

УДК 372.854

## О ПРОВЕДЕНИИ КУРСОВ ПО ХИМИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ МОСКОВСКИХ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КЛАССОВ

**Аннотация.** Курсы повышения квалификации по химии проводятся для учителей школ — участниц городских проектов предпрофессионального образования уже более 10 лет. Они нацелены на работу с химическим оборудованием, доступным в рамках проектов «Медицинский класс в московской школе», «Академический класс в московской школе» и др. На занятиях подробно освещаются возможности применения оборудования для демонстрации опытов, во фронтальных лабораторных работах, а также в проектной и исследовательской деятельности обучающихся. Программа курсов освещает большинство возможных тем, включая области общей и неорганической химии, аналитической химии, органической химии и биохимии. Особое внимание уделяется количественному эксперименту, опосредованному цифровыми лабораториями и измерительным научным оборудованием, в частности, относящемуся к фотометрии, ионометрии и иным аналитическим методам. Успешность обучения по курсам подтверждается регулярным тестированием слушателей. В 2021/23 учебном году курсы окончили 100 слушателей из 85 образовательных организаций. Полученные ими навыки находят применение как в преподавании химии, так и в подготовке проектных и исследовательских работ на открытые городские научно-практические конференции. В целом курсы позволяют учителям получить методическую поддержку в непосредственной практической работе и способствуют успеху в реализации городских проектов предпрофессионального образования.



**Олег Владимирович Колясников,**  
Институт развития профильного  
образования,  
ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»,  
ГБОУ «Цифровая школа»,  
г. Москва, Россия  
E-mail: kolyasnikov@mgpu.ru



**Михаил Александрович Овчинников,**  
Институт развития профильного  
образования,  
ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»,  
ГБОУ «Цифровая школа»  
г. Москва, Россия  
E-mail mail@mgpu.ru

---

**Как цитировать статью:** Колясников О. В., Овчинников М. А., Пушина А. В., Кузнецова Е. В. О проведении курсов по химии для учителей московских предпрофессиональных классов // Образ действия. 2024. Специальный выпуск «Математическое и естественно-научное образование». С. 111–120.



*Анна Владимировна Пушина,  
ГБОУ «Школа № 1368»  
г. Москва, Россия  
E-mail mail@mpgu.su*



*Елена Валерьевна Кузнецова,  
Институт развития профильного  
обучения,  
ГАОУ ВО «Московский городской  
педагогический университет»  
г. Москва, Россия  
E-mail: mail@mpgu.su*

Ключевые слова: курсы повышения квалификации, проекты предпрофессионального образования, химический эксперимент

## **Введение**

### *О проектах предпрофессионального образования*

Более 10 лет назад в московском образовании стартовал первый образовательный проект, посвященный повышению уровня знаний учащихся по естественным наукам, реализованный в сотрудничестве с НИЦ «Курчатовский институт». Затем были начаты проекты предпрофессионального образования «Медицинский класс в московской школе» [9; 16] и «Инженерный класс в московской школе» [1; 12]. Актуальная информация о проектах предпрофессионального образования представлена на сайте [14]. В рамках городских проектов в московские школы началась поставка учебного и научного оборудования, реактивов, расходных материалов. Они не только были предназначены для обеспечения преподавания учебных предметов, но и служили материальной базой для проведения в школах проектной и исследовательской деятельности. Обучающиеся в предпрофессиональных классах имели возможность выполнить проект или учебное исследование на базе школы и представить его на открытых городских научно-практических конференциях [11]. В большинстве случаев руководителями этих проектов были преподаватели естественно-научных предметов школ — участниц проектов предпрофессионального образования. Это обусловило повышенные требования к уровню их практической подготовки и вызвало необходимость дополнительного образования учителей в части обращения с оборудованием в ходе демонстрационного и фронтального эксперимента, а также проведения проектных и учебно-исследовательских работ [4; 5]. Особенности

акцент был сделан именно на реализации учебных исследований, так как известно, что даже небольшое время, уделенное самостоятельному исследованию под руководством учителя, существенно повышает результаты освоения учебного предмета [17]. Для иллюстрации особенности реализации проектной и исследовательской деятельности на примере системы выполнения творческих работ по химии в СУНЦ МГУ описаны в работах О. В. Колясникова, Н. И. Морозовой [8; 10]. Как показало недавнее широкое исследование, учителя признают важность и необходимость проектной деятельности школьников по темам, связанным с химией, экспериментального изучения веществ в исследовательском формате и соглашаются с тем, что учитель должен систематически повышать свою квалификацию, чтобы усилить практическую составляющую занятий [2]. Рассмотрению описанных вопросов на базе конкретного курса повышения квалификации и посвящена данная статья.

### **Цель статьи**

Целью настоящей статьи служит описание программы повышения квалификации учителей по обращению с химическим оборудованием и анализ ее реализации.

### *О курсах по химии*

Курсы (и мастер-классы) по работе с современным естественно-научным оборудованием для учителей проектов предпрофессионального образования появились вместе с самими проектами. В апреле 2014 года стартовали первые курсы для учителей по освоению оборудования Курчатовского проекта. Через некоторое время курсы были разбиты по учебным предметам для более точной адресации к целевой аудитории. С тех пор курсы по химии не раз модифицировались с включением нового оборудования, через них прошло более 400 учителей химии из Москвы и других регионов. В последние годы курсы и мастер-классы проходят на базе ГБОУ «Цифровая школа» с использованием оборудования из поставки проектов «Медицинский класс в московской школе», «Академический класс в московской школе», «ИТ-полигон», «Робокласс» и др. Речь в настоящей статье пойдет в основном о курсе «Современное лабораторное оборудование по химии как ресурс проектной и исследовательской деятельности обучающихся в рамках проектов предпрофессионального образования», реализовывавшемся в 2021/23 учебном году [15]. Вскоре планируется развитие курсов по химии с включением проблематики синтеза и анализа нанообъектов [13]. В первую очередь они предназначены для учителей, уже успешно освоивших описываемые в настоящей статье курсы по химии.

### *Программа курсов*

Курсы состояли из шести практических занятий, на каждом из них слушателям выдавались рабочие листы с подробным изложением рассматриваемых методик эксперимента.

На первом занятии проводился общий обзор оборудования по химии, присутствующего в школах — участницах проектов предпрофессионального образования. В практической части проводилась работа по измерению электропроводности образцов воды — от дистиллированной воды до «Ессентуков-17». Слушатели учились работать с мультидатчиками цифровых лабораторий, обеспечивающих работу с несколькими датчиками в одном корпусе, а также с переключением диапазонов измерения в интерфейсе программного обеспечения. Для контраста в качестве оборудования, сделанного своими руками, слушателям было предложено выполнить изготовление спектроскопов на основе компакт-диска [6]. Этот простейший прибор позволил им на практике рассмотреть, как формируется цветное изображение на экране компьютера и чем отличаются искусственные цвета в цифровой технике от спектров испускания цветного пламени хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов, а также меди (II).

Второе занятие посвящалось работе с цифровыми лабораториями в целом. Описывались основные принципы использования цифровых лабораторий, демонстрировалась практическая работа с цифровыми лабораториями разных производителей. В практической части занятия учителя работали с датчиками высокой температуры и колориметрами. Анализировалась структура температурных зон пламени на примере горения спиртовки и свечи. Обсуждались понятия спектра поглощения и закона Бугера — Ламберта — Бера, базового для фотометрии. Кроме того, слушатели получали навык работы с автоматическими пипетками, которые активно применялись на всех последующих занятиях.

Третье практическое занятие было посвящено классическому «мокрому» эксперименту. Была продемонстрирована работа с аппаратом для проведения химических реакций (АПХР) на примере осуществления последовательных цветных реакций сернистого газа. При помощи прибора для синтеза галоидоалканов и сложных эфиров демонстрационного проводился эксперимент по замещению гидроксильной группы спирта галогеном с одновременным отгоном продукта. Далее во фронтальном режиме с учителями проводилась работа по синтезу сложных эфиров в лабораторном приборе для синтеза галоидоалканов и сложных эфиров. Во второй части занятия учителя учились работать с датчиками цифровых лабораторий для измерения содержания газов: углекислого газа, кислорода и угарного газа. Также демонстрировалась работа портативного газоанализатора.

Четвертое практическое занятие было посвящено классическому химическому синтезу. Большая часть учителей синтезировали изопропилацетат с одновременной отгонкой продукта в установке для перегонки. Также был реализован параллельно синтез бутилацетата с использованием насадки Дина — Старка в приборе, собранном на шлифах, а также более сложный синтез индикатора метиловый оранжевый методом диазотирования.

Слушателям, которые успели выполнить базовые синтезы, была предоставлена возможность провести синтез индикатора резорциновый синий, более известного как лакмоид. Отдельное внимание было уделено рассмотрению спектральных переходов при поглощении света индикатором в различных средах.

Пятое практическое занятие было посвящено методам очистки органических соединений (перегонка, перекристаллизация, возгонка, хроматография), а также методу ионометрии на примере измерения водородного показателя с помощью цифровых лабораторий. Здесь слушатели знакомились с процессом калибровки датчиков цифровых лабораторий (рис. 1).

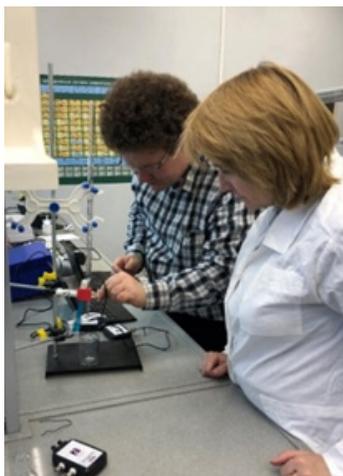


Рисунок 1. Процесс калибровки датчика водородного показателя

Шестое практическое занятие было посвящено опытам по биохимии с использованием оборудования медицинских классов, которые обычно не находят места в рабочих программах по химии и биологии в силу специфичности. Слушатели проводили эксперимент по разделению фрагментов ДНК с помощью аппаратуры для горизонтального электрофореза в агарозном геле, а также учились работать с набором для иммуноферментного анализа (ИФА) на микроальбумин в средах, имитирующих образцы мочи пациентов. Результаты ИФА анализировались с помощью иммуноферментного планшетного анализатора, что также дало возможность обсудить роль фотометрических методов в современной химической науке.

Практические занятия сопровождались теоретическими занятиями. На первом из них был приведен обзор примеров проектной и исследовательской деятельности в школе, действующая нормативная база, были подробно разобраны этапы реализации проектной и исследовательской деятельно-

сти, показаны реальные анонимизированные работы на материале вышеупомянутых научно-практических конференций, организуемых ИРПО МГПУ в сотрудничестве с внешними научными и образовательными организациями. Были рассмотрены особенности проведения экспертизы работ на очном и заочном этапе, а также проведена в качестве задания для самостоятельной работы тестовая экспертиза нескольких анонимизированных работ, показывающая, что при критериальном оценивании независимые эксперты должны приходиться к сходным выводам об уровне экспертируемых работ. Второе теоретическое занятие было посвящено индивидуальной консультации каждого слушателя по разработке модели проектной или исследовательской работы, выносимой слушателем на защиту на итоговом занятии курса.

Завершались курсы публичной защитой работ слушателей с подробным разбором достижимости и адекватности планируемых целей и задач работы, методик, с помощью которых планировалось реализовать эти задачи, планируемых результатов и выводов. Каждый слушатель получал опыт выступления с подробным разбором его разработки и ответами на многочисленные вопросы.

#### *Тестирование*

Значимую роль в документировании успеваемости слушателей курсов играло тестирование. Ранее отмечалось, что при тестировании слушателей курсов повышения квалификации учителя не проявляют должной подготовки по базовым для представителей вузов вопросам [7]. В нашем случае тестирование состояло из 14 вопросов, отражающих вышеописанную программу курсов, из которых 11 вопросов относилось к практике работы с научным и учебным оборудованием, а три вопроса посвящены реализации проектной и исследовательской деятельности. Для ответа на вопрос надо было выбрать один или несколько правильных вариантов.

Полностью тестовый материал приведен в Программе курсов [15].

В качестве примеров можно привести следующие вопросы теста:

5. *Единицей размерности оптической плотности, измеряемой фотолориметром, является:*

- 1) *кандела;*
- 2) *люмен;*
- 3) *кг/м<sup>3</sup>;*
- 4) *величина безразмерна.*

Оптическая плотность ( $A$  или  $OD$ ) по определению является логарифмом отношения интенсивностей света после прохождения через кювету с дистиллированной водой ( $I_0$ ) и через кювету с изучаемым веществом или его раствором ( $I$ ). Как логарифмическая величина она безразмерна. Правильный ответ — 4).

12. ФГОС СОО не регламентирует выполнение:

- 1) индивидуального проекта;
- 2) группового проекта;
- 3) учебного исследования;
- 4) инновационного проекта.

Во ФГОС СОО описывается предмет «Индивидуальный проект», который может иметь форму учебного исследования. Проекты, в свою очередь, делятся на семь видов, одним из которых является инновационный проект. В то же время групповой проект на уровне ФГОС СОО не предусмотрен. Правильный ответ — 2.

В силу разнообразия материала курсов не встречалось случаев, когда бы слушатель выполнил входной тест с результатом выше 12 баллов из 14 возможных, среднее же значение баллов тестирования по курсам за описываемое время было равно 6,14. В то же время после прохождения курсов средняя оценка по выпускникам была равна 8,21, что дает значимый рост среднего значения в 2,07 балла, который показывает эффективность освоения навыков в ходе курсов. Коэффициент корреляции между результатами входных и выходных тестов по массиву слушателей составил 0,31, что дает слабую, но выраженную положительную корреляцию в подтверждение гипотезы о том, что тестирование показывало для большинства слушателей эффект обучения на курсах.

#### *Контингент курсов*

За два учебных года (2021–2023) на курсах по химии обучилось 100 слушателей, представляющих 85 образовательных организаций. Половой состав был выражено смещен в сторону женщин (на 13 мужчин приходилось 87 женщин), что, впрочем, отражает общую тенденцию комплектования школ учителями. Лишь восемь слушателей имели высшее образование на уровне бакалавра, остальные получили образование на уровне специалиста или магистра. Некоторые имели степени кандидата наук по химии или педагогике. В подавляющем большинстве слушатели курсов были действующими учителями химии и (или) биологии. Лишь трое представляли администрации школ. Географически слушатели в несколько большей части относились к школам ВАО, ЮВАО и ЦАО, что явно было вызвано меньшими временными затратами на поездки к месту проведения курсов в ГБОУ «Цифровая школа» (рис. 2).

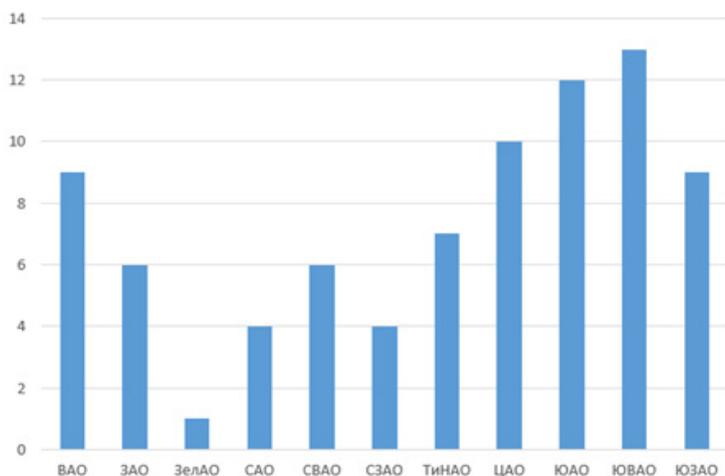


Рисунок 2. Распределение числа слушателей по округам Москвы

Возраст слушателей относился практически ко всем возможным значениям от 20 до 70 лет с пиками на диапазонах 35–40 лет и 50–55 лет (рис. 3), что в целом соответствует распределению учителей по возрастам в российских школах [3]. Статистически значимой зависимости результатов входного и выходного тестирования от возраста не выявлено.

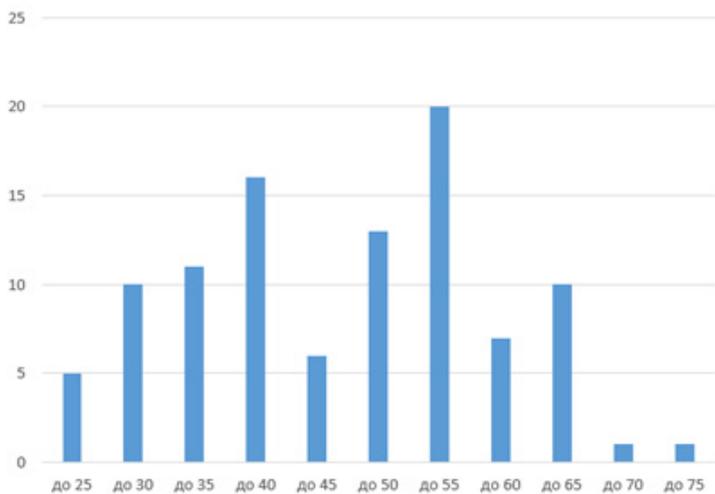


Рисунок 3. Распределение слушателей курсов по возрасту

### *Обратная связь по курсам*

Для слушателей в ходе курсов были важны следующие вопросы: «Как этот метод я буду применять в своей школе, в своей лаборатории и со своими учениками?», «Хватит ли времени на реализацию исследования?», «Смогут ли ученики освоить методику и достаточно ли у них знаний?», «Будет ли данная работа актуальна, реализуема и безопасна в выполнении?»

В ходе курсов работа проходила легко, по отработанной методике, хотя требовала активной аналитической деятельности на понимание со стороны слушателей. Перенесение этого опыта непосредственно в работу с обучающимися требовало дополнительной проработки.

Так, в преподавание химии возможно ввести практические работы по рН-метрии. Использование рН-метра в школьных лабораторных и практических занятиях предоставляет учащимся возможности для более глубокого понимания концепций кислотности и основности.

Многие идеи по работе с детьми возникали в ходе проведения курсов и реализовывались впоследствии на практике проектной и исследовательской деятельности, подготовке к конкурсам с экспериментальными заданиями и турнирам.

В качестве примера можно привести применение фотометрических методов в исследовании учеников 9-го класса ГБОУ «Школа № 1368» «Определение салицина в разных сортах растений рода *Salix*». В ходе работы были собраны образцы разных сортовых групп, проведена экстракция салицина, измерение поглощения света салицином при определенной длине волны, количественная оценка содержания салицина в образцах, использованы калибровочные кривые.

Интерес для слушателей представляет также использование метода атомно-силовой микроскопии, оборудование для которого имеется в некоторых московских школах, но реализация по ряду причин не проводится. Как отклик на эти пожелания для учителей химии и физики разработан курс по нанохимии [13].

В целом курсы повышения квалификации имеют положительное влияние на развитие практических и организационных навыков работы учителей. При работе в жюри вышеупомянутых научно-практических конференций эксперты многократно видели слушателей курсов в роли руководителей проектных и исследовательских работ обучающихся. Зачастую эти работы удостоивались дипломов призеров и победителей конференций. Следует отметить, что курсы также дают возможность слушателям построить неформальные отношения, упрощающие процесс обмена информацией между учителями, необходимой для качественного преподавания учебных предметов.

### **Заключение**

Наш опыт проведения курсов повышения квалификации по работе с химическим лабораторным оборудованием, доступным для школ — участниц

проектов предпрофессионального образования, позволяет сделать вывод о позитивном влиянии программы на экспериментальные навыки слушателей, на их подготовку в области организации проектных и исследовательских работ обучающихся.

#### Список литературы

1. 3D-моделирование, изобретение инноваций и экскурсии на предприятия. Как проходит обучение в инженерных классах // Новости города. 03.07.2024. Сайт Москвы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mos.ru/news/item/140751073> (дата обращения: 21.10.2024).
2. Асанова Л. И. Учителя о проблемах химического образования // Химия в школе. 2024. № 3. С. 2–9.
3. Васильева Л. В. Среднесрочный прогноз возрастной структуры педагогических работников общеобразовательных школ в субъектах Российской Федерации / Л. В. Васильева, К. В. Лебедев, Е. С. Суменова // Образование и наука. 2021. Т. 23, № 2. С. 140–169. doi: 10.17853/1994-5639-2021-2-140-169.
4. Весманов С. В. Предпрофессиональное образование в московской школе: анализ практик работы школьных и межшкольных команд / С. В. Весманов, В. В. Источников // Вестник МГПУ. Серия: Педагогика и психология. 2020. № 1 (51). С. 74–84. doi: 10.25688/2076-9121.2020.51.1.06.
5. Еркович О. С. Курс физики в инженерном классе как инструмент предпрофессиональной подготовки: повышение квалификации преподавателей физики / О. С. Еркович, М. Л. Поздышев // Физика в системе современного образования (ФССО-2019): Сб. науч. трудов XV Межд. конф., Санкт-Петербург, 3–6 июня 2019 года / Под ред. Ю. А. Гороховатского, Л. А. Ларченковой. Т. 1. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2019. С. 378–382.
6. Звягинцев Д. Спектрометр на коленке / Д. Звягинцев, О. Колясников // Кот Шрёдингера. 2015. № 3 (05). С. 114–117.
7. Кокин С. М. Некоторые итоги реализации программы повышения квалификации преподавателей, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе» / С. М. Кокин, В. А. Никитенко // Школа будущего. 2018. № 4. С. 19–23.
8. Колясников О. В. Химический эксперимент в проектной деятельности / О. В. Колясников, Н. И. Морозова // Естественно-научное образование: химический эксперимент в высшей и средней школе. М.: МГУ. 2020. С. 150–161.
9. Кузнецова Е. В. Подготовка врача начинается в школе // Химия в школе. 2017. № 7. С. 2–3.
10. Морозова Н. И. Проект и исследование: их место и реализация в школьной химии // Образ действия. 2023. № 2. С. 109–117.
11. Научно-практические конференции [Электронный ресурс]. URL: <https://conf.profil.mos.ru/> (дата обращения: 21.10.2024).
12. Новикова Т. Профессиональное образование в московских школах // Русский инженер. 2021. № 3 (72). С. 17–18.
13. Основы нанохимического эксперимента в проектной и исследовательской деятельности учащихся. Портал Дополнительного профессионального образования педагогических работников г. Москвы Dpomos.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dpomos.ru/curs/3214209/#card> (дата обращения: 21.10.2024).
14. Проекты предпрофессионального образования [Электронный ресурс]. URL: <https://profil.mos.ru/> (дата обращения: 21.10.2024).
15. Современное лабораторное оборудование по химии как ресурс проектной и исследовательской деятельности в рамках предпрофессионального и профильного обучения. Портал Дополнительного профессионального образования педагогических работников г. Москвы Dpomos.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dpomos.ru/curs/2988243/#card> (дата обращения: 21.10.2024).
16. Тростянская Н. Серьезная подготовка для будущих медиков // Вечерняя Москва. 2024. № 54 (29682). С. 4.
17. Jegstad K. M. Inquiry-based chemistry education: a systematic review // Studies in Science Education. 2024. Vol. 60, no. 2. P. 251–313. doi: 10.1080/03057267.2023.2248436.