

ПРОЕКТ И ИССЛЕДОВАНИЕ: ИХ МЕСТО И РЕАЛИЗАЦИЯ В ШКОЛЬНОЙ ХИМИИ



Наталья Игоревна Морозова,
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии,
специализированный учебно-
научный центр (факультет) —
школа-интернат имени
А. Н. Колмогорова
Московского государственного
университета имени
М. В. Ломоносова (СУНЦ МГУ),
г. Москва
E-mail: svireppka@yandex.ru

Аннотация. Согласно требованиям ФГОС СОО, каждый школьник в 10–11-х классах обязан выполнить хотя бы один проект. В статье рассматриваются различия между школьными проектами и исследованиями, даются типичные схемы их построения. Выделяются цели проекта (получить продукт) и исследования (узнать что-либо об объекте), плюсы и минусы выбора этих форм деятельности с точки зрения достижения результата. Указывается способ оформления исследования как проекта. Приводятся примеры работ по химии, выполненных в 10–11-х профильных классах СУНЦ МГУ. Рассматриваются методы, применяемые в проектах и исследованиях (расчет, эксперимент, логические методы, изучение литературных источников, социологический опрос), проводится сравнение основных методов между различными предметами и анализ корректности использования методов в каждом случае. Обсуждаются проблемы проектов и исследований по химии, связанные с необходимостью химического эксперимента (увеличение срока выполнения работы, материальные затраты, необходимость специфической научно-технической базы), и предлагаются пути их решения (сотрудничество со сторонними организациями, применение датчиковых систем, поиск оригинальных тем, доступных для реализации в имеющихся условиях).

Ключевые слова: школьный проект, школьное исследование, предмет химии, цель проекта и исследования, построение проекта и исследования, методы проекта и исследования, проблемы проектов и исследований по химии

Согласно ФГОС СОО [4], преподавание в школе должно быть ориентировано в том числе на формирование научного типа мышления, а также на овладение навыками

Как цитировать статью: Морозова Н. И. Проект и исследование: их место и реализация в школьной химии // Образ действия. 2023. Вып. 2 «Реализуем ФГОС ОО. Инженерно-технологическое образование. Лучшие практики». С. 109–117.

учебно-исследовательской, проектной и информационно-познавательной деятельности. Это касается образования в целом, а не конкретных предметов, но изучение естественных наук предоставляет особенно благодатную базу для достижения данных метапредметных результатов.

Отдельные проектные и исследовательские работы выполнялись в СУНЦ МГУ, наверное, с момента его образования. Но осознанно цель выработать у школьников элементарные навыки ведения исследовательской деятельности была поставлена в 2003 году на химическом и биологическом отделениях СУНЦ МГУ. Исследовательская работа включена в учебный план биологического класса с 2003 года, учениками химического класса обязательно выполняется с 2011 года. На сегодня выполнено около 500 работ. Ежегодно планируется выполнение и защита порядка 50 работ.

В течение всего этого периода мы пробовали многие формы работ и отчетности по ним, организовывали разнообразное сотрудничество, преодолевали, естественно, различные проблемы [1]. И к тому моменту, когда требование проектной работы от школьника, согласно ФГОС, стало обязательным, мы подошли готовыми.

В данной статье будут рассмотрены проекты и исследования на примере химии в 10–11-х профильных классах, сформулированы принципы их типичного построения и особенности.

Проект или исследование?

От школьника требуется именно проект: так, в приказе Министерства просвещения [2] говорится о том, что в аттестат о среднем образовании должна быть поставлена отметка за выполнение обучающимся индивидуального проекта. Между тем научная работа, к которой мы готовим обучающихся химического класса, — это исследование. И это разные вещи, хотя их часто путают.

Проект — это комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленный на создание уникального продукта или услуги в условиях временных и ресурсных ограничений. То есть цель проекта — получить каким-либо (заранее неизвестным) способом заданный результат (продукт).

Исследование — это целенаправленное познание чего-либо, результаты которого выступают в виде понятий, законов (закономерностей) и моделей, характеризующих изучаемый предмет или явление. Цель исследования — изучить неизвестные характеристики заданного объекта или процесса.

Типичный проект в химии — это синтез какого-то вещества. Поставив себе эту цель, школьник и его руководитель начинают искать средства. Как это сделать, что для этого необходимо? Существуют разные методики, в них используются разное сырье и оборудование. Не все доступно в условиях реальной школы, при ограниченности ресурсов и времени: так,

невозможно позволить себе 48-часовой синтез под давлением 35 000 атм. Бывает, что в литературе нет подходящих методик, тогда требуется что-то модифицировать или придумать, попробовать какой-то путь, учесть недочеты и попробовать по-другому... То есть два нижних квадратика на рисунке 1 могут заиклиться. Наконец, синтез удается. Или не удается. Проект может потерпеть неудачу, и в этом, увы, заключается слабость такой формы деятельности с точки зрения гарантий результата.

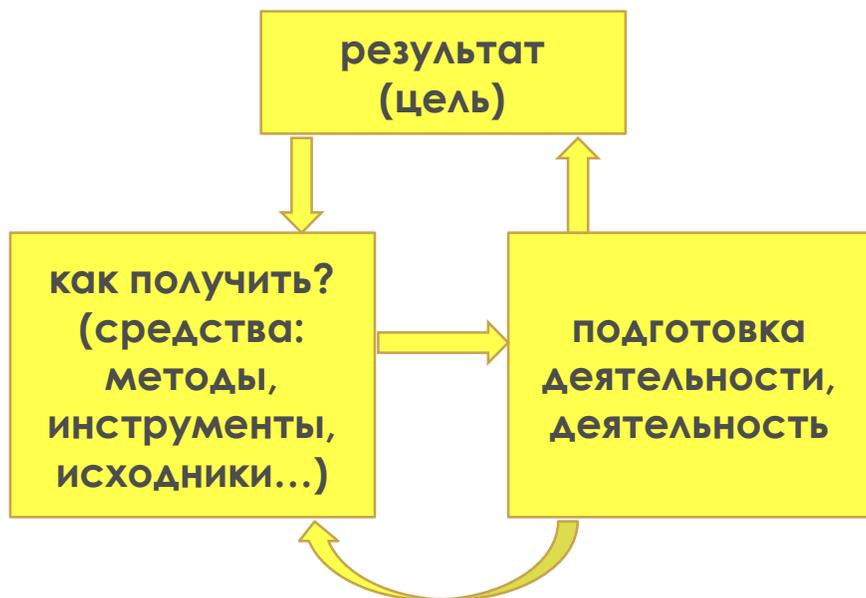


Рисунок 1. Типичная схема развития проекта

Проекты по химии могут быть посвящены не только синтезу веществ. Наряду с типично синтетическими проектами, как то «Синтез неорганических розовых красителей» (2021), «Получение цезийкобальтовых квасцов» (2020), можно привести примеры других проектов, выполненных обучающимися СУНЦ МГУ за последние годы: «Создание визуальной таблицы растворимости» (2022), «Изготовление полимерных композитных материалов методом вакуумного формования» (2021), «Составление парфюмерной композиции на основе ацеталя циклогексанона» (2019), «Разработка биоразлагаемых полимеров из природного сырья» (2018), «Создание программы по расчету кинетики химических реакций» (2017), «Перевод оксида церия и оксида молибдена в раствор» (2017).

Теперь перейдем к исследованию. В химии можно исследовать свойства вещества, химический состав какого-то объекта или характеристики процесса (реакции). Вещество, объект или процесс мы себе представляем, но оно не цель исследования. Цель — узнать нечто о нем. И потому исследование принципиально не может оказаться неудачным. Обнаружили мы хлор в воде или не обнаружили, установили, что вещество является окислителем или не является, экзотермична оказалась реакция или эндотермична — цель исследования достигнута. В этом плюс исследований в сравнении с проектами.

Но сама цепочка логических стадий исследования более сложна (она изображена на рисунке 2). Исследователю необходимо подобрать адекватные методы для изучения конкретных характеристик, затем изыскать средства, чтобы эти методы применить (и тут может выясниться, что не все методы возможно использовать, ибо ближайший масс-спектрометр в 600 км, а нитрат серебра у школы нет денег, а марганцовку перестали свободно продавать). Кроме того, само по себе проведение каких-то операций не даст ответа на исходный вопрос, из результатов надо сделать выводы. Из того, что вы получили ЯМР-спектр вещества, не следует, что вы узнали его строение — нужно грамотно интерпретировать этот спектр.

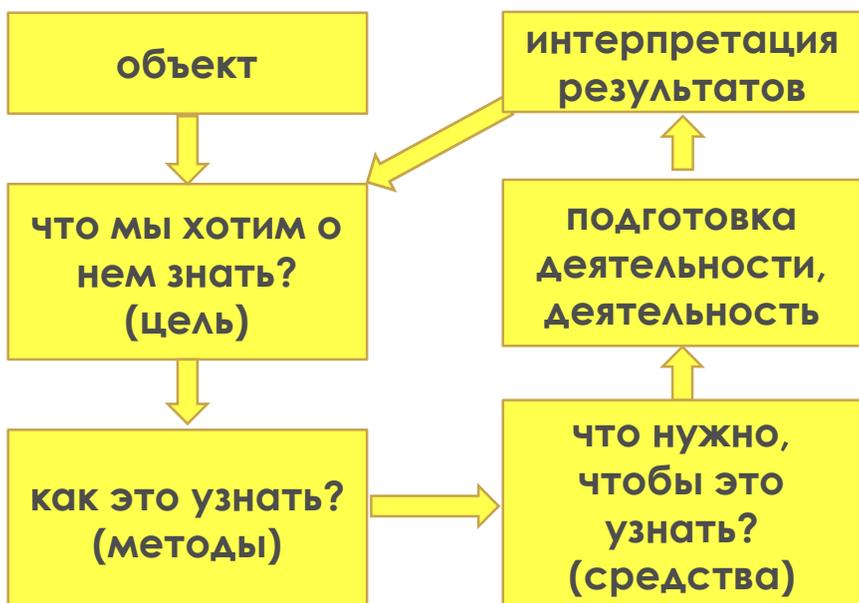


Рисунок 2. Типичная схема развития исследования

Какими могут быть исследования по химии? Вот несколько примеров: «Анализ солей Мертвого моря» (2021), «Определение кинетических параметров пероксидазы борщевика сосновского в сравнении с пероксидазой хрена обыкновенного» (2020), «Сравнение условий получения три- и монохлорида иода (ICl₃)₂ и ICl» (2019), «Чем пахнут старые книги?» (2019), «Кристаллизация серы в неводных растворах» (2018), «Влияние различных факторов на размер и форму выпадающих кристаллов PbBr₂» (2017).

Проведение исследования всегда гарантирует результат (другое дело, что он может быть не таким, на который надеялись), однако школьник должен представить проект. Как же соотносить это с тем, что сплошь и рядом обучающиеся выполняют исследования и это им засчитывается? Очень просто, если проведение исследования сделать целью проекта. Ведь продуктом и результатом проекта может быть не только конкретный объект, но и проведение какого-то мероприятия. Именно потому, что исследование так легко и непринужденно встраивается в схему проекта, эти понятия часто путают.

Методы проекта и исследования по химии

Проектные и исследовательские работы по химии сильно отличаются от аналогичных работ, например, по математике или истории и имеют свои особенности, отраженные в таблице 1. Главная из них — это экспериментальная часть как обязательный (в подавляющем большинстве случаев) этап работы.

Таблица 1
Сравнение методов проектных и исследовательских работ

Метод	Предметная область		
	Химия	Математика	История
Изучение литературных источников	–	–	+
Социологический опрос	–	–	иногда
Расчет	иногда	иногда	–
Эксперимент	+	–	–
Логические методы	+	+	+

Именно эксперимент является главным методом во всех работах по химии. Реже — расчет. Для теоретических работ расчет как основной метод выглядит нормально, но проблема в том, что, во-первых, школьник редко способен выдать что-то конкурентоспособное в теоретической химии, а во-вторых, на большинстве конференций и конкурсов рассматриваются только экспериментальные работы. Впрочем, это не значит, что теоретические или чисто расчетные работы совершенно невозможны. Такие работы делались в СУНЦ МГУ в дистанционный период обучения, например «Программа для построения кривых титрования» (2021), «Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса: конфликт или диалог?» (2022). С точки зрения пригодности подобных работ для внесения в аттестат ограничений нет.

Логические методы применяются всегда, но как раз об их использовании в работах обычно не пишут. Почему? Потому что без них невозможно вообще ни одно исследование и ни один проект, они как бы подразумеваются. Логические методы — это сравнение, анализ и синтез (в когнитивном смысле, а не в химическом), обобщение и специализация, абстрагирование и конкретизация. То есть то, на основании чего строятся все выводы.

И наоборот, часто в работах приходится читать об изучении литературных источников как применяемом методе исследования. Выглядит это смешно. Наверное, изучение источников может быть методом исследования в гуманитарных предметах, но никак не в естественно-научных. Изучить, что написано по теме, разумеется, необходимо, но не для достижения цели исследования, а для того, чтобы грамотно ее сформулировать, установить ее актуальность и новизну. Бывает, нужно использовать справочные данные по свойствам веществ, иногда приходится искать методики синтеза и анализа — это все естественная вспомогательная функция изучения литературы. Однако, сколько бы вы ни прочитали по теме химического исследования, вы еще ничего не исследовали, а только узнали о том, что до вас исследовано другими.

Тут есть одна оговорка. Возможен проект конкретно по созданию обзора литературы, например о пятивалентном алюминии. И тогда изучение источников проходит как метод реализации проекта. Формально такой проект ничуть не хуже других, в упомянутый период дистанционного обучения некоторым школьникам приходилось защищать обзоры, например, «Чем обусловлена окраска крови?» (2022), «Медные сплавы» (2022). Но на конференции обзорный проект не примут.

Отдельно хочется уделить внимание социологическим опросам, которые обучающиеся полюбили вставлять в свои работы. Сейчас это модно, и опросы прекрасно подойдут для работ по социологии, политологии, психологии... Но строить химическое исследование на материалах опросов нельзя. Сколько бы людей вы ни опросили и какие бы интересные версии

они вам ни выдали, ничего химического вы при этом не исследовали.

Это не означает, что обсуждению опросов категорически не место в школьных работах по химии. Оно может быть «красивым бантиком» и даже бывает полезно, например, при обосновании актуальности. Скажем, в результате опроса обнаружено, что 85% населения деревни обеспокоены экологическим состоянием определенного колодца — значит, исследование состава воды из него представляет интерес.

В принципе, все эти замечания во многом относятся и к другим естественным наукам.

Проблемы эксперимента в проектах и исследованиях по химии

Наличие экспериментальной деятельности, в свою очередь, сопряжено с определенными трудностями. Во-первых, это увеличение сроков выполнения работы по отношению к теоретическим работам. Во-вторых, это материальные затраты (реактивы, посуда, оборудование), и тут у химии ситуация среди всех естественных наук наихудшая: у физиков оборудование часто многоразовое, одни и те же металлические пластинки можно использовать годами, у биологов многие работы связаны с наблюдениями, и тут все в руках природы, а химики постоянно вынуждены тратить реактивы и бить посуду (разумеется, не нарочно, но так получается). В-третьих, во многих случаях для выполнения эксперимента необходима специфическая научно-техническая база (тот же масс-спектрометр в каждой школе не стоит, и людей, умеющих с ним работать, еще нужно найти).

С первой проблемой, в общем-то, ничего поделать нельзя, только утешаться тем, что работы, связанные с наблюдением за природой, могут быть еще более длительными. Можно сформулировать лишь общий совет — быть аккуратнее как при выборе темы, так и при ее реализации: строго очертить минимум задач и не позволять работе разрастаться до большого объема.

Вторая проблема может быть решена привлечением сторонних средств, выбиванием финансирования и т. п. Здесь важна гармония. Плохо, когда нет денег на пробы, но также плохо, когда спонсор подарил электронный микроскоп, а никто в школе не умеет ни работать на нем, ни обслуживать технически. Поэтому лучше, когда электронный микроскоп стоит в обычном для себя месте — каком-нибудь институте, а с этим институтом у школы существует сотрудничество. Обычно эта мысль вызывает встречный скепсис: конечно, у СУНЦ МГУ есть такая возможность, а у других нет... На самом деле множество школ, и далеко не только московских, имеет контакты с вузами, институтами, лабораториями, предприятиями, которые готовы стать базой для школьных проектов. Они делают это как в рамках разных программ, так и чтобы привлечь будущие молодые кадры. Вступать

в такое взаимодействие не всем нужно и интересно, но СУНЦ тут совсем не уникальный и даже исторически не первый случай. Сотрудничество с научными организациями снимает проблему научно-технической базы, и материальная проблема становится меньше.

Кроме того, оно дает возможность разрабатывать новые, нетрадиционные для школы темы, что повышает интерес к этим работам и их конкурентоспособность на конференциях. Приведем примеры работ, выполненных учениками СУНЦ МГУ в 2019 году в сотрудничестве с различными организациями: «Влияние процесса сшивки на хроматографические свойства полимера метатезисного поли(3-(трибутоксисилил)трициклононена-7)» (ИНХС РАН), «Синтез 2-хлор-1,10-фенантролина и его аминирование полиаминами» (ХФ МГУ), «Исследование поведения мономеров и осаждение полимеров в сверхкритическом диоксиде углерода» (ИНЭОС РАН), «Двухфазные магнитные обменно-связанные нанокompозиты на основе магнитотвердых частиц гексаферрита стронция» (ФНМ МГУ), «Синтез новых композиционных наноматериалов на основе оксида графена или оксида олова» (ИОНХ РАН), «Изучение амилоидогенных белков» (ФББ МГУ).

Преимущества качественной научно-технической базы всем очевидны, поэтому перейдем к более насущному вопросу: что делать, если такой базы нет?

Сравнительно недорогая и удовлетворительная по качеству замена приборам — датчиковые системы, разработанные под компьютерный интерфейс. С помощью этих систем можно измерять разные физические, химические, биологические параметры, в том числе во времени, сравнивать их между собой, строить зависимости. Для школы датчиковые системы особенно удобны. Они не занимают много места, их легко носить с собой, проводить анализы на местности, программное обеспечение просто устанавливается, данные удобно сохранять, обрабатывать, сравнивать, одновременно снимать несколько параметров и сразу строить корреляции. Для современных датчиков даже ноутбук не нужен, достаточно смартфона. Вот пара примеров работ, выполненных с использованием датчиков: «Оптимизация метода титриметрии органических кислот с использованием полуавтоматического титратора» (2023), «Изучение комплексообразования в системах галогенид — галоген» (2018), «Определение содержания питательных элементов в почве в условиях школьной лаборатории» (2018).

Нет никаких оснований полагать, что без специальной лаборатории нельзя сделать хорошую проектную или исследовательскую работу. Самые выигрышные работы, с точки зрения жюри конкурсов, — это как раз такие, выполненные на простом материале, но с интересно сформулированной темой или неожиданными результатами. Вечные темы, всегда актуальные

и практически неисчерпаемые, — это экология (качественный и количественный анализ природных вод и иных объектов, определение содержания компонентов в пищевых продуктах и т. п.), кристаллы (выращивание кристаллов различных веществ, изучение кристаллизации в разных условиях), выделение и очистка веществ (в частности, получение из природных объектов). Если этот список кажется банальным, можно придумать оригинальные темы, доступные для реализации на базе школьного кабинета химии: например, в обычном кабинете выполнялись работы «Изучение влияния различных условий на протекание синтеза кристаллов меди» (2021), «Сравнение способов получения ацетата хрома (II)» (2019), «Получение пластмасс на основе белкового сырья» (2017).

Получить наглядное представление о проектных и исследовательских работах, проводимых на химическом и биологическом отделении СУНЦ МГУ, можно из информации на сайте [3]. Там размещены темы работ, защищенных обучающимися с 2004 года, их краткое содержание и иллюстративный материал, а также сведения о конференциях, в которых участвовали эти работы, и ссылки на публикации школьников и преподавателей.

Список литературы

1. Астахова А. А., Дегтярева А. П., Колясников О. В. и др. Организация исследовательской деятельности учащихся химико-биологического отделения Специализированного учебно-научного центра МГУ // Наука и школа. 2017. № 4. С. 135–144.
2. Приказ Минпросвещения России от 05.10.2020 № 546 (ред. от 22.02.2023) «Об утверждении Порядка заполнения, учета и выдачи аттестатов об основном общем и среднем общем образовании и их дубликатов» (Зарегистрирован 22.12.2020 № 61709) // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012230042> (дата обращения: 11.04.2023).
3. Творческие/исследовательские/проектные работы учащихся химического и биологического отделений // СУНЦ МГУ. Школа им. А. Н. Колмогорова [Электронный ресурс]. URL: <https://internat.msu.ru/chemistry/tvorcheskie-issledovatel'skie-raboty-po-himii/> (дата обращения: 16.04.2023).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902350579?marker=6500IL> (дата обращения: 11.04.2023).