

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА  
**ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ**

УДК 547

## СИНТЕЗ ЭФИРОВ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ

**Седакова Валентина Антоновна**, доцент кафедры естествознания,  
МГУ имени А.А. Кулешова, к.т.н., доцент  
г.Могилёв, Беларусь  
[sedakova@tut.by](mailto:sedakova@tut.by)

**Шиматкова Дарья Александровна**, студент кафедры  
естествознания,  
МГУ имени А.А. Кулешова  
г.Могилёв, Беларусь  
[dashashimatkova@mail.ru](mailto:dashashimatkova@mail.ru)

**Седаков Евгений Владимирович**, доцент кафедры машины и  
аппараты пищевых производств, МГУП, к.т.н.  
г.Могилёв, Беларусь  
[eugen.sedakov@gmail.com](mailto:eugen.sedakov@gmail.com)

**Ключевые слова:** пропионовая кислота, этиловый спирт, изопропиловый спирт, этилпропаноат, изопропилпропаноат

**Keywords:** propionic acid, ethyl alcohol, isopropyl alcohol, ethyl propanoate, isopropyl propanoate

**Аннотация.** Эфиры карбоновых кислот и низших спиртов широко используются в лабораторной практике в качестве растворителей и экстрагентов. В работе были подобраны методики синтеза и получены эфиры пропионовой кислоты с этиловым и изопропиловым спиртом.

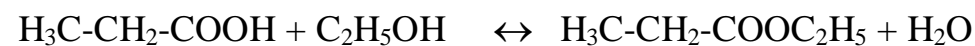
**Abstract.** Esters of carboxylic acids and lower alcohols are widely used in laboratory practice as solvents and extractants. In the work, synthesis methods were selected and propionic acid esters with ethyl and isopropyl alcohol were obtained.

Сложные эфиры — органические соединения на основе кислородосодержащих органических карбоновых или неорганических кислот. По своим физическим свойствам тоже могут быть как маслянистыми жидкостями (до 8 атомов углерода), так и твердыми веществами (от девяти атомов С) [1].

Эфиры — хорошие растворители многих веществ широко применяемые на практике. Ранее нами была изучена устойчивость к гидролизу этилового и бутилового эфиров этановой кислоты [2...3]. Известно [4], что устойчивость к гидролизу эфиров зависит от строения как алкокси, так и ацильного радикала. Причём, более устойчивы к

гидролизу эфиры, полученные из кислот с меньшими константами диссоциации, а константа диссоциации карбоновых кислот уменьшается с ростом углеводородного радикала. В связи с чем, целью настоящей работы являлось получение этилпропаноата и изопрропилэтаната.

В основу синтеза положена реакция этерификации, протекающая между пропионовой кислотой и этиловым спиртов (1) или изопрропиловым спиртом (2):



(1)



Для получения этилпропаноата массой 18,8 г (0,18 моль) и изопрропилпропаноата массой 18,8 г (0,16 моль) рассчитаны массы сырьевых компонентов: пропановой кислоты и этанола (таблица 1):

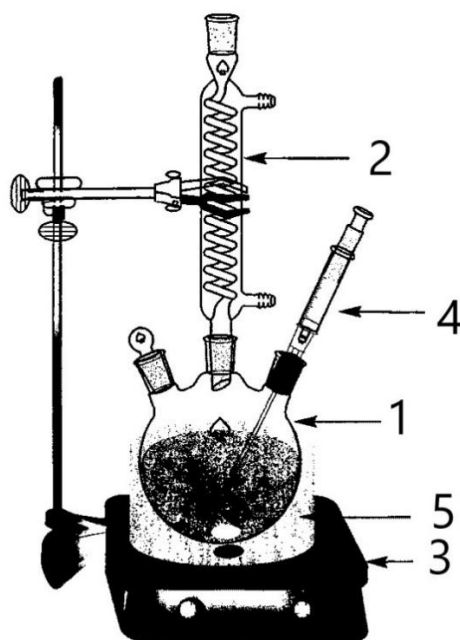
Таблица 1 – Расчет основных сырьевых компонентов для синтеза

Вещество	Молярная масса, г/моль	Химическое количество, моль	Масса, г
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH}^1$	74	0,18	13,3
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}^1$	46	0,18	8,3
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH}^2$	74	0,16	11,8
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3^2$	60	0,16	9,6

Примечания: <sup>1</sup> – синтез этилпропаноата, <sup>2</sup> – синтез изопрропилпропаноата.

Синтез проводили следующим образом:

Необходимые количества кислоты и спирта в установку для синтеза эфира (рисунок 1). В качестве катализатора использовали концентрированную соляную кислоту – 10 % от массы кислоты. Синтез проводили в течение 8 часов при температуре 80 – 90 °С, после чего полученный эфир отганяли и взвешивали.



1 – трехгорлая реакционная колба; 2 – холодильник; 3 – электронагреватель; 4 – термометр; 5 – песчаная баня

Рисунок 1. Установка для синтеза эфиров

Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты синтеза эфиров пропионовой кислоты

	$m_{\text{практическая}}, \text{ Г}$	$m_{\text{теоретическая}}, \text{ Г}$	$\eta, \%$
Этилпропионат ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5$ )	4,37	18,8	23,0
Изопропилпропионат ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$ )	8,12	18,8	43,0

Таким образом, получили этиловый эфир пропионовой кислоты массой 4,37 г, что составило 23,0 % от теоретически возможного, 8,12 г изопропилового эфира пропановой кислоты или 43 % от теоретически возможного.

Полученные эфиры планируется использовать для изучения их устойчивости к гидролизу при различной температуре.

#### Список литературы

1. Сложные эфиры – понятие, свойства, применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pcgroup.ru/blog/slozhnye-efiry-ponyatie-svoystva-primeneniye/>. – Дата доступа: 13.05.2020.
2. Шиматкова, Д.А. Определение параметров гидролиза бутилацетата с помощью газохроматографического метода / Д.А. Шиматкова, В.А. Седакова / Молодая наука – 2019 : региональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов вузов Могилевской области : материалы конференции / под ред. О. А. Лавшук. — Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2019. — 284 с.
3. Шиматкова, Д.А., Дурдыева, А.Х. Изучение кинетики гидролиза этилацетата методом титрометрического анализа / Д.А. Шиматкова, А.Х. Дурдыева, В.А. Седакова / Молодая наука – 2020 : региональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов вузов Могилевской области : материалы конференции / под ред. О. А. Лавшук. — Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2020.
4. Гидролиз сложных эфиров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.solverbook.com/spravochnik/ximiya/11-klass/gidroliz/gidroliz-slozhnyx-efirov/>. – Дата доступа: 29.04.2020.

**УДК 378.016:54**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STEM ТЕХНОЛОГИИ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО БИОХИМИИ**

**Хололова Виктория Викторовна**, магистрант факультета математики и естествознания, МГУ имени А.А. Кулешова,  
Могилев, Беларусь  
vika.hololova.96@mail.ru

**Клебанова Наталья Александровна**, доцент кафедры естествознания, МГУ имени А.А. Кулешова, канд. хим. наук, доцент  
Могилев, Беларусь  
avklebanov@yandex.ru

**Клебанов Александр Владимирович**, доцент кафедры  
естествознания,  
МГУ имени А.А. Кулешова, канд. хим. наук, доцент  
Могилев, Беларусь  
avklebanov@yandex.ru

Ключевые слова: STEM технологии, фотоколориметрический метод анализа, ионы металлов, биохимия

Keywords: STEM technologies, photocolorimetric method of analysis, metal ions, biochemistry

Аннотация. В работе рассмотрена возможность использования STEM технологий для создания лабораторных работ по биохимии. Показана возможность определения содержания ионов металлов в водных растворах с помощью датчика оптической плотности цифровой лаборатории Relab.

Abstract. The paper considers the possibility of using STEAM technologies to create laboratory work on biochemistry. The possibility of determining the concentration of metal ions in aqueous solutions using the optical density sensor of the Relab digital laboratory is shown.

STEM образование является современным направлением в развитии образовательных услуг. Данное направление основано на широком использовании приборов и оборудования, программного обеспечения в обучении естественным наукам: физике, химии, биологии. Кроме того, используется математическая обработка данных. Этот практичный подход может быть использован для разработки лабораторных работ по химическим дисциплинам.

Поддержать интерес студентов к биохимии можно, используя STEM технологии. Для использования STEM технологий на занятиях по биохимии необходимы задачи, возникающие в реальных ситуациях, вызывающие интерес и желание их решать. Важно сформулировать целостное восприятие решаемой задачи, умение проводить выбор методов решения, перенос и использование знаний, умений, навыков с одной учебной дисциплины на другую, узнавание и применение фактов из различных дисциплин.

Целью данного исследования было рассмотреть возможность использования STEM технологий в лабораторном практикуме по биохимии.

Для проведения экспериментов был выбран фотоколориметрический метод анализа, который успешно используется в лабораторном практикуме по биохимии для обнаружения как органических, так и неорганических компонентов биосистем.

В работе применялся датчик оптической плотности из цифровой лаборатории Relab в сочетании с программным обеспечением Releon, которое можно использовать как на устройствах под управлением Windows, так и под управлением Android. Преимущество датчиков в их компактности, простоте использования и обслуживания.

Кроме того, наличие цифровой лаборатории позволяет проводить исследования не только в специализированных лабораториях (STEM-классах) и центрах (STEM-центрах), но и позволяет организовать комплексные исследования непосредственно в живой природе по актуальным вопросам естествознания [1].

Экспериментально были подобраны методики определения содержания ионов хрома, меди, никеля, железа и перманганат-ионов в водных растворах, которые могут быть использованы в лабораторном практикуме по биохимии.

Были проведены эксперименты для разработки лабораторных работ по определению содержания данных ионов в биологических средах.

Фотоколориметрическое определение ионов металлов в растворах проводилось методом калибровочного графика. Для каждого иона был подобран светофильтр: марганец – зелёный светофильтр ( $\lambda = 525$  нм), хром, железо, никель – синий светофильтр ( $\lambda = 470$  нм), медь – красный светофильтр ( $\lambda = 630$  нм). Построены калибровочные графики зависимости оптической плотности от концентрации для водных растворов данных ионов. Пример калибровочного графика для определения ионов меди в растворе приведен на рисунке 1.

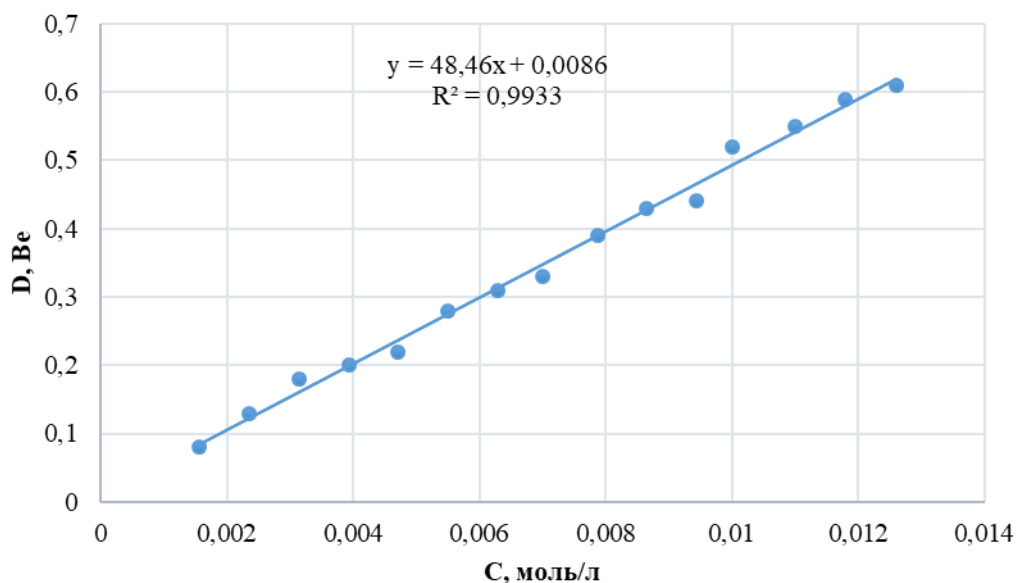


Рисунок 1 – Зависимость оптической плотности от концентрации ионов меди

Из графика видно, что наблюдается линейная зависимость: при увеличении концентрации ионов меди в растворе линейно увеличивается оптическая плотность раствора.

Калибровочные графики для всех растворов с ионами хрома, меди, никеля, железа и перманганат-ионов имели линейную зависимость и подчинялись закону Бугера-Ламберта-Бера.

В результате проделанной работы экспериментально апробирована возможность выполнения лабораторных работ с использованием STEM технологий.

В лабораторном практикуме по биохимии для студентов специальности «Биология и химия» возможно создание лабораторных работ с использованием STEM технологий на основе экспериментальных методик, апробированных в нашей работе.

#### Список литературы

1. Кротов, В.М. STEM-центр как форма организации исследовательской деятельности учащихся / В.М. Кротов, А.В. Клебанов, А.Н. Пахоменко, Н.Б. Тупицына / Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран : сб. науч. статей VI Междунар. науч.-практ. интернет-конф., 1 февраля – 31 марта 2017 г., г. Могилев / под ред. И. Н. Шарухо, А. Н. Пахоменко. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2018.– С. 179 – 182.