

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В БИОЛОГИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ КЛАССАХ ШКОЛЫ № 171 г. МОСКВЫ

Тиханушкина В.Н., Смирнова Н.Ю., Черниченко Н.М.

Школа № 171, г. Москва

DOI 10.55959/MSU012061-2024-20-106-114

Биологические классы в ГБОУ «Школа №171» существуют уже 17 лет, и все это время они востребованы среди школьников, желающих связать свою дальнейшую жизнь как с фундаментальной наукой, так и с практической деятельностью в производстве, медицине, сельском хозяйстве, просвещении, и даже в органах государственного и муниципального управления.

Для того чтобы выпускники биологических классов имели возможность успешно реализовать себя на любом выбранном ими направлении, стать профессионалами своего дела, а также иметь высокую конкурентную способность при поступлении в вузы, им необходимы глубокие знания по химии, намного превышающие общеобразовательный уровень. Благодаря тому, что в Школе № 171 имеются давние традиции химического образования самого высокого уровня, стало возможным использование этого опыта и в построении стратегии и тактики преподавания химии в биологических классах.

Тем не менее готовый и апробированный в течение десятилетий курс химии в профильных химических классах не может быть внедрён без изменений в программу биологических классов. Этому препятствует ряд особенностей, касающихся как содержания курса, так и организации учебной деятельности.

Главная проблема заключается в том, что практические занятия по химии в химических классах традиционно проводятся на базе хи-

мического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (кафедры неорганической, органической и аналитической химии). Программа этих классов принципиально не предусматривает проведения данного практикума на базе школы. В свою очередь такая организация учебного процесса не применима к биологическим классам, так как химический факультет не может обеспечить дополнительно 30–60 мест для учащихся биологических классов каждой параллели. По этой причине преподаватели профильных биологических классов столкнулись с необходимостью разработки, обеспечения и проведения химического практикума углублённого уровня в условиях школьной лаборатории.

Трудностей на этом пути было немало: отсутствие специально оборудованного практикума, невозможность использования в школе реактивов, доступных в лабораториях химфака МГУ и т. д. Тем не менее преподавателям химии удалось справиться с этой задачей, не только составив методически выверенный план реально осуществимых в школьных условиях практических работ, но и сформировав новую систему практико-ориентированных занятий.

Разработанная педагогами биологических профильных классов система состоит из нескольких этапов. На каждом из них происходит усложнение поставленной перед школьниками экспериментальной задачи, курс сопровождается выполнением разнообразных практических работ. *Нулевой этап* предполагает развитие химического мышления. Например, в 7 классе курс практических занятий разработан таким образом, чтобы обучающиеся, ещё не знакомые с химическими формулами веществ, исследовали взаимодействие веществ между собой, анализировали эти взаимодействия и учились систематизировать полученные знания, разбивая вещества на группы исходя из их физических и химических свойств.

На этом этапе обучающиеся впервые сталкиваются с мини-исследованиями, учатся самостоятельно проводить простейшие эксперименты, анализировать и систематизировать полученную информацию. Пример работы подобного плана: обучающиеся в пронумерово-

ванных пробирках получают растворы трёх групп веществ, которые надо классифицировать (это могут быть растворы двух кислот, двух щелочей и двух индикаторов). Необходимо подчеркнуть, что к моменту проведения работы дети не знают химических формул и ничего не слышали о классах соединений. Ученики должны попарно смешать все вещества между собой, зафиксировать свои наблюдения и на их основе сделать вывод о том, на какие группы можно разбить предложенные им вещества.

На *первом этапе* обучающиеся получают практические знания и учатся применять их в простейших ситуациях. Все обучающиеся 8 класса обязательно выполняют практические работы, предусмотренные программой. Практическая задача предполагает, например, определение кислоты, щёлочи и воды в пронумерованных пробирках при помощи индикатора. К моменту выполнения этой работы ученики уже знакомы с индикаторами и классами неорганических соединений.

Второй этап способствует развитию естественнонаучной грамотности школьников как одного из компонентов функциональной грамотности в целом. В 9 классе добавляется новый вид практической деятельности – *учебная проектно-исследовательская задача*, которая предполагает необходимость *самостоятельного составления плана эксперимента* и его реализацию. Пример подобной работы: ребятам предлагают синтезировать 1 грамм гидроксида меди, однако они должны самостоятельно предложить методику проведения эксперимента, учитывая реальные ограничения: источником катионов меди будет кристаллогидрат (медный купорос), а основание ребята могут получить только в виде раствора – с известной концентрацией или известной массовой долей (они должны сами выбрать, какой раствор щёлочи им удобнее будет использовать). Обучающиеся должны самостоятельно рассчитать количества необходимых реагентов, а также продумать, какая посуда и оборудование понадобятся им для взвешивания необходимых масс, отбора необходимых объёмов, проведения эксперимента, разделения образовавшейся смеси и т. д.

Учебные проектно-исследовательские задачи также могут быть ранжированы по уровням сложности, приближаясь к проектно-исследовательским работам.

В рамках выполнения практической задачи предполагается формирование и развитие ряда умений, характеризующих естественнонаучную грамотность и учитывающих её специфические особенности:

- формулировать цель и задачи работы;
- разбивать работу на этапы (это также необходимо для формирования умения распределить обязанности в группе, планировать время выполнения работы);
- самостоятельно выполнять все расчёты в рамках поставленных задач;
- подбирать посуду и оборудование для реализации конкретной методики с конкретными количествами реагентов (например, понимание того, что не следует использовать химический стакан с ценой деления 50 мл для отбора жидкости объёмом 10 мл);
- выполнять эксперимент (этот навык уже был получен в рамках выполнения практических работ и решения практических задач);
- рассчитывать выход реакции, анализировать и объяснять полученный результат.

В рамках выполнения проектно-исследовательской задачи обучающиеся могут выполнять эти действия или полностью самостоятельно, или с последующей корректировкой учителя, или вместе с учителем. Степень самостоятельности выполнения проектно-исследовательской задачи будет зависеть от того, какие навыки у школьников уже отработаны, а какие ещё предстоит формировать. Для выполнения экспериментального задания может потребоваться различное время: иногда – фрагмент урока, но иной раз – несколько уроков. В последнем случае удобно, чтобы уроки были спарены.

Приведём темы некоторых учебных проектных или исследовательских работ, которые проводятся в парах или мини-группах максимум по четыре человека:

- «Оценка качества молока титриметрическим методом».
- «Биоиндикаторы. Создание индикаторной бумаги».
- «Исследование жёсткости водопроводной воды».
- «Оценка эффективности работы бытовых фильтров для очистки воды».
- «Определение качества мёда».
- «Загадки аскорбиновой кислоты».

В рамках *третьего этапа* обучающиеся 10–11 классов обязательно выполняют *индивидуальную* проектно-исследовательскую работу.

Индивидуальная проектно-исследовательская работа – необходимый, завершающая ступень развития исследовательской компетенции учащегося. Последовательно проходя этапы описанного педагогического подхода, учащиеся получают возможность выполнить корректное с позиций научного метода исследование не только на базе школьной лаборатории, но и в МГУ им. М.В. Ломоносова на химическом, биологическом, почвоведческом факультетах и в институтах РАН. Такие работы ученики Школы № 171 успешно представляют на городских, Всероссийских и Международных конференциях (Международный форум «Шаг в будущее», Expo-Science MILSET, Asian Science Camp, I-SWEEEP, Taiwan International Science Fair) и становятся их призёрами. Среди десятков исследовательских работ учащихся биологических классов Школы № 171 стоит отметить следующие:

- «Влияние антибиотиков и наночастиц оксидов металлов на развитие икры рыб данио рерио» (совместно с ИПЭЭ РАН);
- «Оценка экологического состояния прибрежных экосистем на территории Утришского заповедника» (совместно с НИИ Океанологии им. П.П. Ширшова РАН);
- «Анализ состава снега парка "Сокольники" г. Москвы» (приз заключительного этапа ВОШ по экологии);
- «Влияние DAM, DCM-метилаз на рестрикцию плазмидной ДНК эндонуклеазами рестрикции» (бронзовая медаль I-SWEEEP);

- «Синтез и исследование свойств криогелей на основе 2-гидроксиэтилметакрилата» (совместно с МГТУ им. Баумана);
- «Синтез и биологическое тестирование диспиропроизводного на основе 1,3-оксазолон в качестве противоопухолевого препарата» (совместно с Химическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова);
- «Оптимизация путей синтеза тиофенола с помощью подходов зелёной химии»;
- «Определение устойчивости к высокотемпературному окислению на воздухе никелевых и никель-кобальтовых сплавов»;
- «Разработка синтетических подходов к разделению диспироиндолинов на стереоизомеры».

Участие в конференциях различного уровня даёт возможность ученикам не только сделать свои первые шаги в науке, пройти весь исследовательский цикл от постановки цели до представления работы, но и познакомиться с работами сверстников, (в том числе из других стран) по интересующей тематике, развивать навыки межнационального общения и межкультурной коммуникации, представлять российскую науку и культуру на международном уровне [1].

Учащиеся биологических классов также принимают активное участие в развитии *гражданской науки* в области экологического мониторинга. Гражданская наука (англ. *citizen science*) – это концепция проведения научных исследований с привлечением широкого круга добровольцев, многие из которых могут быть любителями, не имеющими предварительного научного образования и подготовки по специальности. Школьники попадают именно в эту категорию. В русскоязычной среде чаще используется термин «научное волонтерство», которое стало одной из инициатив верхнего уровня Десятилетия науки и технологий (Указ Президента Российской Федерации от 25.04.2022 № 231 [2]), позволяющей решить задачу, связанную с привлечением талантливой молодёжи в сферу исследований, а также повысить информированность российских граждан о достижениях и перспективах отечественной науки.

В 2019 году в России был запущен проект «Экологический патруль», целью которого является развитие сети школьного экологического мониторинга – комплекса образовательных программ и методик в области экологии, современных профессиональных методов наблюдения, сбора, обработки информации о состоянии и динамике окружающей среды [3].

В основу этого проекта был положен метод инструментального экологического мониторинга. Проектные команды, которые выполняют исследования в различных регионах страны, должны быть оснащены унифицированным набором оборудования для школьных экологических исследований. Предложенный набор датчиков позволяет измерять широкий набор параметров как воздуха, так и воды, осадков и почвы [4].

В 2020 году был сформирован Методический совет проекта «Экопатруль», куда вошли представители МГУ им. М.В. Ломоносова, Неправительственного экологического фонда им. В.И. Вернадского, Фонда содействия инновациям, Фонда технологической поддержки образования «Навигатор образовательных технологий», компании «Иннопрактика» и Федерального центра дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей. По результатам конкурса отобраны 21 региональный оператор, 480 образовательных организаций по всей России (среди них и Школа № 171) представили 678 проектов в области экологии [3].

В 2021 году впервые прошёл всероссийский финал конкурса «Экопатруль», тогда же он был включён в ежегодно утверждаемый Министерством просвещения РФ Перечень олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, мероприятий, направленных на развитие интеллектуальных и творческих способностей школьников [5]. С каждым годом проект «Экопатруль» расширяется, в 2022 году в конкурсе приняли участие 5 330 учащихся из 80 субъектов Российской Федерации, а также из Казахстана, Монголии и Молдовы. Учащиеся профильных биологических классов Школы № 171 активно участвуют в этом проекте. Так, ими были представлены сле-

дующие работы: «Оценка качества воды питьевой из родников № 7, 8, 9 в парке "Крылатские Холмы"», «Влияние качества воздуха на морфологические показатели ели европейской (на примере ЦАО г. Москвы)», «Анализ загрязнения почв района Ховрино г. Москвы» и другие.

Итогом комплексного подхода к преподаванию химии в профильных биологических и медицинских классах являются следующие результаты:

1. Выпускники наших биоклассов демонстрируют высокую конкурентоспособность при поступлении в вузы и становятся студентами различных факультетов (биологического, химического, биоинженерии и биоинформатики, психологического, почвоведения, фундаментальной медицины) МГУ им. М.В. Ломоносова, Филиала МГУ в Шэньчжэне, МГМУ им. И.М. Сеченова, РНИМУ им. Н.И. Пирогова, РУДН им. П. Лумумбы, МГМСУ им. А.И. Евдокимова, Военно-медицинской Академии им. С.М. Кирова, РХТУ им. Д.И. Менделеева, МВА им. К.И. Скрябина, РГАУ им. К.А. Тимирязева.

2. Традиционно учащиеся биологических классов активно участвуют в профильных олимпиадах, занимая призовые места на региональном и заключительном этапе ВОШ по химии, а также олимпиадах по химии, проводимых МГМУ им. И.М. Сеченова и РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Кроме того, учащиеся биоклассов становятся победителями регионального и заключительного этапа ВОШ по экологии. Отметим, что на олимпиаду по экологии ребята выходят с исследовательскими проектами в области экологического мониторинга, выполненными под руководством учителей химии нашей школы.

Выпускники биологических классов после получения высшего образования востребованы как в фундаментальной науке, так и практической деятельности (медицине, сельском хозяйстве, промышленности, педагогике). Многие из них возвращаются в школу в качестве педагогов, чтобы передать свои ценности, опыт и знания новым поколениям школьников.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Смирнов И.А., Смирнова Н.Ю.* Азиатское молодёжное движение Asia Science Camp // Исследователь/Researcher. 2019. № 1–2. С. 178–182.
2. Указ Президента РФ от 25 апреля 2022 г. № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий». – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47771>.
3. Научно-образовательный общественно-просветительский проект Экопатруль. – URL: <https://экологическийпатруль.рф/>.
4. *Смирнов И.А., Смирнова Н.Ю.* Научное волонтерство и гражданская наука в школьных экологических исследованиях // Химия в школе. 2023. № 6. С. 2–4.
5. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 августа 2021 г. № 616 «Об утверждении перечня олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, мероприятий, направленных на развитие интеллектуальных и творческих способностей, способностей к занятиям физической культурой и спортом, интереса к научной (научно-исследовательской), инженерно-технической, изобретательской, творческой, физкультурно-спортивной деятельности, а также на пропаганду научных знаний, творческих и спортивных достижений, на 2021/22 учебный год». – URL: https://im.mcko.ru/docs/Приказ_Минпросвещения_РФ_№_616_от_31_08_21.pdf.