

**ИЗ ОПЫТА РУКОВОДСТВА  
И РЕАЛИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА НА ТЕМУ  
«СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ НИТРОФУРАНА –  
ПЕРСПЕКТИВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ  
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**  
FROM THE EXPERIENCE OF MANAGEMENT  
AND IMPLEMENTATION OF A SCHOOL RESEARCH  
PROJECT ON THE TOPIC “SYNTHESIS OF NITROFURAN  
DERIVATIVES – PROMISING BIOLOGICALLY  
ACTIVE SUBSTANCES”

**О.Ю. Озерова, И.А. Пилипенко,  
А.М. Степанова, В.Д. Сергеев**  
Научный руководитель **С.В. Макаренко**  
*РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

**O.Yu. Ozerova, I.A. Pilipenko,  
A.M. Stepanova, V.D. Sergeev**  
Scientific adviser **S.V. Makarenko**  
*Herzen University, Saint-Petersburg*

Школьный исследовательский проект, эксперимент, органический синтез, фуран, биологически активные соединения, спектроскопия.

*В статье обсуждаются результаты проведенной работы по руководству и реализации школьного исследовательского проекта учащихся 10 класса, включающего освоение приемов органического синтеза на примере получения ранее неизвестного соединения – потенциально биологически активного вещества.*

School research project, experiment, organic synthesis, furan, biologically active compounds, spectroscopy.

*The article discusses the results of the work carried out on the management and implementation of a school research project for 10th grade students, which included mastering the methods of organic synthesis using the example of obtaining a previously unknown compound – a potentially biologically active substance.*

Проектная деятельность [1] в старшей школе представляется довольно интересным видом деятельности, который позволяет учащимся выйти за пределы школьной программы и овладеть новыми знаниями, умениями и навыками. В этом плане химия открывает широкие перспективы, особенно в виде экспериментальных проектов. Однако возможности школьного кабинета химии зачастую не могут позволить претворить в жизнь все замыслы учителя и ученика при работе над выбранной темой исследования. В этой связи возникает необходимость привлечения высших учебных заведений к реализации проекта, учитывая их лучшую экспериментальную базу.

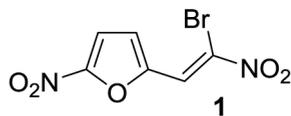
Факультет химии ФГБОУ ВО «РГПУ им. А.И. Герцена» оказался вовлечен в подобного рода деятельность, благодаря обращению ГБОУ «Вторая Санкт-Петербургская гимназия». Два ученика 10 класса этой гимназии, обучаясь еще в 9 классе, приняли решение о выполнении исследовательского проекта по химии и, начиная с 9 класса, приступили к его реализации на базе факультета химии РГПУ им. А.И. Герцена.

План работы над проектом представлялся нам следующим:

1. Выбор темы исследования, постановка цели и выдвижение гипотезы.
2. Сбор и анализ необходимой научной информации, проведение самого экспериментального исследования.
3. Обработка полученных результатов и их обсуждение.
4. Представление результатов (защита проекта).

Безусловно, определение темы проекта оказалось довольно сложным этапом, так как выбор тематики исследования гимназия оставила за нами. Представлялось возможным предложить ученикам тему проекта, связанную с осуществлением новой химической реакции из плана научно-

исследовательской работы кафедры органической химии по изучению химических свойств оригинального представителя геминальных галоген-нитроалкенов (**1**).



Таким образом, тема проекта определилась как «Синтез производных нитрофурана – перспективных биологически активных веществ».

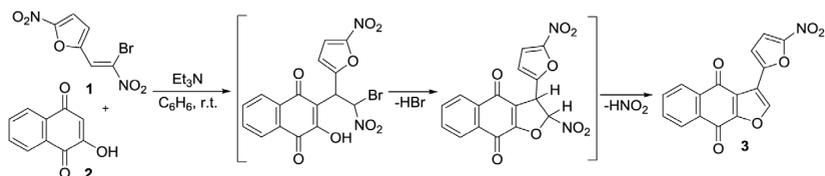
Такой выбор темы обусловлен рядом факторов:

- ученики показали хорошие знания теоретической химии;
- при всей кажущейся сложности темы она включает вопросы, близкие школьному курсу химии 10 класса;
- осуществление выбранной реакции не требовало использования сложного химического эксперимента, хотя и предполагало синтез одного из исходных веществ (СН-кислоты).

Учитывая тот факт, что учащиеся приступили к выполнению проекта в 9 классе, на первых занятиях (проходили один раз в неделю) они овладевали основами органического синтеза, а именно, методами очистки твердых веществ и определения их температуры плавления. В этих работах объектами выступали известные соединения, например, β-нафтол. Одновременно с этим со школьниками разбирались вопросы теоретической химии, связанные с понятиями «атом и его строение», «типы химической связи», «кислота и основание», «типы химических реакций». Все это должно было позволить им в дальнейшем легче справиться с пониманием изучаемой реакции.

К окончанию 9 класса им удалось осуществить синтез исходной СН-кислоты (2-гидроксинафталин-1,4-диона **2**) по литературной методике [2].

Дальнейшее выполнение проекта проходило в 10 классе и предполагало осуществление целевой реакции (схема 1).



**Схема 1. Получение 3-(5-нитрофуран-2-ил)-нафто[2,3-*b*]фуран-4,9-диона (3)**

Бромнитроалкен (1) реагировал с СН-кислотой (2) в растворе безводного бензола в присутствии триэтилмина (основания) при комнатной температуре в течение суток. В процессе осуществления реакции для мониторинга процесса привлекалась тонкослойная хроматография на пластинках с силикагелем. В результате получался целевой продукт – 3-(5-нитрофуран-2-ил)-нафто[2,3-*b*]фуран-4,9-дион (3) в виде аморфного осадка. Осуществленный школьниками подбор растворителей для перекристаллизации позволил получить кристаллический образец продукта, а также подготовить его для изучения строения методами спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и ИК.

С целью более полного понимания полученных результатов учащимися изучены основы физико-химических методов (спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  и ИК). Кроме того, для оценки возможных биологически активных свойств полученного продукта учащимися осуществлено их изучение *in silico* с использованием программы PASS-online [3].

По результатам выполнения проекта школьниками подготовлена презентация и сделан доклад на школьной конференции «Путь в науку».

В целом реализация такого проекта позволила достичь следующих педагогических результатов:

1. Расширение теоретических знаний учащихся по органической химии и их практических умений при проведении синтеза органического вещества сложного строения, его очистке и определения строения физико-химическими методами.

2. Формирование у учащихся навыков работы с литературными данными, а также обсуждения результатов исследования, представления их на конференции.

3. Демонстрация применимости знаний школьного курса химии для понимания процессов формирования сложных органических молекул, а также для создания на их основе лекарственных средств.

#### ***Библиографический список***

1. Приказ Министерства РФ от 6 октября 2009 г. № 413 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» [Электронный ресурс]. URL: М1р //минобрнауки.рф/документы/543/файл/4588.
2. Kakinuma S. Method of producing 2-hydroxy-1,4-naphthoquinone. Пат. США, 2019, 10384999.
3. URL: <https://www.way2drug.com/PassOnline/>