

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Лисичкин Г.В.<sup>1</sup>, Асанова Л.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова*

<sup>2</sup>*Издательство «ВАКО», Москва*

Очередной, 16-й по счёту, методический ежегодник химического факультета МГУ посвящён роли и методике химического лабораторного эксперимента в школьном и вузовском образовании. Главная проблема сегодня состоит в том, что, несмотря на очевидную необходимость интенсивного использования в обучении химии лабораторных опытов, часть которых старшеклассники и студенты должны выполнить самостоятельно, а часть увидеть, лабораторный эксперимент вымывается из учебного процесса как в средней, так и в высшей школе. Перечислим основные причины этой негативной тенденции:

- в массовой отечественной школе (рассматривать профильные классы следует отдельно) отсутствуют должности лаборантов и не предусмотрены доплаты за лабораторные занятия учителю;
- отсутствует система снабжения школ реактивами и химической посудой;
- опасения администрации школ, связанные с возможными несчастными случаями, с неквалифицированным использованием реактивов;
- рост аллергических заболеваний учащихся, вызванных контактами с «химией»;
- недостаточная подготовка учителей в части химического эксперимента [1];
- «зацикленность» учителей и школьников на подготовке к успешной сдаче ЕГЭ.

Наблюдается, хотя и в меньшей степени, чем в школе, свёртывание химического эксперимента в технических вузах. Уже в редких случаях по сравнению с прошлым и позапрошлым столетием основные химические курсы сопровождаются демонстрационным экспериментом.

Перманентное сокращение объёма химии в вузах технического профиля отражается в первую очередь на практикумах. Слабая школьная подготовка по химии абитуриентов этих вузов вынуждает выделять и без того дефицитное время на латание дыр в теоретической подготовке, а об экспериментальной говорить уже не приходится [2]. Ограничения, в значительной мере нелепые, на большую группу широко используемых реактивов, попавших в перечень прекурсоров для изготовления наркотических препаратов, препятствуют организации лабораторных практикумов.

Параллельно с сокращением реального эксперимента наблюдается тенденция замещения его виртуальным. Происходящая сегодня замена виртуальным экспериментом традиционного, конечно, лучше, чем полное его отсутствие, но виртуальная реальность не может заменить настоящее взаимодействие ученика с веществом. Понятно, что в некоторой степени такая замена компенсирует отрицательные последствия вытеснения химических опытов из учебного процесса, но следует абсолютно ясно заявить: в обучении химии виртуальный эксперимент не способен полноценно заменить реальный [3].

Если речь идёт об изучении химии в школе и в нехимическом вузе, то в голове у обучающегося должно быть сформировано соответствие между формулой и внешним видом вещества. В противном случае происходит огромная нагрузка на память, а изучение химии превращается в схоластику. «Бумажная химия» представляет собой абстракцию, она не в состоянии заинтересовать школьника. Обучение химии в средней школе без выполнения хотя бы минимума лабораторных опытов – а сегодня в большинстве школ именно так и происходит – превращается в очень трудную для старшеклассников задачу.

В тех вузах, где химия – профильная дисциплина, значительная часть студентов мотивирована к её изучению. Отличительной чертой таких студентов является особое отношение к веществу. Им доставляет удовольствие наблюдать химические превращения, синтезировать новые соединения или проводить анализ образцов и материалов. Их не отпугивают неприятные запахи, токсичность реактивов, неэстетичный зачастую внешний вид реакционных смесей. Это свойство личности, скорее всего, врождённое, принято называть «чувством вещества». Психологи полагают, что чувство вещества – необходимый компонент структуры личности химика в классическом понимании химии как науки о веществах и их превращениях [4].

Понятно, что чувство вещества развито у студентов не одинаково, его надо укреплять и совершенствовать. А сделать это можно только путём выполнения значительного объёма химического эксперимента.

Выявить среди школьной молодёжи потенциальных химиков без опыта обращения с реальными химическими веществами нельзя. Ликвидируя в школе лабораторные опыты, мы теряем будущее отечественной химии.

Поэтому целью составителей сборника было привлечь внимание отечественного химико-педагогического сообщества к проблеме, обсудить наработанный позитивный опыт, выявить наиболее важные задачи и наметить пути их решения.

Первую часть ежегодника, посвящённую высшему образованию, открывает статья профессора Т.П. Кустовой, которая на основании детального анализа нормативных документов выясняет, что должна включать практическая подготовка химика-экспериментатора, получающего образование в классическом университете. Автор подчеркивает, что формирование экспериментальных умений выпускников химических факультетов университетов является приоритетной задачей их подготовки к будущей профессиональной деятельности. Высококласный химик должен иметь не только основательную тео-

ретическую подготовку, но и «хорошие руки» для того, чтобы стать конкурентоспособным на современном рынке труда.

Опыт химического факультета МГУ в развитии экспериментальных навыков студентов отражён в статье профессора Т.Н. Шеховцовой и доцента И.Ф. Серёгиной, которые подробно осветили состояние практикума по аналитической химии. Хотелось бы отметить, что кафедра аналитической химии МГУ под руководством академика Юрия Александровича Золотова заняла ведущее место среди других кафедр по результативности методической работы.

Тем не менее, нерешённые проблемы имеются. Так, учебными планами предусмотрено явно недостаточное число часов, отведенных на инструментальные методы анализа почти на всех факультетах, что обусловлено отнюдь не пожеланиями руководства факультетов. Напротив, все они хотели бы значительно увеличить долю современных методов анализа. Но невероятная загруженность помещений практикумов кафедры, а ещё больше недостаток приборов в них не позволяют расширить преподавание инструментальных методов на смежных факультетах. Но, как справедливо замечают авторы, – это уже не методические аспекты.

На сегодняшний день важнейшей задачей кафедры является модернизация практикумов по инструментальным методам анализа, приобретение не только и не столько импортных, сколько относительно недорогих отечественных приборов, оснащённых современным удобным программным обеспечением. Это позволит значительно расширить арсенал изучаемых методов, выполняемых задач и анализируемых объектов не только на химическом, но и на смежных факультетах МГУ.

Статья доцентов А.Н. Григорьева и Е.Д. Демидовой кратко описывает состояние дел в практикуме по неорганической химии МГУ. Специфика этой кафедры состоит в том, что она первой принимает контингент абитуриентов. Поступают же на химический факультет как выпускники спецклассов, так и обычные школьники, не имеющие опыта лабораторной работы, не знакомые с техникой безопасности,

правилами и приёмами работы в химической лаборатории. Задача преподавателей заключается в том, чтобы привить первокурсникам экспериментальные навыки, подготовить к выполнению курсовой работы по неорганической химии – их первого научного исследования.

Как следует совершенствовать содержание практикумов по основным химическим дисциплинам, чтобы оно отражало достижения современной науки, технологий и экспериментальной техники? Этот очень непростой вопрос исследует в своей острополюемической статье доктор хим. наук Г.В. Эрлих на примере практикумов на химфаке МГУ.

Дружная команда неоргаников из СПбГУ представила яркую статью о традициях и современном состоянии демонстрационного эксперимента по общей химии в Институте химии СПбГУ. Эти традиции ведут своё начало от Д.И. Менделеева и не прерываются до сегодняшнего дня. Лекторы кафедры сопровождают демонстрацией опытов лекции на смежных факультетах и на многочисленных выступлениях в школьных аудиториях. Демонстрации предшествует объяснение опыта, затем следует собственно опыт, рассмотрение его результатов и обсуждение возникающих вопросов. Кафедра создаёт для дистанционного образования видеокурсы, которые также обильно снабжаются демонстрациями. Опыт питерских энтузиастов, несомненно, заслуживает распространения.

Центральная фигура в системе образования – школьный учитель. От него зависит уровень науки и культуры будущих поколений. Поэтому квалифицированная подготовка учительского корпуса в педагогических вузах – важнейшее условие стабильно развивающегося общества. Тому, как происходит подготовка учителей химии в Московском педагогическом государственном университете, посвящена статья профессора П.А. Оржековского и соавторов. В соответствии с тематикой ежегодника упор в этой статье сделан на обучении будущих учителей химии эксперименту.

В статье доцентов О.В. Андриюшковой и А.А. Будановой предложены универсальные алгоритмы, которые могут быть использованы для оценки качества традиционных учебных курсов.

Вторая часть ежегодника посвящена организации и методике химического эксперимента в средней школе. Опыт Специализированного учебно-научного центра им. А.Н. Колмогорова (СУНЦ МГУ) представлен в статье доцента Н.И. Морозовой, которая уже много лет работает в спецклассах СУНЦ МГУ.

Метод проектов – важный компонент современной системы образования. В химическом образовании проектные технологии давно используются в нашей стране. Накоплен огромный опыт их применения в среднем образовании и в высшей химической и химико-технологической школе. Проектам, ориентированным на выполнение химического эксперимента, посвящена статья старшего преподавателя СУНЦ МГУ О.В. Колясникова и доцента Н.И. Морозовой.

Система химических олимпиад школьников успешно действует в нашей стране уже более полувека. На высших этапах олимпиады предусмотрен экспериментальный тур, тогда как на этапах от школьного до муниципального он, к сожалению, проводится лишь в небольшой части городов. Содержанию и особенностям организации химического эксперимента на олимпиадах посвящена интересная статья авторитетных профессионалов доктора хим. наук В.В. Апяри, профессора В.И. Теренина и доцента О.В. Архангельской (все работают на химическом факультете МГУ).

Как известно, уже несколько лет в России весьма успешно действует Образовательный центр «Сириус» – ведущая площадка страны по работе с одарёнными детьми. Его главная цель – раннее выявление, развитие и дальнейшая профессиональная поддержка одарённых детей, проявивших способности в области искусства, спорта, науки и технического творчества. С 2017 года в «Сириусе» проводятся химические смены, которыми руководят выдающиеся преподаватели химического факультета МГУ профессора В.В. Ерёмин и А.К. Гладилин и доцент А.А. Дроздов. В своей статье они подробно рассказывают о содержании и форме химических смен в «Сириусе».

Непростым и пока до конца не решённым содержательным и организационным проблемам включения реального химического экспери-

мента в ОГЭ по химии посвящена обстоятельная статья канд. пед. наук, ведущего научного сотрудника Федерального института педагогических измерений Д.Ю. Добротина. В статье обсуждаются также возможности и перспективы включения экспериментальных заданий в контрольные измерительные материалы ЕГЭ в 2022 году. При этом вопрос выбора способа проверки сформированности экспериментальных умений у школьников и типологии заданий, которые можно использовать для этой цели в КИМ ЕГЭ по химии, остается открытым. Несмотря на все минусы, которые несут в себе компьютерные технологии в качестве альтернативы реальному эксперименту, автор считает наиболее оптимальным и целесообразным именно их использование для проверки сформированности экспериментальных умений в рамках ЕГЭ по химии.

Если целесообразность включения реального эксперимента при проведении ЕГЭ может быть подвергнута сомнению, то необходимость его выполнения в учебном процессе для успешной сдачи экзамена, в том числе с использованием цифровых лабораторий, очевидна. Возможность применения цифровой лаборатории при изучении одной из ключевых тем школьного курса химии – «Окислительно-восстановительные реакции» – описана в статье канд. пед. наук П.И. Беспалова.

Уже традиционно канд. хим. наук Д.М. Жилин анализирует зарубежную методическую литературу. В этом ежегоднике редколлегия поставила перед ним очень трудную задачу: выяснить вопрос о вкладе и роли лабораторного практикума в школьное химическое образование в зарубежных странах. Поэтому помимо анализа литературы Д.М. Жилину пришлось опросить своих многочисленных зарубежных корреспондентов о состоянии химического эксперимента в школах их стран. Статья частично подготовлена на основании ответов и ссылок, которые они дали.

Продолжает тему состояния школьного естественнонаучного образования за рубежом весьма содержательная статья профессора М.Г. Гольдфельда, который уже более четверти столетия преподаёт химию в различных учебных заведениях США. По просьбе редколе-

гии автор сосредоточил значительное внимание на организации и содержании химического эксперимента в массовой школе. Хотя нам есть что заимствовать из накопленного в США опыта, в целом система школьного естественнонаучного образования в Штатах, судя по статье, не представляет интереса и ни в коем случае не может служить образцом для подражания.

О том, как можно использовать в школьном лабораторном практикуме различные бытовые химикаты рассказывает канд. пед. наук Г.М. Карпов – энтузиаст экспериментальной работы в школьном химическом кабинете.

Одним из направлений развития современной цифровой образовательной среды является разработка и внедрение в учебный процесс виртуальных лабораторий. Особенности виртуальной химической лаборатории и возможности её применения раскрыты в статье канд. тех. наук М.Н. Морозова и учителя химии В.Э Цвирко.

Для читателей-учителей, которые преподают смежные с химией дисциплины, а таких, вероятно, большинство, несомненно, будет интересна статья канд. биологических наук С.В. Багоцкого об экспериментальной проверке некоторых законов естествознания доступными для старшеклассников методами.

Доцент А.Ф. Беленов поделился любопытным опытом проведения экспериментальных исследований в паре учитель-ученик.

Не все аспекты химического эксперимента в среднем и высшем образовании удалось осветить. Так, редколлегия не смогла найти авторов, которые бы поделились опытом проведения количественных опытов в школьном курсе и в курсе общей химии в вузе. Заметим, что в некоторых развитых зарубежных странах количественному эксперименту уделяется большое внимание. Мы не смогли также привлечь авторов, способных рассказать об использовании полумикрометода в школьной лаборатории. Вместе с тем известно, что такой опыт в нашей стране имеется. Важно, что применение полумикрометода снимает часть ограничений, препятствующих реализации лабораторных ра-

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

По сложившейся за много лет традиции сборник 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.

*Издание ежегодника стало возможно благодаря деятельной поддержке заместителя декана химического факультета МГУ доктора химических наук профессора РАН Сергея Сергеевича Карлова.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Оржековский П.А.* Качество химико-педагогического образования и от чего оно зависит // *Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества.* – М.: Изд-во Московского университета, 2018. – С. 228–241.
2. *Фадеев Г.Н., Дзуличанская Н.Н., Карпов Г.М.* Проблемы постшкольного химического образования // *Естественнонаучное образование: новые горизонты.* – М.: Изд-во Московского университета, 2017. – С. 235–241.
3. *Жилин Д.М.* Замена реального химического эксперимента виртуальным: зарубежный опыт // *Естественнонаучное образование: информационные технологии в высшей и средней школе.* – М.: Изд-во Московского университета, 2019. – С. 147–166.
4. *Лисичкин Г.В.* Химические способности и возможность их диагностики // *Естественнонаучное образование: взаимодействие средней и высшей школы.* – М.: Изд-во Московского университета, 2012. – С. 157–174.