

Интернет-проект «Путешествие в мир химии»  
2015/2016 учебного года 2 тур, апрель 2016 г.  
возрастная категория «11 класс»  
Игровой номер 16ch843

Государственное профессиональное  
автономное учреждение  
Ярославской области  
**Ярославский промышленно-экономический колледж,**  
г. Ярославль

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

*Химия и криминалистика. Загадка Вултонской тюрьмы.*

**Выполнили:** Ситников Кирилл (15 БИО)  
Антонова Наталья (15 БИО)  
Михайлова Полина (15 БИО)  
Саблюкова Алёна (15 БИО)  
Постникова Валерия (15 БИО)

**Научные руководители:**

О.Н. Шапошникова  
Н.С. Любимова

Ярославль, 2016

## **Введение**

**Актуальность проекта.** В приключенческих романах, повествующих о давних временах, упоминаются порой письма, написанные бесцветными чернилами. Хитрые враги не знают секрета тайнописи, и лишь благородные герои могут превратить невидимое в видимое....

А секрета особого тут нет, он давно уже известен. Некоторые бесцветные вещества как бы проявляются под действием тепла или химических веществ, образуя окрашенные соединения.

Превращение невидимого в видимое нередко оказывает огромную помощь тем, кто раскрывает преступления. На месте преступления всегда остаются следы, и у экспертов-криминалистов есть тонкие способы и подходящие химические вещества, позволяющие разоблачить злоумышленников.

**Цель данного исследования:** Предположить способы передачи секретной информации. Экспериментальным путём проверить их состоятельность.

### **Содержание исследования:**

1. Собрать и проанализировать теоретический материал по секретной переписке.
2. Предположить возможные варианты передачи посланий Штапом.
3. Провести пробирочный эксперимент.
4. Провести эксперимент, используя описанные в рассказе атрибуты.
5. Описать и проанализировать полученные данные.
6. Сопоставить результаты эксперимента с имеющейся в рассказе информацией и ответить на поставленные вопросы.
7. Предложить другие доступные способы секретной тайнописи.

### **Теоретическая часть. Секреты тайнописи.**

Приходится признать, что некоторые виды чернил или давно исчезли из употребления, или применяются только в таких таинственных целях, как секретная переписка. Для такого рода тайнописи существует много способов, и все они используют секретные или "симпатические" чернила - бесцветные или слегка окрашенные жидкости. Написанные ими послания становятся видимыми только после нагревания, обработки специальными реактивами или в ультрафиолетовых либо инфракрасных лучах. Известно немало рецептов подобных чернил.

Тайные агенты Ивана Грозного писали свои донесения луковым соком. Буквы становились видимыми при нагревании бумаги.

Ленин использовал для тайнописи сок лимона или молоко. Для проявления письма в этих случаях достаточно прогладить бумагу горячим утюгом или подержать ее несколько минут над огнем.

Знаменитая шпионка Мата Хари тоже использовала секретные чернила. Когда она была арестована в Париже, в ее гостиничном номере нашли пузырек с водным раствором хлорида кобальта. Буквы, написанные его раствором, содержащим в 25 мл воды 1 г соли, совершенно невидимы и проявляются, делаясь синими, при легком нагревании бумаги.

Китайский император Цин Шихуанди (249--206 гг. до н. э.), во время правления которого появилась Великая Китайская стена, использовал для своих тайных писем густой рисовый отвар, который после высыхания написанных иероглифов не оставляет никаких видимых следов. Если такое письмо слегка смочить слабым спиртовым раствором иода, то появляются синие буквы. Император для проявления письма пользовался бурым отваром морских водорослей, видимо, содержащим иод.

## ПРОБИРОЧНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ.

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КРАХМАЛА С ЙОДОМ.

#### РЕАКТИВЫ И ОБОРУДОВАНИЕ:

- 1%-ный раствор крахмала,
- йодная вода или спиртовой раствор йода,
- пробирки, пипетки.

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ:** соблюдать Правила работы с реактивами.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ:** Крахмал представляет собой природный полимер состава  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , состоящий из амилозы (10–20 %) и амилопектина (80–90 %).

Являясь многоатомным спиртом, крахмал образует простые и сложные эфиры. Характерной качественной реакцией на крахмал является его реакция с йодом.

При взаимодействии йода с крахмалом образуется *соединение включения (клатрат)*. Клатрат – это комплексное соединение, в котором частицы одного вещества («молекулы-гости») внедряются в кристаллическую структуру «молекул-хозяев». В роли «молекул-хозяев» выступают молекулы амилозы, а «гостями» являются молекулы йода. Данный процесс сопровождается изменением бурой окраски йода на сине-фиолетовую.

Окраска исчезает при нагревании и восстанавливается при охлаждении крахмального клейстера.

#### ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА:

В пробирку наливают 1мл 1%-ного раствора крахмала и добавляют несколько капель раствора йода.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

В пробирке с раствором крахмала развивается интенсивное синее окрашивание.



### **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА:**

1. Мы убедились, что крахмал можно определить качественной реакцией с раствором йода.
2. Крахмал широко распространен в растениях и является для них резервным источником энергии. В основном он содержится в клубнях, семенах и корнях в виде зерен. В картофеле содержится 15-20 % крахмала.
3. Йод был открыт в 1815 году, поэтому мы предположили, что подельники Стампа использовали его раствор для расшифровки писем.

## РАЗОБЛАЧЕНИЕ СЕКРЕТНОЙ ПЕРЕПИСКИ СТАМПА.

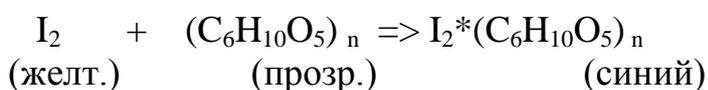
### РЕАКТИВЫ И ОБОРУДОВАНИЕ:

- 2 средних клубня картофеля,
- вода,
- йодная вода или спиртовой раствор йода,
- химические стаканы,
- тёрка,
- ватные или деревянные палочки,
- газета или фильтровальная бумага,
- ткань или марля.

### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ:

Одно из свойств крахмала – это способность давать синюю окраску при взаимодействии с йодом. Эту окраску легко наблюдать, если поместить каплю раствора йода на срез картофеля или ломтик белого хлеба. С помощью йода можно открыть самые незначительные количества крахмала.

йод + крахмал => соединение темно-синего цвета

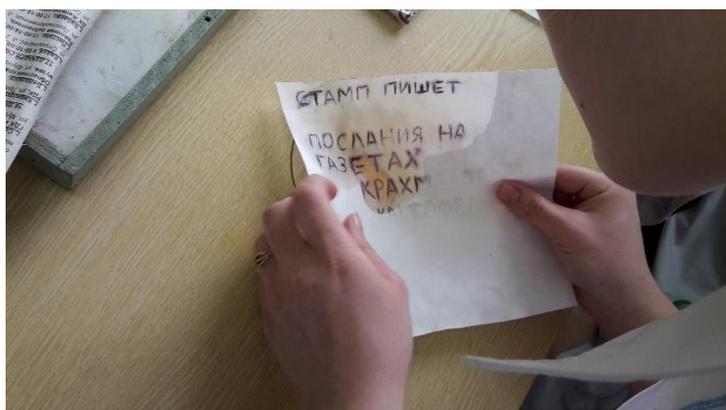
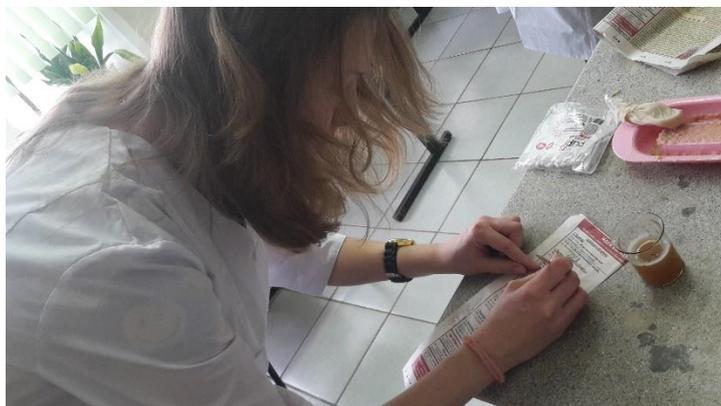


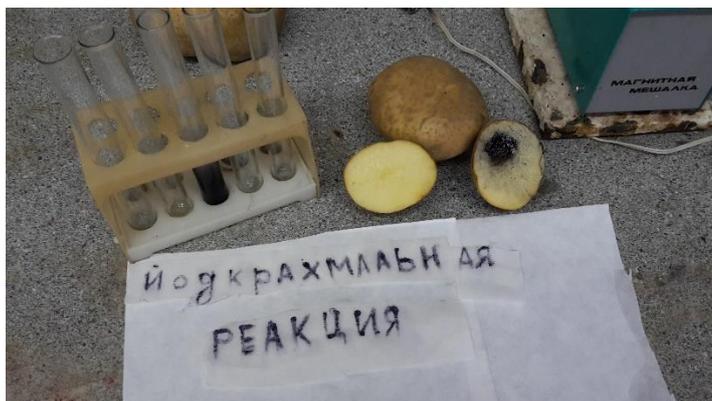
### ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА:

1. Натереть картофель на тёрке и поместить содержимое в стакан.
2. Добавить немного воды, профильтровать раствор через марлю.
3. Полученным фильтратом с помощью палочки нанести на бумагу, газету надпись.
4. Дать бумаге высохнуть.
5. Проявить надпись раствором йода.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА:

Если письмо, написанное крахмалом картофеля слегка смочить слабым спиртовым раствором йода, то под его действием крахмал синее и проявляется текст.





### **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА:**

Полученные в ходе эксперимента результаты, позволили нам сделать следующие выводы.

1. Послания из тюрьмы передаются на газетах, которые приносит охранник. Именно они были единственной связью заключённого с внешним миром.
2. Используя нехитрые атрибуты своей камеры (картофель, вода, тёрка) Стамп пишет послания на полях и между строчками газеты, а члены банды йодом проявляют написанное.

## СРЕДСТВА СЕКРЕТНОЙ ТАЙНОПИСИ.

### РЕАКТИВЫ И ОБОРУДОВАНИЕ:

- твёрдый хлорид аммония,
- соль кобальта  $\text{Co}^{2+}$ ,
- лимонная кислота (сок свежесжатого лимона),
- химические стаканы,
- пробирка,
- электрическая плитка или спиртовка,
- фильтровальная бумага.

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ:** соблюдать Правила работы с реактивами и электронагревательными приборами.

### ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА:

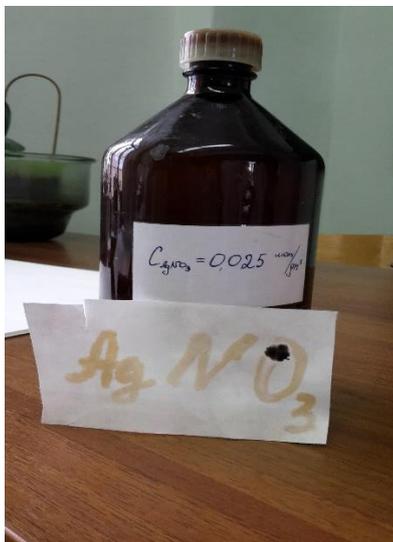
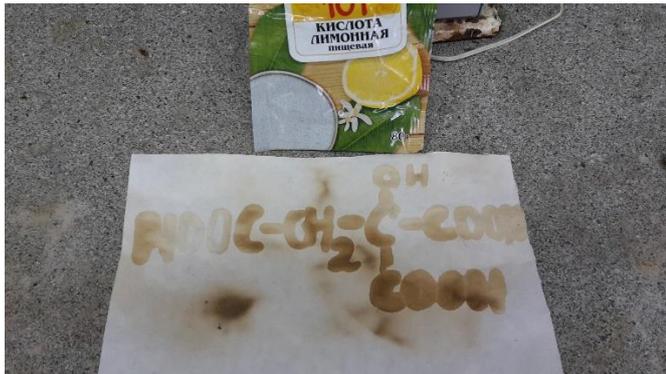
1. В пробирку поместить 1г хлорида аммония, добавить 2мл воды.
2. В прозрачный раствор, обмакнуть палочку, сделать надпись на фильтровальной бумаге, затем дать высохнуть.
3. Подержать некоторое время над плиткой или спиртовкой.
4. Повторить опыт с солью кобальта  $\text{Co}^{2+}$ , лимонной кислотой, молоком, раствором нитрата серебра.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА:

После нагревания надпись на бумаге будет отчётливо видна.



МОЛЖО



## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА:**

Под действием тепла исходные вещества разрушаются быстрее, чем загорается сама бумага, поэтому их можно использовать в качестве средств тайнописи.

## **СРЕДСТВА СЕКРЕТНОЙ ТАЙНОПИСИ.**

### **РЕАКТИВЫ И ОБОРУДОВАНИЕ:**

- воск (парафиновая свеча),
- графит или активированный уголь,
- фильтровальная бумага.

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ:** соблюдать Правила работы с реактивами.

### **ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА:**

1. Свечкой небольшого диаметра на листе бумаги написать текст.
2. Заштриховать лист простым карандашом с мягким грифелем.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА:**

На листе бумаги среди серых штрихов проступают белые слова.



## **СРЕДСТВА СЕКРЕТНОЙ ТАЙНОПИСИ.**

### **РЕАКТИВЫ И ОБОРУДОВАНИЕ:**

- хвойный концентрат,
- борная кислота,
- химические стаканы,
- фарфоровая чашка,
- электрическая плитка или спиртовка.

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ:** соблюдать Правила работы с реактивами и электронагревательными приборами.

### **ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА:**

1. Растворить 1 г хвойного концентрата в воде.
2. Положить немного борной кислоты на ложку.
3. По капле добавлять в ложку (к борной кислоте раствор) хвойного концентрата и аккуратно перемешивать.
4. Кипятить над огнем до закипания раствора в ложке, прокалывая появляющиеся пузыри.
5. Охладить.
6. Добавить еще раствора хвойного концентрата и снова прогреть.
7. Оставить на некоторое время, а затем поместить в тёмное место.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА:**

При помещении люминофоров в тёмное место наблюдается их свечение.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА:**

**ЛЮМИНОФОРЫ** – синтетические вещества, способные преобразовывать различные виды энергии в световую – люминесцировать.



### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

За время работы над исследовательским заданием мы рассмотрели и проделали опыты с основными веществами, которые могут быть использованы в качестве средств тайной переписки.

В ходе работы мы установили, что качественная химическая реакция крахмала с йодом позволила Хомсу разоблачить Стампа.

Участие в данном исследовательском проекте позволило студентам не только расширить свой кругозор, но и ещё раз убедиться в огромном практическом значении химических знаний.