

## КАК ИСКАТЬ ТЕМЫ ПРОЕКТОВ, ЕСЛИ НЕТ СВЯЗЕЙ С ЗАКАЗЧИКАМИ

**Жилин Д.М.**

*Международная школа смешанного обучения, г. Москва;  
Лицей НИУ ВШЭ*

DOI 10.55959/MSU012061-2024-20-191-200

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, проектная деятельность требуется от всех учащихся средней школы. При этом у большинства учителей организация проектной деятельности вызывает трудности уже на этапе выбора темы. В идеале для проектной работы нужен какой-то заказчик. Однако выполнение серьёзных работ на заказ требует таких знаний, умений и компетенций, которых даже у старших школьников, за редкими исключениями, нет. Поэтому темы проектных работ приходится придумывать учителям.

Тем не менее даже если заказчика нет, школьникам можно предложить интересные и полезные темы. От этих тем не следует ожидать научной новизны и инновационности, а от проекта – соответствия бизнесовому пониманию этого слова. Но с дидактической точки зрения такой проект вполне достигнет цели развития предметных и метапредметных умений, то есть той цели, ради которой проектная деятельность неявно затевается.

Мы считаем, что для старшего школьника (или группы старших школьников) в рамках выполнения проектной работы будет вполне достаточно найти готовую методiku и реализовать её, адаптировав под свою ситуацию.

В любом случае выполнение проектной работы требует поиска научной информации, которая представлена в книгах и оригинальных статьях, причём по многим (хотя и не по всем) темам ключевая информация представлена на английском языке, которым для выполнения разумных проектов нужно владеть хотя бы на уровне чтения.

Огромное количество сканов научных и учебных книг выложено на сайте [twirpx.link](http://twirpx.link) (требует регистрации).

Оригинальные статьи на русском языке есть на сайтах [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и [cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru) (там возможен поиск по ключевым словам, авторам и т. д.). Что касается англоязычных статей, то тут имеет смысл искать их сначала, по ключевым словам, в обычных поисковых системах. В любом случае по результатам поиска можно будет увидеть реферат статьи, которого часто бывает достаточно. Для статьи в открытом доступе (open access) легко перейти на её полный текст, но возможен вариант, когда полный текст доступен только по платной подписке. Однако у любой статьи есть идентификатор doi, который указан в реферате. Ссылка на него выглядит примерно так: <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2006.02.005>. Чтобы с большой вероятностью получить полный текст статьи, этот идентификатор (всё, что после «doi.org/») нужно скопировать, далее открыть сайт [sci-hub.ru](http://sci-hub.ru) и вставить скопированный номер в строку поиска.

Оборудование для выполнения проектной деятельности часто продаётся по вполне доступной цене на российских маркетплейсах типа Озона или Вайлдберриз. То, чего нет на российских маркетплейсах, есть на Алиэкспрессе. Однако напрямую с маркетплейсами получается работать не у всех школ, поэтому часто приходится прибегать к услугам посреднических фирм.

Теперь перейдём к возможным тематикам проектных работ.

***Историческая реконструкция технологий*** особенно хорошо может получиться в сельских школах и школах, у которых есть большие земельные участки. Задача подобных проектов – реконструировать какие-то старые технологии и с их использованием получить какой-то продукт. При этом возникает интересный вопрос: в древности

(да и в средние века) научных знаний у людей не было, а у современных людей, даже школьников, они есть. Насколько помогут современные научные знания реконструировать технологию древних людей? Кроме того, интересно сравнивать древние и современные технологии, чтобы прочувствовать мощь и красоту технического прогресса. А ещё интересен поиск нереализованных технологий, то есть технологий, которые можно было реализовать имевшимися в прежнее время инструментами, но которые реализованы не были. Так, мы получили бумагу из борщевика Сосновского [1], что показывает принципиальную возможность изготовления бумаги и из других однолетних трав. Но из однолетних трав в России бумагу почему-то не делали.

Перечислим возможные темы в рамках этой тематики, расположив их примерно по увеличению сложности.

*Крашение тканей.* Преимущественно для этого используются растительные красители. Тема широко исследуется как российскими, так и зарубежными реконструкторами. Автор статьи тоже занимался этой темой [2, с. 217]. Однако практически вся информация по этой теме носит эмпирический характер. Многие вопросы так и остаются у реконструкторов без ответа. Например, до сих пор непонятно, чем на Руси красили ткань в алый цвет, столь любимый сказочниками. При том что состав растительных красителей (из которого можно вывести их свойства) довольно хорошо исследован, но эта информация закопана в специализированной литературе по физиологии растений, в разделах, касающихся вторичных метаболитов.

*Освещение.* Какими средствами и инструментами можно было пользоваться в старину для освещения жилищ? В принципе, такие средства можно получить и инструменты сделать.

*Изготовление бумаги.* Про изготовление бумаги известно в общих чертах. Например, известно, что в древнем Египте её получали из папируса, в Китае делали некую «рисовую бумагу», а в России до конца XIX века сырьём для получения бумаги было тряпье и отходы

производства тканей. Но воспроизвести эти технологии, особенно на оборудовании, доступном в те времена, не так-то просто.

*Изготовление волокон.* Технология выделки волокон из льна реконструируется многими, поскольку необходимое для этого оборудование (трепала, прялки и т. д.) в огромных количествах представлены в музеях. Однако волокно можно делать не только из льна, но и из других растений, например из крапивы. И вот тут неграмотные реконструкторы делают ошибки. Например, предлагают делать волокно из крапивы, собранной в июне, хотя у осенней крапивы волокно гораздо крепче и гораздо легче отделяется [3].

*Получение соли.* Эта технология реконструирована в музее «Сользавод в деревне Варницы», но даже повторить её, используя инструменты, доступные хотя бы в XVIII веке, весьма нетривиальная задача.

*Изготовление мыла.* Принцип изготовления мыла известен – варить жир со щелочными агентами. Но до XVIII века в качестве такого агента была известна только древесная зола, а с ней реакция омыления протекает довольно медленно.

*Чернение металлов.* Чернение бронзы и серебра известно давно. Однако данных по составу для чернения нам найти не удалось. Мы реконструировали его из материалов, доступных в XVIII–XIX веках, но, возможно, это не единственный способ.

*Смолокурни и дёгтегонки.* Казалось бы, принцип получения дёгтя прост – сухая перегонка древесины. Однако технически реализовать его, особенно инструментами XVIII века и более ранними, очень непросто.

*Фрески.* Вполне можно покрывать известняковые камни штукатуркой и по сырой штукатурке что-то рисовать. Но подобрать состав штукатурки из доступных материалов, причём такой, чтобы штукатурка не трескалась и не отслаивалась, весьма непросто. Нам, по крайней мере, до сих пор не удалось.

*Галогенсеребряные фотографические процессы.* В настоящее время в антикварных магазинах и на барахолках можно довольно дё-

шево купить широкоформатные фотоаппараты типа Москва, которые позволяют фотографировать на крупные фотопластинки. Но вот найти тонкое стекло для фотопластинок гораздо сложнее. А ещё сложнее – получить фотоэмульсию, равномерно и прочно нанести её на стекло и при этом не засветить.

*Добывание огня.* В этой теме есть огромный объём задач – поиск кремней, изготовление кресал, а самое главное – поиск и подготовка трута (причём инструментами, доступными древним людям). Мы на этой теме споткнулись.

*Обжиг кирпичей или извести.* Требуется хорошей печи, которая позволяет нагревать сырьё до высокой температуры.

*Выжигания угля.* Конструкции углежогных куч известны, однако само выжигание требует участка земли подальше от жилых домов, много дров и изрядной сноровки. Без сноровки можно либо сжечь весь уголь, либо вместо угля получить просмоленные обугленные деляшки.

*Выплавка железа из болотной руды.* На наш взгляд, это вершина исторической реконструкции химических процессов. Нужно найти руду, выжечь уголь, сделать домницу, сделать меха, приготовить и перемолоть смесь руды и угля и так далее. Задача для большой группы людей и не на один год.

Помимо книг, интернет-сайтов разной степени сомнительности, много информации по теме исторической реконструкции можно найти в музеях. Там среди экспонатов встречаются старые ткани; изделия из кожи, металла и стекла; информация по технологиям ткачества и выделки металлов (часто не вполне воспроизводимая). Существуют даже специализированные музеи, которые стоит посетить, занимаясь той или иной темой. Вот их далеко не полный список.

| Тема        | Название музея                                     | Расположение                 |
|-------------|--|------------------------------|
| Освещение   | Огни Москвы  | Москва                       |
| Мыловарение | Портомойня   | Елабуга, Татарстан           |
| Металлургия | Музей истории Выксунского металлургического завода | Выкса, Нижегородская область |

| Тема                          | Название музея                | Расположение                                  |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Изготовление волокон и тканей | Музей традиционного ткачества | Полоцк, Беларусь                              |
| Изготовление бумаги           | Бузеон                        | Полотняный завод, Калужская обл.              |
| Солеварение                   | Сользавод в деревне Варницы   | Д. Варницы, Тотемский район, Вологодская обл. |

*Химические процессы в создании произведений искусства* – вторая необъятная тематика для школьных проектов. Хотя утилитарная ценность произведений искусства, которые создают школьники, стремится к нулю, но сам процесс весьма увлекателен и полезен как для развития предметных знаний (причём не только по химии, но и по истории, психологии и т. п.), так и для развития метапредметных умений.

Частично эта тематика пересекается с исторической реконструкцией. В частности, крашение тканей природными красителями и фресковую живопись можно отнести как к первой, так и ко второй тематике. Но есть и специфические темы, которые к исторической реконструкции не отнесёшь. Перечислим их по увеличению сложности.

*Энкаустическая живопись.* Это живопись расплавленным воском. Для него нужно подобрать красители, которые не отслаиваются и дают более или менее чистые цвета.

*Синтез пигментов.* Простейший вариант – синтез при помощи ионообменных реакций. Но есть и более сложные синтезы, в первую очередь – железоксидных пигментов [4].

*Связующие.* Как известно, простейшая краска – это пигмент плюс связующее. Связующее можно сделать, но это требует некоторого литературного поиска.

*Цветные стёкла, они же ламповок.* В рамках проектов по этой теме можно получить разнообразные цветные стёкла для мозаик и небольших стеклянных изделий. Направление модное, поэтому по нему довольно много информации в интернете. И, как и вся подобная информация, она не всегда надёжна и носит преимущественно эмпири-

ческий характер. Для этой работы требуется либо муфельная печь, либо специальная вставка для ламповка в микроволновую печь. Такая вставка позволяет за десять минут нагреть её содержимое до 1 000 °С, не подвергая опасности саму микроволновую печь.

*Керамика и эмали для керамики.* Керамика – тоже широко проработанная тема не столько для проектов по химии, сколько для работы руками. А вот изготовить прочную эмаль для керамики удаётся далеко не всем. Но здесь уже не обойтись без полноценной муфельной печи.

*Травление камня.* Изображать узоры на камне, особенно граните, вытравливая его реагентами на основе фторидов – весьма интересная задача, которую мало кто пытается решить.

*Химия в приготовлении и переработке пищи* – ещё одна тематика, предоставляющая широкие возможности и однозначно имеющая практическую значимость. В рамках этой тематики приходится выстраивать межпредметные связи, в первую очередь с биологией.

*Ферментирование трав* для изготовления чаёв весьма популярно в узких кругах любителей. Информацию по этой теме можно найти по ключевым словам «ферментированные травяные чаи». Технически это один из самых простых проектов, потому что для его выполнения почти не требуется специального оборудования, однако необходимо некоторое время.

*Приготовление напитков брожения* – кваса, айрана, кумыса и т. п. – весьма увлекательное занятие для школьников, хотя тоже требует времени.

*Коллоидные процессы* (эспумизация, эмульгирование, микрожелирование) позволяют получать пищу с необычными тактильными и вкусовыми качествами. Эти процессы объединяются под модным названием «молекулярная кухня», но под ним часто преподносят давно и хорошо известные кулинарные процессы.

Есть и чисто химические тематики проектов, выполнение которых возможно в школьной лаборатории с минимальным оснащением.

**Выращивание кристаллов**, особенно нерастворимых в воде, – ещё одна тематика, предоставляющая широкие возможности. Можно выделить следующие доступные способы.

*Медленное охлаждение со смещением химического равновесия.* Интересующее нас вещество нагревают с реагентом, который обратимо его растворяет. Если при охлаждении реакция смещается в сторону образования нерастворимого вещества, то медленное охлаждение может привести к росту достаточно крупных кристаллов. Таким способом мы выращивали кристаллы крокоита  $PbCrO_4$  субмиллиметровых размеров, растворяя его при нагревании в 30%-ной азотной кислоте и медленно охлаждая раствор. Основная проблема этого способа – организация медленного и равномерного охлаждения. Простейший вариант – использовать термос. Однако охлаждение в термосе, хотя и медленное, но неравномерное. Для равномерного охлаждения нужно использовать термостаты с большим объёмом перемешиваемой воды. В качестве нагревателя можно использовать мощный кипятильник и подключать его через цифровой термостат, который стоит около 400 рублей. Толковый школьник вполне способен самостоятельно подключить этот термостат по прилагаемой к нему инструкции.

*Гидротермальный синтез* [5] – синтез кристаллов с использованием воды, нагретой под давлением. В школьных условиях реально использовать автоклавы, которые можно спокойно нагревать до  $180\text{ }^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу – такие автоклавы объёмом 50 мл доступны на Алиэкспрессе. Синтез проводится либо выдерживанием вещества в гидротермальных условиях, либо медленным охлаждением перегретого гидротермального раствора, либо гидротермальным переносом мелких кристаллов на затравку крупного. Все эти способы достаточно длительны и требуют нескольких дней. Первым способом мы вырастили кристаллы либетинита  $Cu_2(OH)PO_4$  и основных фосфатов кобальта субмиллиметровых размеров. Литература по этой теме широко представлена в оригинальных статьях на английском языке. Её следует искать по ключевым словам «hydrothermal synthesis crystals». При этом следует сразу отметить статьи, где написано nanocrystals



(их невозможно рассмотреть, а иногда даже и отфильтровать). Также нужно следить за условиями гидротермального синтеза, потому что многие синтезы проводятся при температурах больше 300 °С, что требует очень дорогих автоклавов.

*Осаждение кристаллов из паров.* Это могут быть пары самого вещества. Тогда вещество нагревают в одном конце стеклянной или кварцевой пробирки (кварцевые пробирки доступны на Алиэкспрессе), а его пары кристаллизуются в другом. Если вещество малолетучее, к пробирке можно подсоединить масляный вакуумный насос. Таким методом мы получали миллиметровые кристаллы оксида молибдена  $\text{MoO}_3$ . Кристаллы также можно осаждать из паров вещества-предшественника, которое даёт нужное нам вещество за счёт реакции с влагой или кислородом воздуха. Так, из хлорида олова(IV) у нас получался довольно красивый пух кристаллов оксида олова(IV) субмиллиметровых размеров. Более сложная методика – газотранспортные реакции [6, 7]. Тем не менее при определённой сноровке можно попробовать её реализовать.

*Медленное восстановление металлов* позволяет получать кристаллы металлов миллиметровых размеров. Так мы получали игольчатые кристаллы меди длиной в 2–3 мм и даже кубические кристаллы меди субмиллиметровых размеров. Восстановлением олова при температуре около 0 °С можно получить серое олово, которое не даёт крупных кристаллов. Это метод – самый простой способ вообще увидеть серое олово.

*Электрохимия* – очень мощный набор методов, для реализации которого достаточно одного регулируемого блока питания на 30 В и 5А. На момент написания данной статьи такой блок питания можно было приобрести за 4 тысячи рублей. На нём можно проводить, например, электролиз и гальванику.

*Электролизом* мы получали хлорат и бромат калия. Возможно также получение перманганата калия и других полезных веществ. При проведении электролиза основная проблема связана с электродами,

в первую очередь с анодом, поскольку большинство материалов на аноде разрушается, особенно при больших плотностях тока.

*Гальваника* – по сути, тот же электролиз, который используют для нанесения металлических покрытий, модификации поверхности металлов и даже для окрашивания поверхностей. По этой теме есть большое количество книг с готовыми рецептами, поэтому за школьником остаётся только аккуратно их реализовать.

**Микроволновой синтез** сейчас считается передовым направлением синтеза, причём как органического, так и неорганического. Им можно синтезировать красители, кристаллофосфоры, полимеры и многое другое – вплоть до квантовых точек (quantum dots). Мы синтезировали этим методом фталоцианины меди и кобальта [2, с. 175]. Приятно, что для микроволнового синтеза достаточно обычной микроволновой печи. Информация находится главным образом в оригинальных англоязычных статьях и ищется по ключевым словам «microwave synthesis».

Данный краткий обзор не претендует на полноту. Наверняка существуют ещё темы, и даже целые тематики, не охваченные нами. Но полагаем, что он предоставляет достаточно широкий выбор тем под разные интересы и материальные возможности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.youtube.com/watch?v=mcDTPu2KPUo>.
2. *Жилин Д.М.* 111 практических работ по химии. Практикум для 10–11 класса средней школы. – Тверь: Полипресс, 2023.
3. <https://www.youtube.com/watch?v=lqxOF1SOrG>.
4. *Schwertmann U., Cornell R.M.* Iron Oxides in the Laboratory. Preparation and Characterization. Wiley, 2000.
5. *Литвин Б.Н., Пополитов В.И.* Гидротермальный синтез неорганических соединений. – М.: Наука, 1984.
6. *Шеффер Г.* Химические транспортные реакции. – М.: Мир, 1964.
7. *Binnewies M., Glaum R., Schmidt M., Schmidt P.* Chemical vapor transport reactions. De Gruyter, 2012.