin/fadeev.pdf>
2. Жилин Д. М. Юный химик. 130 опытов с веществами. М., МГИУ, 2001.
3. Богданова Г. А. (директор направления развивающих игр ООО «Научные развлечения»). Частное сообщение.
4. Дорофеев М. В., Стунеева Ю. Б. Химия в школе. 2010. № 8. с. 31—39.



5. Полосин В.С. Химия в школе, 1992, №3—4, с. 18—19.
6. Полосин В.С. Там же, 1980, №6, с. 48—51.
7. Жилин Д.М. Ошибки в проведении экспериментов и интерпретации их результатов. Видеолекция. 2010.  
<http://metodist.lbz.ru/video/jilin/2-1.flv>,  
<http://metodist.lbz.ru/video/jilin/2-2.flv>,  
<http://metodist.lbz.ru/video/jilin/2-3.flv>.
8. Цветков Л. А. (ред). Общая методика обучения химии. М., Просвещение, 1981.
9. *Séré M.G., Fernandez-Gonzalez M., Gallegos J.A, Gonzalez-Garcia F, De Manuel E., Perales F.J, Leach J.* Images of Science Linked to Labwork: A Survey of Secondary School and University Students. *Research in Science Education* 2001, v. 31, p. 499—523.
10. *Merrienboer J.J.G., Kirschner P.A., Kester L.* *Educational Psychologist*, 2003, v. 38(1), p. 5—3.
11. Кирюшкин Д.М., Полосин В.С. Методика обучения химии. М.: Просвещение, 1970.
12. Чайковский Ю. В. Элементы эволюционной диатропики. М.: Наука, 1990.
13. *Dahlin B.* *Science & Education*, 2001, v. 10, p. 453—475.
14. Гальбых Й., Чтрнацтова Г., Новотны В. 1987 В сб.: Проблемы обучения химии в школах социалистических стран, ч. 2. София. 1987. с. 138—147.
15. *Осорина М. В.* Секретный мир детей в пространстве мира взрослых. СПб: Питер, 2000.
16. *Kirschner P.A., Sweller J., Klark R.E.* *Educational Psychologist*, 2006, v. 41, № 2, p. 75—86.
17. *Stavridou H., Solomonidou C.,* *Int. J. Sci. Educ.*, 1998, v. 20, № 2, p. 205—221.
18. *Erlis, B.A.M., Subramaniam R.* *IASCE Conference 2004, Singapoure.*  
<http://www.iasce.net/Conference2004/23Junc/Erlis/iasce2004%20chem%20demos.pdf>.
19. *McKee E., Williamson V.M., Ruebush L.E.* *J. Sci. Educ. Technol.*, 2007, v. 16, p. 395—400.
20. *Baddock M., Bucat R.* *International J. of Science Education*, 2008, v. 30, № 8, p. 1115—1128.
21. *Hamza K., Wickman P.-O.* *Science Education*, 2008, v. 92, p. 141—164.
22. *Ахметов М.А., Исаева О.Н., Пильникова Н.Н.* Химия в школе, 2010, № 4, с. 28—31.
23. *Жилин Д. М.* Химия-8. Учебник для средних общеобразовательных школ. М., БИНОМ: Лаборатория знаний, 2010.
24. *Жилин Д. М.* Химия: методическое пособие для 8—9 классов. М., БИНОМ: Лаборатория знаний, 2010.