ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ

Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXI Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века»

Красноярск, 14–15 мая 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева»
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого»
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ

Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXI Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века»

Красноярск, 14–15 мая 2020 г.

КРАСНОЯРСК
2020

ББК 24
Х 462

Редакционная коллегия:
Л.М. Горностаев (отв. ред.)
Т.И. Лаврикова
Ю.Г. Халявина
О.И. Фоминых
Д.С. Руденко

Х 462 **Химическая наука и образование Красноярья**: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXI Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века». Красноярск, 14–15 мая 2020 г. / отв. ред. Л.М. Горностаев; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2020. – 214 с.

ISBN 978-5-00102-449-1

Представлены статьи студентов, аспирантов, молодых и ведущих ученых вузов России, а также учителей г. Красноярска и Красноярского края, приводятся результаты экспериментальных и научно-методических исследований по наиболее актуальным проблемам в области общей, органической и медицинской химии, а также общего, среднего профессионального и высшего химического образования.

ББК 24

ISBN 978-5-00102-449-1

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2020

I СЕКЦИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

СИНТЕЗ НОВЫХ НИТРОСУЛЬФОДИЕНОВ РЯДА ТИОЛЕН-1,1-ДИОКСИДА И ИХ РЕАКЦИИ С НУКЛЕОФИЛАМИ

SYNTHESIS OF NEW NITROSULFODIENES OF THIOLENE-1,1-DIOXIDE AND ITS REACTIONS WITH NUCLEOPHILES

И.З. Агаризаева, В.Г. Макаренкова, У.В. Степура
Научный руководитель **И.Е. Ефремова**,
доктор химических наук,
профессор кафедры органической химии
Российского государственного педагогического
университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

I.Z. Agarizaeva, V.G. Makarenkova, U.V. Stepura
Scientific adviser **I.E. Efremova**,
Doctor of Chemical Sciences,
Professor of the Department of Organic Chemistry,
Herzen State Pedagogical University of Russian, St.-Petersburg

Сульфолены, тиолен-1,1-диоксиды, нитросульфодиены, бинуклеофилы, аннелированные бициклы.

В статье представлены методы синтеза новых представителей нитросульфодиенов ряда тиолен-1,1-диоксида и результаты исследования их реакций с бинуклеофилами; обсуждаются способы получения оригинальных аннелированных полициклических производных нитросульфолана.

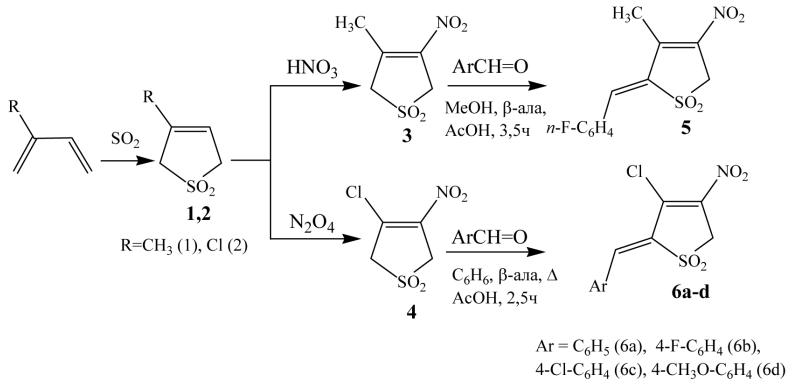
Sulfolenes, thiolene-1,1-dioxides, nitrosulfodienes, binucleophiles, annelated bicycles.
New type of nitrosulfodiene of thiolene-1,1-dioxide and results of research of their reactions with binucleophiles are presented in the article; the preparation methods of original annelated polycyclic nitrosulfolane derivatives are discussed.

S-Транс-фиксированные нитросульфодиены – 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксиды (БНТД) – являются активными электрофильными субстратами в реакциях с *N,N*- и *N,O*-бинуклеофилами ряда гидразина и гидроксиламина, на основе которых были получены новые типы бициклических производных нитросульфолана [1,2].

Целью данной работы явился синтез новых представителей ряда БНТД, активированных дополнительными электроноакцепторными заместителями, и исследование особенностей их взаимодействия с бинуклеофилами.

Исходными веществами для синтеза целевых диенов явились замещенные нитротиолен-1,1-диоксиды **3,4**, полученные по разработанной ранее схеме [3], которая включает конденсацию соответствующего 1,3-диена с диоксидом серы с образованием сульфоленов **1,2** и их нитрование азотной кислотой или тетраоксидом диазота (схема 1).

Схема 1



Диен с атомом фтора в ароматическом кольце бензилиденового фрагмента – 2-(*п*-фторбензилиден)-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксид **5** с выходом 50% получали конденсацией 3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксида **3** с *п*-фторбензальдегидом в метиловом спирте с добавлением каталитических количеств β-аланина и ледяной уксусной кислоты при комнатной температуре (схема 1).

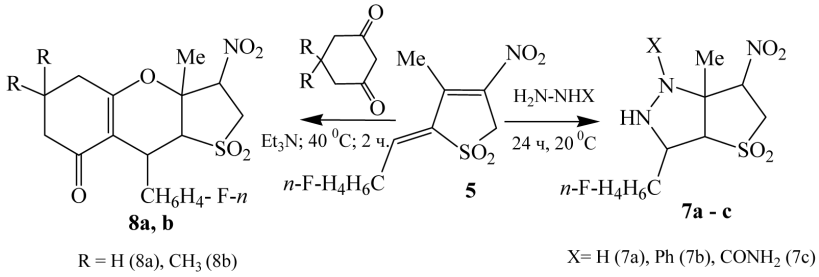
Для синтеза серии диенов с атомом хлора в тиолендиоксидной системе **6a-d** потребовались более жесткие условия: кипячение в бензоле в присутствии β-аланина и уксусной кислоты.

Синтезированные бензилиденнитротиолендиоксиды **5, 6a-d** – это стабильные кристаллические вещества желтого цвета. Согласно спектральным данным, они представляют собой высокоэлектронодефицитные соединения с эффективным направленным сопряжением в нитросульфодиеновой системе.

На примере 2-(*п*-фторбензилиден)-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксида **5** исследовано взаимодействие с *N,N*-бинуклеофилами, а также с енолизирующимися СН-кислотами – димедоном и дигидрорезорцином.

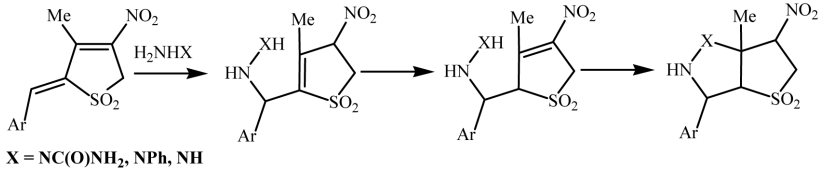
Реакции с гидразин гидратом, фенилгидразином и семикарбазидом осуществлялись в мягких условиях при комнатной температуре в растворе этанола в течение 24 ч и завершались образованием бициклических производных – сульфоланопиразолидинов **7a-c** с выходами 54-71%. Взаимодействие с димедоном и дигидрорезорцином протекало в присутствии каталитических количеств триэтиламина в этаноле при температуре 40°С в течение 2 часов; в результате с выходами 65–88% были выделены конденсированные трициклические структуры **8a,b**, содержащие кольца гидрированного хромана и нитросульфолана.

Схема 2



Образование бициклических продуктов **7a-c** можно рассматривать как результат тандемного процесса, включающего реакцию *аза*-Михаэля по 1,4-положениям диеновой системы, изомеризацию промежуточного *аза*-аддукта в Δ3-форму и внутримолекулярное присоединение при участии второго нуклеофильного центра реагента (схема 3). Аналогичный механизм вероятен и для синтеза трициклических структур **8a,b**, в этом случае вторым нуклеофильным центром является ОН-группа енольного фрагмента.

Схема 3



Строение всех синтезированных соединений **7a-c**, **8a,b** принято на основании данных ЯМР ^{1}H, ИК спектроскопии, их состав подтвержден элементным анализом. Отметим, что, несмотря на наличие в молекулах полициклов **7a-c**, **8a,b** четырех хиральных центров, они выделяются преимущественно в виде одного диастереомера.

В целом в результате проведенного исследования нами синтезированы новые представители нитросульфодиенов ряда тиолен-1,1-диоксида с электроноакцепторными заместителями. На примере 2-(*n*-фторбензилиден)-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксида исследованы реакции с нуклеофилами и получены оригинальные полициклические аннелированные производные нитросульфолана. Показано, что наличие атома фтора в бензилиденовом фрагменте активизирует взаимодействие с нуклеофилами и способствует увеличению выхода полициклических продуктов по сравнению с модельными реакциями 2-бензилиден-3-метил-4-нитро-3-тиолен-1,1-диоксида.

Библиографический список

1. BerestovitskayaV.M., Efremova I.E., Lapshina L.V., Serebryannikova A.V., Gurzhiy V.V., Abzianidze V.V. // Mend. Commun. 2015. Vol. 25. P. 191.
2. Ефремова И.Е., Серебрянникова А.В., Лапшина Л.В., Гуржий В.В., Берестовицкая В.М. // ЖОХ. 2016. Т. 86. Вып. 3. С. 481–488.
3. Ефремова И.Е., Берестовицкая В.М. Функционализированные производные нитротиолен-1,1-диоксида. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2004. 106 с.

ХЛОРАЦЕТИЛИРОВАНИЕ 1-АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ 4-АМИНОПИРАЗОЛОВ

ACYLATION OF 4-AMINOPYRAZOLES BY CHLOROACETYL CHLORIDE

А.В. Боброва, П.С. Бобров, А.В. Любяшкин

Научный руководитель **М.С. Товбис**,

доктор химических наук,

профессор кафедры органической химии и технологии органических веществ Сибирского государственного университета науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

A.V. Bobrova, P.S. Bobrov, A.V. Lyubyashkin
Scientific adviser **M.S. Tovbis**,
Doctor of Chemical Sciences,
Professor of the Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances, *Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk*

Нафтилпиразол, 4-ацетамидопиразол, ацилирование, хлорацетил хлорид, 4-аминопиразол.
Данное исследование посвящено синтезу ранее неизвестных 2-хлор-N-(5-метил-3-(1-нафтил)-1H-пиразол-4-ил)ацетамидов. Строение продуктов подтверждено методом ИК спектроскопии.

Naphthylpyrazole, 4-acetamidopyrazole, acylation, chloroacetyl chloride, 4-aminopyrazole.
This research describes the synthesis of the previously unknown 2-chloro-N-(5-methyl-3-(1-naphthyl)-1H-pyrazol-4-yl)acetamides. The structure of the products is proved by IR spectroscopy.

Синтез ранее неизвестных замещенных пиразола часто является задачей современных химиков-синтетиков. Это связано с применением данных веществ в различных областях медицины и промышленности [1-2].

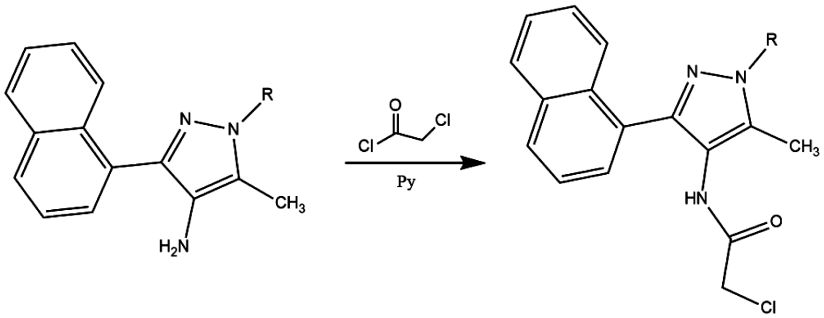
Ранее полученный нами 4-ацетамидозамещенный пиразол проявил антиаритмическую активность при исследовании на крысах [3]. Поэтому синтез ранее неизвестных производных 4-аминопиразола путем их ацилирования является актуальной задачей.

В качестве ацилирующего агента был использован хлорангидрид монохлоруксусной кислоты, так как полученные в результате хлорацетильные производные позволят осуществить замену атома хлора на другие фармакоформные группы [4].

Для ацилирования были использованы аминопиразолы, описанные нами ранее [5].

Хлорацетилзамещенные пиразолы получали ацилированием соответствующих 4-аминопиразолов хлорацетил хлоридом в толуоле в присутствии пиридина при нагревании (схема 1).

Схема 1



R = -n-C_3H_7, -i-C_3H_7

Получение ранее неизвестных 4-ацетамидопиразолов

Общий метод синтеза 1-алкизамещенных 2-хлор-N-(5-метил-3-(1-нафтил)-1H-пиразол-4-ил)ацетамидов. 1-алкилзамещенный 5-метил-3-(1-нафтил)-4-амино-1H-пиразол (0,2 г, 0,75 ммоль) растворяли в толуоле (20 мл), вводили пиридин (0,12 мл) и хлорацетилхлорид (0,13 г, 1,13 ммоль) по каплям. Смесь перемешивали при 80 ºС 1-3,5 ч. Реакцию контролировали методом тонкослойной хроматографии.

По окончании реакции отфильтровывали осадок гидрохлорида пиридина. Фильтрат промывали водой, 5%-м раствором Na_2CO_3, затем снова водой. Органический слой сушили над Na_2SO_4 и упаривали. Сухой остаток перекристаллизовывали из толуола. Выходы, свойства и спектральные характеристики ранее неизвестных продуктов приведены в таблице.

Таблица

Физико-химические характеристики продуктов реакции хлорацетилирования

R	Выход, η (%)	Время реакции, ч	Температура плавления, °С	ИК спектр, ν, см$^{-1}$
n-C_3H_7	63	1	133	1675 (C=O), 3280 (NH)
i-C_3H_7	75	3,5	134	1685 (C=O), 3210 (NH)

Библиографический список

1. Alka C., Sharma P.K., Niranjan K. Pyrazole: a Versatile Moiety // International Journal of ChemTech Research. 2011, 3(1), 11.
2. Orth R.E. Biologically Active Pyraaoles // J. Pharm. Sci., 57, 537(1968).
3. Куликова Я.С., Андреева А.В., Бобров П.С., Любяшкин А.В. Синтез 4-амино-5-фенил-3-(этоксиметил)-1Н-пиразола и его ацилирование // Сборник статей студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск: СибГТУ. Том 2. 2015. 335 с.
4. Emmadi N.R., Bingi C., Kotapalli S. Synthesis and evaluation of novel fluorinated pyrazolo-1,2,3-triazole hybrids as antimycobacterial agents // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 2015, 25(15), 2918–2922.
5. Андреева А.В., Бобров П.С., Любяшкин А.В. Восстановление α-нафтилзамещенных 4 – нитрозопиразолов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (17 мая 2018, г. Красноярск) / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; СибГУ им. М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2018. С. 256–257.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ СО СКОРОСТЬЮ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

RELATIONSHIP OF ACTIVATION ENERGY WITH THE RATE OF THERMAL DEGRADATION OF POLYMER MATERIALS

В.Д. Дроздов
Научный руководитель **С.И. Матерова**,
преподаватель кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск

V.D. Drozdov
Scientific supervisor **S.I. Materova**,
Lecture of the Department of engineering and technical expertise and criminalistics,
Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, Zheleznogorsk

Термическая деструкция полимеров, скорость процесса, энергия активации.
В статье приводится взаимосвязь экспериментальных данных энергии активации со скоростью процесса термической деструкции двух марок линолеума, применение инженерных расчетов.

Thermal degradation of polymers, the speed of the process, activation energy.
The article describes the relationship of experimental data of activation energy with the rate of thermal destruction of two linoleum brands, the use of engineering calculations.

Большое количество новых материалов на полимерной основе используется при строительстве зданий в отделке помещений. Все это, бесспорно, усугубляет пожарную опас-

ность, увеличивает выделение токсичных продуктов горения и разложения. Об этом свидетельствуют печальные факты трагедии в «Зимней вишне» в г. Кемерово в 2018, где погибли 63 человека. Термическая деструкция полимерных материалов является сложным процессом как с точки зрения химизма деструкции, так и при расследовании и экспертизе пожаров.

Целью данной работы явилось исследование взаимосвязи энергии активации полимерных материалов со скоростью процесса термической деструкции при различных температурах с помощью математических расчетов. И, как результат, – применение инженерных расчетов для более полного понимания процесса горения.

Энергия активации – минимальное количество энергии, которое требуется сообщить системе (Дж/моль), чтобы произошла реакция [1].

Более точно энергию активации определяют по значениям константы скорости реакции при нескольких температурах. Для этого уравнение Аррениуса записывают в логарифмической форме:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_A}{RT}.$$

Экспериментальные данные записывают в координатах $\ln k$ – $1/T$. Тангенс угла наклона полученной прямой равен $-E_A / R$.

Для некоторых реакций предэкспоненциальный множитель слабо зависит от температуры. В этом случае определяют так называемую *опытную энергию активации*:

$$E_{on} = RT^2 \frac{d \ln k}{dT}.$$

Изложенный выше метод расчета E_a предполагает, что константы скорости реакций (или скорости) при различных температурах известны.

В результате преобразования математических формул и расчетов методом наименьших квадратов построены линии регрессии (координаты (Ti, ln (ki) – 1/Ti)). По оси ординат (Y) отложено значение ln k – 1/T, где k – скорость процесса деструкции исследуемых полимеров, вычисленная при данной температуре T эксперимента (в Кельвин) – ось (X).

По методике, изложенной в [3; 4], проводились испытания в диапазоне температур 100–300 °С для образцов двух марок линолеума. Затем рассчитывалась потеря массы и константа скорости (скорость) по формуле:

$$\ln (m/m_0) = -kt.$$

Экспериментальные данные скоростей процесса термической деструкции представлены в нашей предыдущей работе [2].

По экспериментальным данным проведен математический расчет энергии активации с целью полного понимания изменений, происходящих при горении полимеров, взаимосвязи энергии активации со скоростью процесса и применения для пожарно-технической экспертизы [5]. На основании расчетов, представленных в таблицах 1 и 2, построены графики рис. 1 и 2.

Угол наклона прямой является средней расчетной энергией активации (число на графиках) при температуре от 0°С до 300°С для двух марок линолеума.

Таблица 1

Результаты расчета испытаний линолеума марки «TRAVERTINE»

Температура контрольных замеров, °С	Интервал контрольных замеров, мин	Энергия активации, Дж/моль	Потеря массы образцов в момент измерения, г
100	2	249,30	0,002
150	4	230,12	0,004
200	6	221,60	0,003
250	8	216,78	0,003
300	10	213,60	0,006

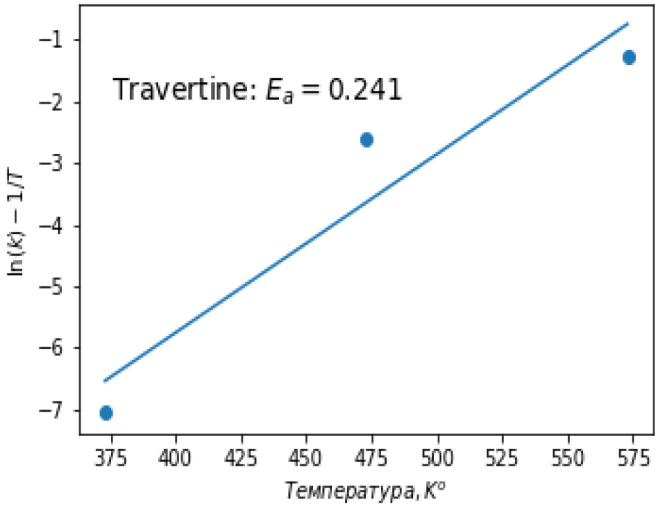


Рис. 1. График взаимосвязи изменения скорости термической деструкции и энергии активации (в кДж) линолеума «TRAVERTINE» от температуры

Таблица 2

Результаты расчета испытаний линолеума марки «MONOLIT-928»

Температура контрольных замеров (°С)	Интервал контрольных замеров, мин	Энергия активации (Дж/моль)	Потеря массы образцов в момент измерения (г)
100	2	1,07	55,30
150	4	1,08	55,10
200	6	0,98	55,81
250	8	1,01	54,84
300	10	0,89	54,51

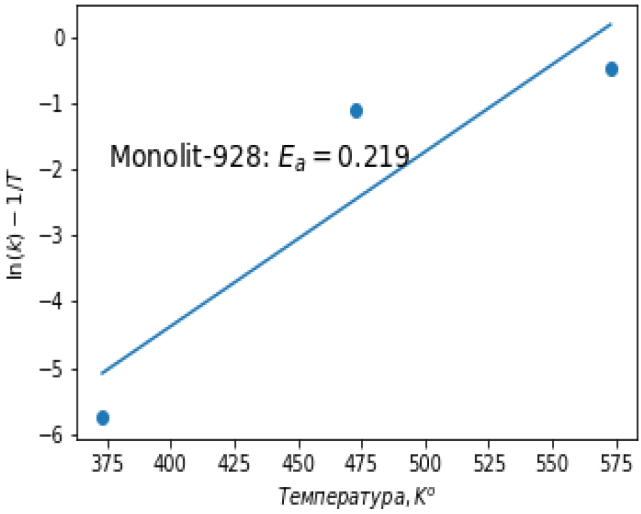


Рис. 2. График взаимосвязи изменения скорости термической деструкции и энергии активации (в кДж) линолеума марки «MONOLIT-928» от температуры

Выводы: представлены расчеты по взаимосвязи энергии активации и скорости процесса термической деструкции образцов линолеума марок «TRAVERTINE» и «MONOLIT-928», построены графики. Установлена взаимосвязь энергии активации и скорости термической деструкции полимерных материалов, которая подтвердила теоретическое обоснование. Чем выше температура окружающей среды, тем выше скорость термической деструкции, а энергия активации, наоборот, уменьшается, но в каждом процессе остается величиной постоянной.

Полученные расчетные данные целесообразно применять для инженерных расчетов по определению динамики развития пожара, установления степени поражения полимерных материалов, скорости деструкции в целях пожарно-технической экспертизы.

Библиографический список

1. Коробейникова Е.Г., Чуприян А.П., Малинин В.Р., Ивахнюк Г.К., Кожевникова Н.Ю. Химия. Курс лекций. Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России, 2011. 424 с.
2. Исследовано в России: науч.-аналит. журн. / Сибирский пожарно-спасательный вестник. Железногорск СПСА. 12. 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=32562583 (дата обращения: 01.05.2020).
3. Ивлеев В.И., Фомин Н.Е., Юдин В.А., Окин М.А., Панькин Н.А. Термический анализ. Часть 1. Методы термического анализа. Саранск: Мордовский университет, 2017.
4. ГОСТ 29127-91 (ИСО 7111-87) «Пластмассы. Термогравиметрический анализ полимеров. Метод сканирования по температуре».
5. Андреева Е.Д., Принцева М.Ю., Кондратьев С.А., Чешко И.Д. / под ред. проф. И.Д. Чешко. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров: методические рекомендации. М.: ВНИИПО, 2013.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ НАФТО[1,2,3-*cd*]ИНДОЛ-6(2*H*)-ОНОВ

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE METHODS FOR THE PREPARATION OF FUNCTIONALIZED NAPHTHO[1,2,3-*cd*]INDOL-6(2*H*)-ONES

О.И. Каргина[1], Л.М. Горностаев[2]

[1]Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург

[2]Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

O.I. Kargina[1], L.M. Gornostaev[2]
[1]Ural State of Medical University, Ekaterinburg
[2]Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Аминометилирование, 1-амино-2-метилнафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-он, 1-нитронафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-оны, нуклеофильное замещение, функционализация нафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-она.
Показаны различные способы получения фукционализированных нафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-онов. Получена новая группа соединений, потенциально обладающих биологической активностью.

Aminomethylation, 1-amino-2-methylnaphtho[1,2,3-cd]indol-6(2H)-one, 1-nitromethylnaphtho[1,2,3-cd]indol-6(2H)-ones, nucleophilic substitution, functionalization of naphtho[1,2,3-cd]indol-6(2H)-one.
The various methods for the synthesis of functionalized naphtho[1,2,3-cd]indol-6(2H)-one were demonstrated. A series of potential bioactive compounds were synthesized.

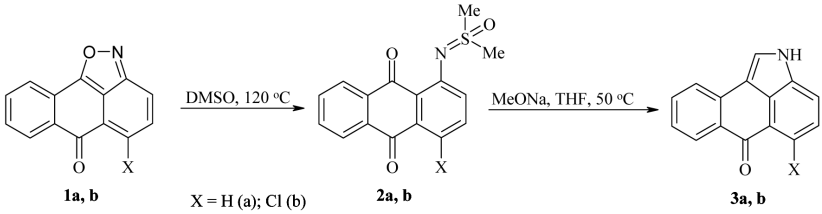
Производные 9,10-антрахинона, содержащие пятичленный конденсированный гетероцикл в положениях 1,9, обладают не только широким спектром интересных физико-химических свойств, но и проявляют некоторые виды биологической активности. Так, некоторые производные антра[1,9-cd]пиразол-6(2H)-она уже много лет используют в качестве противораковых препаратов [1], однако поиск подобных перспективных молекул среди его функциональных производных ведется до сих пор, о чем свидетельствуют недавно опубликованные работы [2; 3]. Согласно последним данным [4; 5], 6H-антра[1,9-cd]изоксазол-6-оны, модифицированные по положениям 3 и 5, проявляют антипролиферативный эффект в отношении опухолевых клеток толстой кишки, молочных желез и печени.

Нафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-он (пирролантрон) является гетероаналогом описанных выше систем, а его функциональные производные потенциально могут обладать биологической активностью и другими полезными свойства-

ми. Однако широкому их исследованию препятствует невысокая доступность. Вследствие этого разработка эффективных способов получения модифицированных пирролантронов является весьма актуальной.

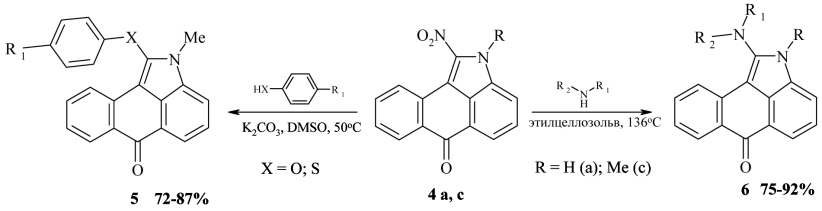
Ранее нами был предложен одностадийный способ получения [6] пирролантронов (**3a, b**) путем нагревания 6H-6-оксоантра[1,9-cd]изоксазолов (**1a, b**) в ДМСО и дальнейшей обработки реакционной смеси раствором метилата натрия (схема 1). Выход конечных продуктов (**3a,b**) составил 80–86%. Разработанный способ открыл возможность изучения химических свойств как простейшего пирролантрона, так и его функциональных производных.

Схема 1



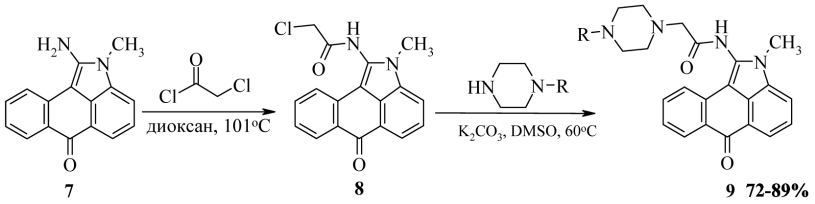
В качестве первого направления нами была изучена функционализация пиррольного цикла в 1-нитронафто[1,2,3-cd] индол-6(2H)-онах (**4 a, c**) и 1-амино-2-метилнафто[1,2,3-cd] индол-6(2H)-оне (**7**). Установлено, что нитрогруппа в соединениях (**4 a, c**) обладает высокой нуклеофильной подвижностью по отношению к N-, O- и S-нуклеофилам [7,8] (схема 2).

Схема 2



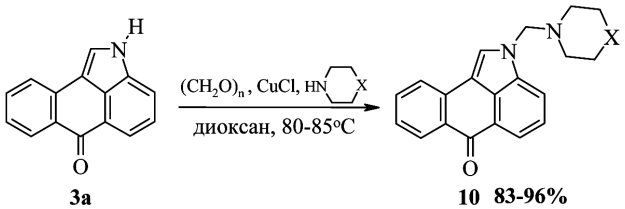
Атом хлора в 1-N-хлорацетиламинопирролантроне (**8**) активно замещается вторичными аминами, образуя вещества **9** [7] (схема 3).

Схема 3



Другим не менее интересным направлением модификации пиррольного цикла явилась реакция аминометилирования. Мы показали [7], что реакция Манниха пирролантрона (**3a**) с вторичными аминами протекает только с участием N-H фрагмента (схема 4).

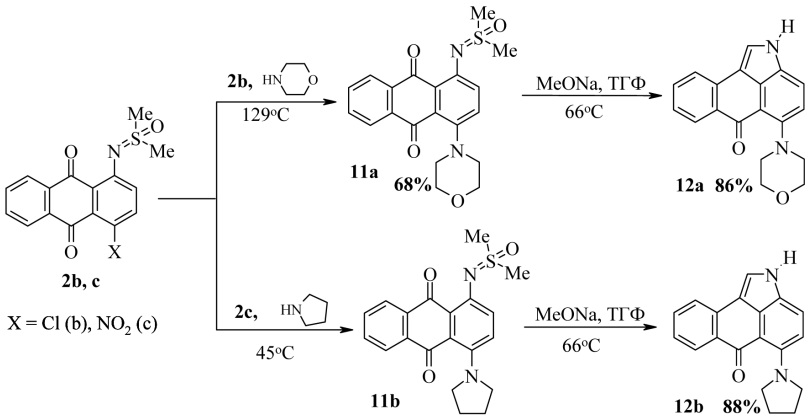
Схема 4



Поиск путей функционализации не только пиррольного кольца, но и антронового цикла в пирролантронах или их предшественниках (изоксазолантронах, сульфоксиминах) является весьма актуальным. Нами найдено [9], что нуклеофильное замещение атома хлора или нитрогруппы на остаток вторичного амина легче протекает в сульфоксиминах (**2b, c**). Полученные сульфоксимины **11a, b** дальше можно подвергать циклизации в соответствующие пирролантроны **12a, b**. На примере реакции **2c→12b** показано,

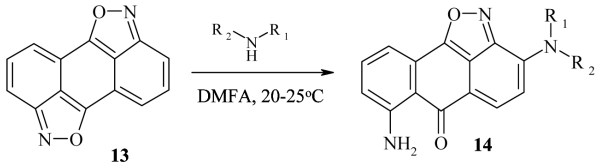
что конечный продукт может быть получен в одну технологическую стадию (схема 5).

Схема 5



Известно [10], что аминирование бисизоксазола (**13**) вторичными аминами приводит к продуктам **14** (схема 6):

Схема 6



Соединения **14** открывают новый путь к функционализации антронового цикла благодаря наличию свободной аминогруппы.

Библиографический список

1. Showalter Hollis H.D., Johnson J.L., Werbel L.M. etc. 5-[(Aminoalkyl)amino]-substituted anthra[1,9-cd]pyrazol-6(2H)-ones as novel anticancer agents. Synthesis and biological evaluation // J. Med. Chem. 1984. Vol. 27. P. 253–255.

2. Prasad K., Trinath J., Biswas A., Sekar K. etc. Alkyl chain substituted 1,9-pyrazoloanthrones exhibit prominent inhibitory effect on c-Jun N-terminal kinase (JNK) // J. Org. Biomol. Chem. 2014. Vol. 12. P. 4656–4662.
3. Ganduri R., Singh V., Biswas A., Prasad K., etc. Structural and biological evaluation of halogen derivatives of 1,9-pyrazoloanthrones towards the design of specific potent inhibitor of c-Jun-N-terminal kinase (JNK) // New J. Chem. 2018. Vol. 42. №13. P. 10651–10660.
4. Mani T., Wanga F., Knabe W., Sinn A., Khanna M., Sandusky G. etc. Small-molecule inhibition of the uPAR·uPA interaction: Synthesis, biochemical, cellular, in vivo pharmacokinetics and efficacy studies in breast cancer metastasis // J. Bioorg. and Med. Chem. 2013. Vol. 21. P. 2145–2155.
5. Chen W.L., Wanga Z.H, Feng T.T., Li D.D, Wang C.H., Xu X.L. etc. Discovery, design and synthesis of 6H-anthra[1,9-cd] isoxazol-6-one scaffold as G9a inhibitor through a combination of shape-based virtual screening and structure-based molecular modification // J. Bioorg. and Med. Chem. 2016. Vol. 24. P. 6102–6108.
6. Способ получения нафто[1,2,3-cd]инол-6(2H)-онов // Патент России №2552521 C2. 2013. / Горностаев Л.М., Каргина О.И., Лаврикова Т.И.
7. Каргина О.И., Биндарева А.В., Горностаев Л.М. Функционализация пиррольного цикла в нафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-онах // Бутлеровские сообщения. 2013. Т. 33. № 1. С. 55–60.
8. Каргина О.И., Горностаев Л.М. Синтез 1-аминонафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-онов // ХГС. 2012. № 8. С. 1262–1265.
9. Горностаев Л.М., Каргина О.И., Нефёдов А.А. Синтез и особенности внутримолекулярных основнокатализируемых гетероциклизаций 1-S,S-диалкил-N-(9,10-антрахинон-1-ил) сульфоксимидов в нафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-оны // ЖОрХ. 2013. Т. 49. № 1. С. 70–77.
10. Горностаев Л.М., Митрохин Р.В., Соловьева И.А., Арнольд Е.В. Аминирование антра[1,9-cd; 5,10-c'd']бисизоксазола алкиламинами // ЖОрХ. 2000. Т. 36. № 9. С. 1396–1395.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТ-ЗОЛОТО СО СТРУКТУРОЙ «ЯДРО-САТЕЛЛИТ»
SYNTHESIS OF MAGNETITE-GOLD NANOPARTICLES WITH «CORE-SATELLITE» STRUCTURE

Д.В. Карпов, С.В. Сайкова,
Т.В. Трофимова, А.Ю. Павликов
Научный руководитель **С.В. Сайкова**,
доктор химических наук,
профессор кафедры физической и неорганической химии
Сибирского федерального университета,
г. Красноярск

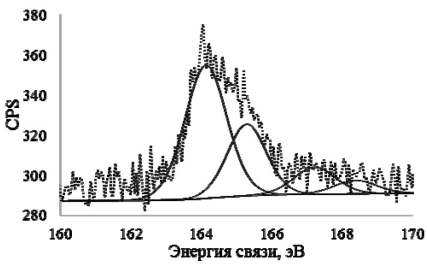
D.V. Karpov, S.V. Saykova, T.V. Trofimova, A.Y. Pavlikov
Scientific adviser **S.V. Saykova**,
Doctor of Chemical Sciences,
Professor of the Department of Physical
and Inorganic Chemistry,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Магнитные наночастицы, магнетит, ядро-сателлит, нанокластеры золота.
Предложен новый метод синтеза наночастиц магнетит-золото со структурой «ядро-сателлит». В синтезе использован биосовместимый бифункциональный агент – альфа-липоевая кислота, адсорбированная на поверхности исходных ядер магнетита. Полученные наночастицы охарактеризованы методами ПЭМ и РФЭС, свидетельствующими об образовании наночастиц магнетита 10–15 нм, покрытых нанокластерами золота 1–2 нм диаметром.

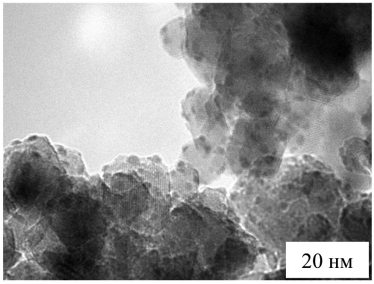
Magnetic nanoparticles, magnetite, core-shell, gold nanoclusters.
The new method of synthesis of synthesis of magnetite-gold nanoparticles with «core-satellite» structure. Alpha-lipoic acid adsorbed on the magnetite surface was used as biocompatible bifunctional agent in the synthesis. Obtained nanoparticles were characterized by TEM and XPS methods confirmed the formation of magnetite nanoparticles 10-15 nm diameter covered with 1-2 nm gold nanoclusters.

Магнитные наночастицы типа ядро-сателлит, состоящие из крупных частиц магнитного материала с расположенными на поверхности мелкими наночастицами (нанокластерами) золота, представляют интерес как промежуточные структуры при получении частиц типа ядро-оболочка, а также в качестве высокоэффективных катализаторов, в т.ч. в фотокатализе [1]. В данной работе для иммобилизации на поверхности наночастиц магнетита нанокластеров золота предложено использование тиоктовой кислоты как биосовместимого бифункционального соединения, способного адсорбироваться на поверхности магнетита и образовывать с золотом прочные комплексные соединения, выступая в качестве химического «якоря».

В синтезе использованы ядра магнетита диаметром 10–15 нм, полученные путем соосаждения солей железа (II) и (III) [2]. Модификацию поверхности проводили аналогично методике, приведенной в работе [3], после чего частицы промывали водой и спиртом (образец Mag-1). Полученную суспензию вносили в подкисленный соляной кислотой водно-спиртовой раствор, содержащий $HAuCl_4$ и аскорбиновую кислоту в качестве слабого восстановителя (образец Mag-2).



а)



б)

Рис. 1. а) РФЭС-спектр 2p серы в образце Mag-1;
б) микрофотография Mag-2

Согласно РФЭС (рисунок 1а) тиоктовая кислота адсорбируется на поверхности магнетита, о чем свидетельствует наличие неразрешенного дублета ($E_{св.(}2p^{3/2}$) = 164,1, ΔE = 1,16 эВ). Энергии связи данного дублета характерны для тиолов и органических дисульфидов. Наличие сигнала при $E_{св.}(2p^{3/2})$ = 167,2 эВ, вероятно, соответствует продуктам частичного окисления тиоктовой кислоты до сульфонов. Данные ПЭМ, полученные для частиц ядро-сателлит (рисунок 1б), свидетельствуют об иммобилизации мелких (~1–2 нм) наночастиц золота на исходных ядрах магнетита.

Библиографический список

1. Guzman, F.V. Near-field enhancement contribution to the photoactivity in magnetite-gold hybrid nanoparticles / F.V. Guzman, P.A. Mercadal, E.A. Coronado, E.R. Encina // Journal of Physical Chemistry. 2019. Vol. 123. P. 29891–29899.
2. Mascolo, M.C. Room Temperature Co-Precipitation Synthesis of Magnetite Nanoparticles in a Large pH Window with Different Bases / M.C. Mascolo, Y. Pei, T.Ring // Materials. 2013. Vol. 12, № 6. P. 5549–5567.
3. Silvestri, A. Synthesis of Water Dispersible and Catalytically Active Gold-Decorated Cobalt Ferrite Nanoparticles // Langmuir. 2016. V. 32 (28). P. 7117–7126.

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ПАЛЛАДИЯ
PHOTOCHEMICAL SYNTHESIS OF PALLADIUM NANOPARTICLES

А.М. Назарова

Научный руководитель **Е.И. Исаева**,

кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

A.M. Nazarova
Scientific adviser **E.I. Isaeva**,
PhD of Chemistry, Associate Professor
of the Department of Inorganic Chemistry,
Herzen State Pedagogical University of Russia,
St-Petersburg

Наночастицы палладия, комплексные соединения палладия(II) с аминокислотами, фотохимический синтез.
Фотохимическим восстановлением комплексных соединений палладия (II) $K_2[Pd(C_2O_4)_2]$, $[Pd(Gly)_2]$, $[Pd(\beta\text{-}Ala)_2]$ получены наночастицы палладия в объёме фотолита. Изучено влияние концентрации исходного комплексного соединения и природы стабилизатора на скорость фотохимического формирования наночастиц палладия и их устойчивость в водных растворах.

Palladium nanoparticles, complex compounds of palladium (II) with amino acids, photochemical synthesis.
Palladium nanoparticles were obtained by photochemical reduction of the coordination palladium (II) complexes $K_2[Pd(C_2O_4)_2]$, $[Pd(Gly)_2]$, $[Pd(\beta\text{-}Ala)_2]$. The effect of the concentration of the initial complex compound and the nature of the stabilizer on the rate of photochemical formation of palladium nanoparticles and their stability in aqueous solutions was studied.

Наноразмерный палладий широко используется в производстве катализаторов, в том числе автомобильных [1], его рассматривают как перспективный материал для создания эффективных накопителей водорода в развивающейся водородной энергетике [2], также активно ведутся работы по использованию наночастиц палладия в биологических и медицинских исследованиях. В связи с этим актуальной задачей является разработка методики фотохимического синтеза наночастиц палладия, а также исследование их каталитической активности.

В настоящей работе для получения наночастиц палладия были использованы водные растворы светочув-

ствительных комплексных соединений палладия (II) с оксалат-ионом, а также аминокислотами (глицином – Gly, β-аланином – β-Ala) в качестве лигандов, возбуждение которых в области полосы переноса заряда лиганд→металл (~240 нм) вызывает восстановление центрального иона до мелкодисперного палладия.

Концентрацию комплексных соединений варьировали в диапазоне от $1\cdot10^{-3}$ до $5\cdot10^{-4}$ моль/л. В качестве стабилизаторов применяли додецилсульфат натрия и поливинил-N-пирролидон (Полидон-А), концентрация которых составляла 1 масс.%. Водные растворы комплексных соединений с заданной концентрацией облучали монохроматическим УФ светом с длиной волны возбуждения 254 нм ртутной лампы Philips TUV 4W/G4 05. Интенсивность падающего света составляла $4{,}8\times10^{16}$ квант$\times$см$^{-2}$с$^{-1}$.

Фотолиз раствора $K_2[Pd(C_2O_4)_2]$ в диапазоне концентраций $5\cdot10^{-3}$ – $5\cdot10^{-4}$ моль/л в течение 3 минут приводит к формированию наночастиц палладия, о чем может свидетельствовать изменение цвета раствора со светло-желтого на интенсивно коричневый и рост оптической плотности в видимом диапазоне длин волн.

Как видно из данных таблицы, наибольшая скорость фотохимического формирования наночастиц наблюдается при использовании $5\cdot10^{-3}$ М раствора $K_2[Pd(C_2O_4)_2]$. Уменьшение концентрации комплексного соединения приводит к закономерному понижению начальной скорости формирования наночастиц палладия.

При фотолизе водных растворов $[Pd(Gly)_2]$ в диапазоне концентраций $5\cdot10^{-3}$ – $5\cdot10^{-4}$ моль/л также происходит изменение цвета раствора со светло-желтого на коричневый, который сопровождается ростом оптической плотности в видимом диапазоне длин волн, однако скорость образования наночастиц значительно меньше (в 4,6 раз для рас-

творов с концентрацией $5 \cdot 10^{-3}$М). Процесс фотохимического восстановления комплексного соединения палладия (II) с *β*-аланином характеризуется наименьшей скоростью.

Таблица

Оптические характеристики водных растворов комплексных соединений палладия (II) после фотолиза и относительная скорость формирования наночастиц палладия в зависимости от природы комплекса и его концентрации

Формула комплекса	λ_{max}, нм	Концентрация раствора, моль/л	Относительная скорость, мин$^{-1}$
$K_2[Pd(C_2O_4)_2]$	420	$5 \cdot 10^{-3}$	0,421
		$1 \cdot 10^{-3}$	0,327
		$5 \cdot 10^{-4}$	0,321
$[Pd(Gly)_2]$	330	$5 \cdot 10^{-3}$	0,092
		$1 \cdot 10^{-3}$	0,079
		$5 \cdot 10^{-4}$	0,028
$[Pd(\beta\text{-Ala})_2]$	320	$5 \cdot 10^{-3}$	0,006
		$1 \cdot 10^{-3}$	0,002

Исследование влияния стабилизаторов (додецилсульфата натрия и Полидона-А) на скорость образования наночастиц показали её уменьшение в 2–4 раза в зависимости от концентрации и природы комплексного соединения палладия (II). Также показано, что добавление стабилизатора позволяет значительно повысить их агрегативную устойчивость. Образцы, полученные фотохимическим восстановлением $K_2[Pd(C_2O_4)_2]$ в присутствии Полидона-А, не изменяли оптические характеристики в течение 1 года, в то время как частицы, полученные без использования стабилизатора, начинали седиментировать в течение недели. Отмечено, что скорости формирования наночастиц палладия при фотолизе комплексов $[Pd(\beta\text{-Ala})_2]$ и $[Pd(Gly)_2]$ в присутствии стабилизаторов и без них практически не отличаются, из чего мож-

но сделать вывод о том, что глицинат- и аланинат-ионы могут выступать в роли стабилизаторов образующихся частиц.

Фазовый состав и кристаллическая структура полученных наночастиц были исследованы методом рентгенодифракционного анализа. Показано, что порошки палладия, полученные при фотолизе $K_2[Pd(C_2O_4)_2]$, отличаются большим содержанием аморфной фазы и содержат малоинтенсивные дифракционные пики при 2θº, равные 39,97º и 46,65º, соответствующие кристаллической структуре палладия. Вследствие малого размера частиц палладия порошки, полученные в процессе облучения комплексов $[Pd(\beta\text{-Ala})_2]$ и $[Pd(Gly)_2]$ с последующим многократным центрифугированием коллоидных растворов, не давали ярко выраженных рефлексов на рентгенограммах, аморфная составляющая образцов достигала 98%.

Библиографический список

1. Ревина А.А., Кезиков А.Н., Ларионов О.Г. Синтез и физико-химические свойства стабильных наночастиц палладия / Российский химический журнал. 2006. № 4.
2. Филиппов А.Г. Получения наночастиц палладия и оценка влияния на клетки перитонеальной полости мышей C57BI/6 // Оригинальные исследования. 2014. Т. 12. № 1. С. 46–50.

СИНТЕЗ МАГНИТНЫХ ГИБРИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ $CoFe_2O_4$@Au

SYNTHESIS OF $CoFe_2O_4$@Au MAGNETIC HYBRID NANOPARTICLES

А.Ю. Павликов, С.В. Сайкова, Т.В. Трофимова, Д.В. Карпов

Научный руководитель **С.В. Сайкова**,

доктор химических наук,

профессор кафедры физической и неорганической химии Сибирского федерального университета, г. Красноярск

A.Y. Pavlikov, S.V. Saykova,
T.V. Trofimova, D.V. Karpov
Scientific adviser **S.V. Saykova**,
Doctor of Chemical Sciences,
Professor of the Department of Physical
and Inorganic Chemistry,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Магнитные наночастицы, феррит кобальта, оценка токсичности, нанокластеры золота, ядро-оболочка, анионообменное осаждение
Предложен новый метод синтеза наночастиц феррита кобальта. В этом процессе использовалась сильноосновная анионообменная смола АВ-17-8 в ОН-форме и происходило соосаждение ионов кобальта и железа. Установлено, что продукт представляет собой чистую фазу и состоит из частиц размером от 10 до 20 нм. Полученные магнитные гибридные наночастицы изучены методами ПЭМ, РФА и РФЭС-спектроскопии. Полученный материал пригоден для получения магнитных гибридных наночастиц типа «ядро-оболочка».

Magnetic nanoparticles, cobalt ferrite, toxicity assessment, gold nanoclusters, core-shell, anion resin exchange precipitation
The new method of synthesis of nanoparticles cobalt ferrite. In this process the strongly basic anion exchange resin AB-17-8 in hydroxide form was used and coprecipitation of cobalt and ferric ions in the insoluble compound was occurred. . It was found that the products is a pure phase and consists particles with a size from 10 to 20 nm. The obtained hybrid magnetic nanoparticles were studied by transmission electron microscopy and X-ray phase analysis, XPS-spectra. The prepared material is found to be useful for the design of magnetic core–shell hybrid nanostructures.

Наноразмерные частицы ферритов широко применяются в электронике, в проведении каталитический реакций, в устройствах памяти, а также в биомедицинской инженерии [1]. Для синтеза магнитных ядер (наночастиц феррита кобальта) в данной работе предлагается метод анионообменного осаждения [2], который обеспечи-

вает получение однородных наночастиц, не содержащих примесей. В процессе синтеза формируются однородные магнитные наночастицы феррита кобальта с размером 10–20 нм (рисунок 1) [3].

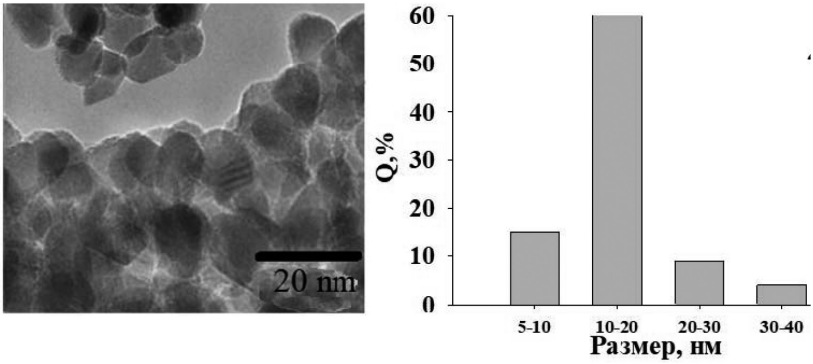


Рис. 1. Микрофотография и диаграмма распределения по размерам частиц $CoFe_2O_4$

Процесс декорирования наночастиц феррита кобальта осуществляли осаждением золота на поверхности магнитной частицы, что может быть достигнуто с помощью адсорбции органических молекул, впоследствии способных восстанавливать золотосодержащие ионы. В качестве органической молекулы был выбран L-метионин – аминокислота, которая является важной молекулой в живых организмах и обеспечивает связь металлов в структуре многих ферментов.

По данным ПЭМ (рисунок 2), на поверхности феррита кобальта обнаруживаются равномерно распределенные золотые нанокластеры. Средний диаметр нанокластеров золота на поверхности феррита кобальта составляет 2–3 нм.

Проведенные биотесты свидетельствуют о значительной токсичности суспензий наночастиц феррита кобальта.

Токсичность данных материалов можно снизить в несколько раз при декорировании наночастиц золотом. Таким образом, синтезированные гибридные материалы пригодны для использования в медицине и биотехнологии.

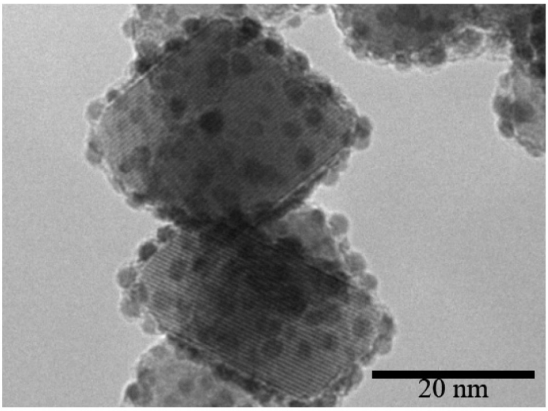


Рис. 2. Микрофотография частиц $CoFe_2O_4$@Au

Библиографический список

1. Mahboubeh H. Synthesis of cobalt ferrite (CoFe2O4) nanoparticles using combustion, coprecipitation, and precipitation methods: A comparison study of size, structural, and magnetic properties / H. Mahboubeh, Z. Fatemeh, J. R. Zahra, A. Ali,A. Zohreh //Journal of Magnetism and Magnetic Materials.2014. Vol. 371. P. 43–48.
2. Сайкова С.В., Пантелеева М.В., Николаева Р.Б. Определение оптимальных условий ионообменного синтеза гидроксида кобальта (II) с помощью анионита АВ-17-8 в ОН-форме // Журнал прикладной химии. 2002. Т. 75. № 11. С. 1823–1825.
3. Сайкова С.В., Трофимова Т.В., Павликов А.Ю., Самойло А.С. Изучение влияния добавок полисахаридов на синтез наночастиц феррита кобальта методом анионообменного осаждения // Журнал неорганической химии. 2020. № 3. Т. 65. С. 287–295.

ФЛУОРЕСЦЕИН И ЭОЗИН: СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ

FLUORESCEIN AND EOSIN: SYNTHESIS AND STUDY OF STRUCTURE

В.В. Пелипко[1], Е.В. Бриленков[2], В.А. Козлов[2]
[1]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,
[2]ГБОУ гимназия № 526 Московского района г. Санкт-Петербурга,
Научный руководитель **С.В. Макаренко**,
доктор химических наук, декан факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

V.V. Pelipko[1], E.V. Brilenkov[2], V.A. Kozlov[2]
[1]Herzen State Pedagogical University of Russia, St.-Petersburg
[2]Gymnasium N 526 of the Moscow's district of St.-Petersburg
Scientific adviser **S.V. Makarenko**,
Doctor of Chemical Sciences,
Dean of the Faculty of Chemistry, Herzen State Pedagogical University of Russia, St.-Petersburg

Ксантеновый краситель, флуоресцеин, эозин, индикатор, спектроскопия ЯМР.
На основе известных в литературе синтетических методик получены представители ксантеновых красителей – флуоресцеин и эозин, строение которых изучено методами одно- и двумерной спектроскопии ЯМР.

Xanthene dye, fluorescein, eosin, indicator, NMR spectroscopy.
Based on synthetic methods known in the literature, representatives of xanthene dyes, fluorescein and eosin, were obtained, the structure of which was studied by the methods of one- and two-dimensional NMR spectroscopy.

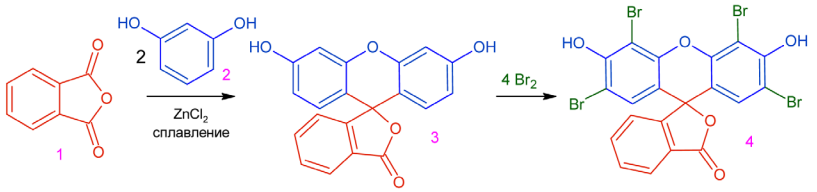
Красители составляют класс разнообразных веществ, интерес к которым не ослабевает до настоящего времени. Среди них интересными представителями являются трифе-

нилметановые красители, обладающие рядом практически значимых свойств. Например, некоторые из них выступают в качестве индикаторов, таких как фенолфталеин. Близкие по структуре к этому красителю флуоресцеин и эозин продолжают являться объектами исследований, проводимых учеными разных стран [1; 2].

Целью настоящего исследования является синтез флуоресцеина и эозина и изучение их строения методом спектроскопии ЯМР ^{1}H и ^{13}C с использование одно- и двумерных экспериментов.

Для получения флуоресцеина и эозина нами использованы известные литературные методики [3]. Конденсация фталевого ангидрида **1** с резорцином **2** (соотношение **1**:**2** = 1:2) в присутствии безводного $ZnCl_2$ при сплавлении в течение 1 ч завершается выделением флуоресцеина **3** с выходом 67–74% (литературный выход 96% [3]). Бромирование флуоресцеина **3** избытком брома при комнатной температуре приводит к получению эозина 4 с выходом 60–61% (литературный выход 62%) (схема 1).

Схема 1



Исследование строения синтезированных красителей осуществлено с использованием метода спектроскопии ЯМР ^{1}H и ^{13}C на оборудовании Центра коллективного пользования «Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически активных веществ и наноструктурированных веществ» (спектрометр ЯМР Jeol ECX400A, рабочие частоты: 399.78 (^{1}H) и 100.53 (^{13}C) МГц) [4].

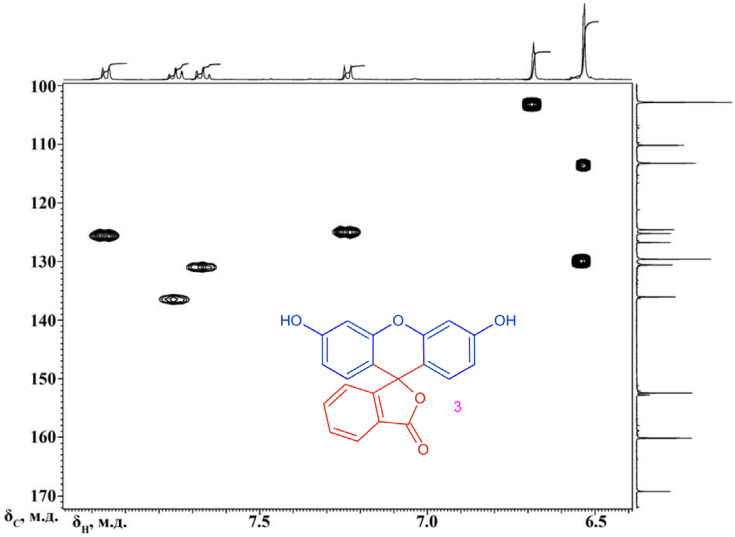


*Рис. 1. Спектр ^{1}H-^{13}C HMQC флуоресцеина **3** в растворе ДМСО-d_6*

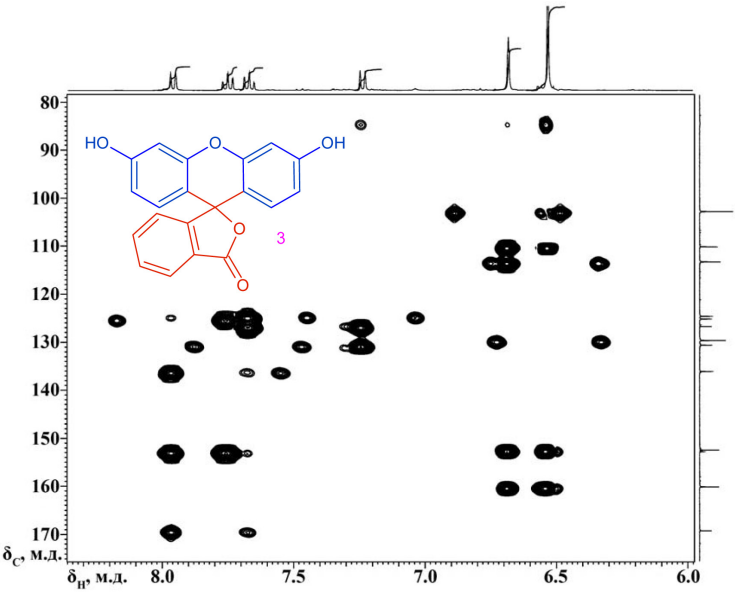


*Рис. 2. Спектр ^{1}H-^{13}C HMBC флуоресцеина **3** в растворе ДМСО-d_6*

Оказалось, что в растворе ДМСО-d_6, несмотря на возможность существования флуоресцеина и эозина в виде нескольких таутомерных форм, фиксируются сигналы лишь одной формы. Так, например, результаты ^{1}H-^{13}C HMQC и ^{1}H-^{13}C HMBC экспериментов флуоресцеина **3** подтверждают циклическую (лактонную) структуру этого соединения в растворе ДМСО-d_6 (рис. 1–2), что согласуется с литературными данными [5].

Таким образом, в результате проведенного исследования строения синтезированных представителей ксантеновых красителей – флуоресцеина и эозина – установлено, что их молекулы в растворе ДМСО-d_6 существуют в циклической, лактонной форме.

Библиографический список

1. Jadhav N.H., Shinde D.R., Sakate S.S., Rasal N.K., Pawar R.A. // Catalysis Communications. 2019. Vol. 120. P. 17–22.
2. Tsien R.Y., Zlokarnik G. Substrates for beta-lactamase and uses thereof. Патент EP1405922, 2004.
3. Органический синтез: учебное пособие для студентов педагогических институтов по химическим и биологическим специальностям / под редакцией Васильевой Н.В. М.: Просвещение, 1986. 366 с.
4. Центр коллективного пользования «Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически активных веществ и наноструктурированных материалов». Режим доступа https://www.kohrgpu.ru/html/ckp.html (дата обращения: 01.05.2020).
5. Anthoni U., Christophersen C., Nielsen P.H., Püschl A., Schanmburg K. // Structural Chemistry. 1995. Vol. 6. N 3. P. 161–165.

5,10,15,20-ТЕТРА(*n*-ХЛОРФЕНИЛ)ПОРФИРИН: СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ (ИЗ ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА)

5,10,15,20-TETRA(p-CHLOROPHENYL)PORPHYRIN: SYNTHESIS AND STRUCTURE (FROM THE EXPERIENCE OF THE RESEARCH PROJECT)

В.В. Пелипко[1], Ф.А. Захаров[2], А.Д. Краснощекова[2], А.А. Шукштулис[2]

[1]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», г. Санкт-Петербург

[2]ГБОУ лицей № 214 Центрального района г. Санкт-Петербурга

Научный руководитель **С.В. Макаренко**, *доктор химических наук, декан факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

V.V. Pelipko[1], F.A. Zakharov [2], A.D. Krasnoshchekova[2], A.A. Shukshtulis[2]

[1]Herzen State Pedagogical University of Russia, St.-Petersburg

[2]Lycee N214 of the Central district of St.-Petersburg

Scientific adviser **S.V. Makarenko**, *Doctor of Chemical Sciences, Dean of the Faculty of Chemistry, Herzen State Pedagogical University of Russia, St.-Petersburg*

Порфирин, синтез, строение, спектроскопия ЯМР, исследовательский проект.

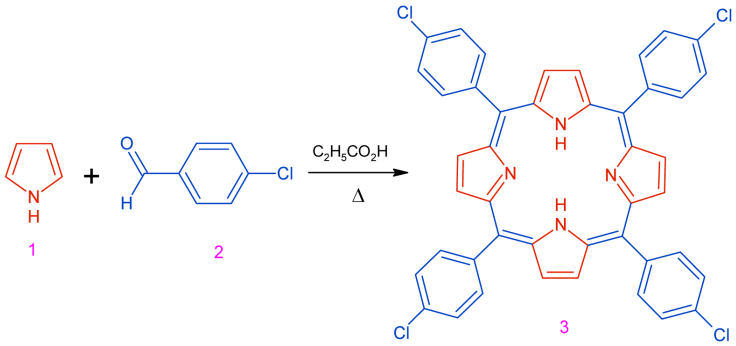
На основе известной в литературе методики в рамках исследовательского проекта осуществлен синтез представителя порфиринов – 5,10,15,20-тетра(n-хлорфенил)порфирина, изучено его строение методом спектроскопии ЯМР.

Porphyrin, synthesis, structure, NMR spectroscopy, research project.
Based on method known in the literature, within the framework of a research project, a representative of porphyrins, 5,10,15,20-tetra(p-chlorophenyl)-porphyrin, was synthesized, its structure was studied by NMR spectroscopy.

Макроциклические соединения порфиринового типа не только выполняют важные фотохимические и ферментативные функции [1], но и находят применение в качестве катализаторов химических, фотохимических и электрохимических процессов [2].

Химия порфиринов продолжает оставаться актуальным направлением органической химии. В этой связи целью настоящего исследования является синтез представителя порфиринов – 5,10,15,20-тетра(*п*-хлорфенил)-порфирина и изучение его строения методом спектроскопии ЯМР.

Проведенный поиск литературных данных с использованием поисковой системы Reaxys позволил определить наиболее удобный метод синтеза целевого порфирина, а именно конденсацию пиррола **1** с *п*-хлорбензальдегидом **2** в растворе пропионовой кислоты при кипячении [3]. Целевой 5,10,15,20-тетра(*п*-хлорфенил)порфирин **3** получается с выходом 19% (литературный выход 65% [3]).



Изучение строения порфирина **3** проведено с использованием метода спектроскопии ЯМР ^{1}H в Центре коллективного

пользования «Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически активных веществ и наноструктурированных веществ» (спектрометр ЯМР Jeol ECX400A, рабочая частота ^{1}H 399.78 МГц) [4].

Спектр ЯМР ^{1}H синтезированного порфирина **3**, снятый в растворе $CDCl_3$ (рисунок 1), обнаруживает следующие сигналы (δ, м.д., *J*, Гц): –2.86 (2H, уш. с, NH), 7.73 (8H, д, ^3J 8.3, ArH, в *мета*-положении к атому Cl), 8.12 (8H, д, ^3J 8.3, ArH, в *орто*-положении к атому Cl), 8.84 (8H, с, CH пиррольных колец). Такая картина спектра и значения химических сдвигов сигналов согласуются с литературными данными и подтверждают структуру полученного нами продукта как 5,10,15,20-тетра(*n*-хлорфенил)порфирина.

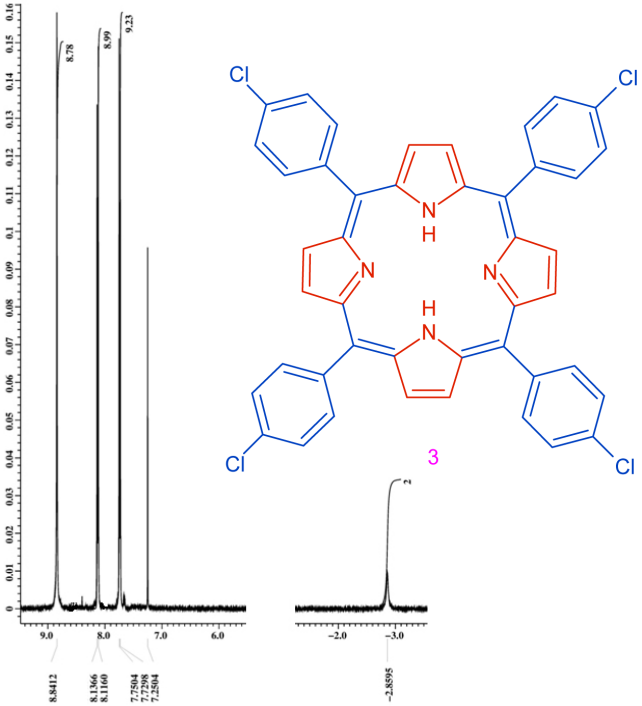


*Рис. 1. Спектр ЯМР ^{1}H порфирина **3** в растворе $CDCl_3$*

Таким образом, в ходе исследования по литературной методике осуществлен синтез 5,10,15,20-тетра(*п*-хлорфенил) порфирина, строение которого подтверждено с использованием метода спектроскопии ЯМР ^{1}H.

Библиографический список

1. Порфирины: структура, свойства, синтез / под ред. Н.С. Ениколопяна. М.: Наука, 1985. С. 330.
2. Успехи химии порфиринов / под ред. О.А. Голубчикова. СПб.: Изд. НИИ химии СПбГУ, 1997. Т. 1. С. 357; 1999. Т. 2. С. 70.
3. Dechan P., Bajju G.D., Sood P., Dar U.A. // Molecular Crystals and Liquid Crystals. 2018. Vol. 666. N 1. P. 79–93.
4. Центр коллективного пользования «Физико-химические методы исследования нитросоединений, координационных, биологически активных веществ и наноструктурированных материалов». Режим доступа https://www.kohrgpu.ru/html/ckp.html (дата обращения: 01.05.2020).

О ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ 2-АРИЛАМИНО-1,4-НАФТОХИНОН-1-ОКСИМОВ

ABOUT THE FUNCTIONALIZATION OF 2-ARYLAMINO-1,4-NAPHTHOQUINONE-1-OXIMES

Д.С. Руденко, О.И. Фоминых, Ю.Г. Халявина
Научный руководитель **Л.М. Горностаев**,
доктор химических наук, профессор кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

D.S. Rudenko, O.I. Fominykh, Yu. G. Khalyavina
Scientific adviser **L.M. Gornostaev**,
Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Biology, Chemistry and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Хиноны, оксимы, феназин-N-оксиды, нингидрин, нитрующая смесь.
В статье приводятся данные о взаимодействии 2-ариламино-1,4-нафтохинон-1-оксимов с нитрующей смесью, а также нингидрином. Показано, что при обработке нитрующей смесью в уксусной кислоте 2-ариламино-1,4-нафтохинон-1-оксимы циклизуются в 5-гидрокси-10-R-бензо[a]феназин-12-оксиды. В то же время взаимодействие исходных оксимов 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом (нингидрином) в уксусной кислоте приводит к образованию соответствующих производных, содержащих пиррольный фрагмент.

Quinones, oximes, phenazine-N-oxides, ninhydrin, nitrating mixture.
This article is about the reactions of 2-arylamino-1,4-naphthoquinone-1-oxime with a nitrating mixture, as well as with ningydrin. It is shown that treated with a nitrating mixture in acetic acid 2-arylamino-1,4-naphthoquinone-1-oxime is cyclized into 5-hydroxy-10-R-benzo[a]phenazine-12-oxides. At the same time, reaction of the initial oximes with 2,2-dihydroxy-1,3-indandion (ninhydrin) in acetic acid leads to the formation of corresponding derivatives with a pyrrole fragment.

Общеизвестно, что полигетероциклические соединения, в том числе хиноидной природы, могут проявлять широкий спектр биологического действия [1; 2]. Особое место среди данных соединений занимают вещества, способные быть донорами оксида азота NO, то есть содержащие N-оксидный фрагмент [3; 4].

Ранее [5; 6] сотрудниками кафедры биологии, химии и экологии КГПУ им. В.П. Астафьева было определено, что формирование феназин-N-оксидного фрагмента происходит при действии нитрозилсерной кислоты на 2-ариламино-1,4-нафтохиноны (**1**) (схема 1) или 4-ариламно-1,2-нафтохиноны (**3**) в уксусной кислоте (схема 2):

Схема 1

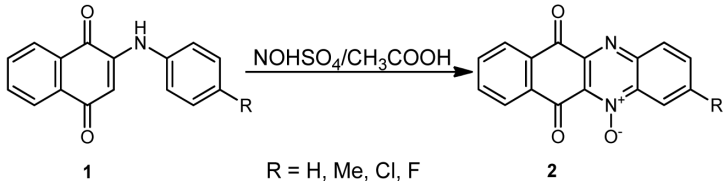
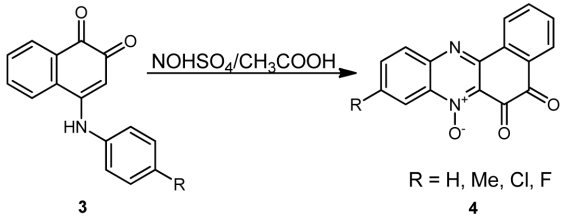


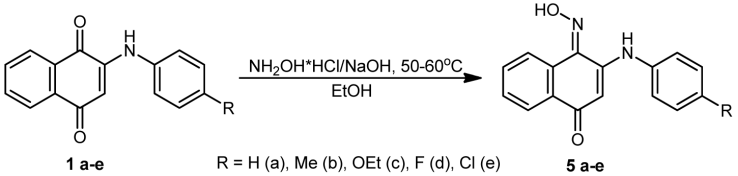
Схема 2



В данной работе представлен иной синтетический подход к получению соединений, содержащих феназин-N-оксидный цикл.

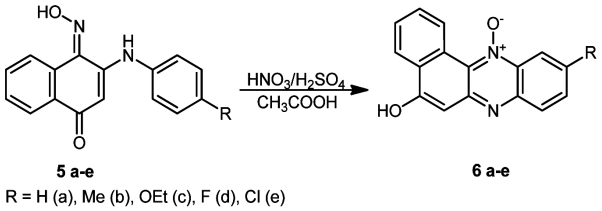
Установлено, что оксимирование [7] 2-ариламино-1,4-нафтохинонов (**1**) приводит к 2-ариламино-1,4-нафтохинон-1-оксимам (**5**) (схема 3):

Схема 3



Оксимы **5** при обработке нитрующей смесью в уксусной кислоте циклизуются в 5-гидрокси-10-R-бензо[*a*]феназин-12-оксиды (**6**) (схема 4):

Схема 4



Реакция 2→3 напоминает известные гетероциклизации 2-нитрозодиариламинов в феназин-N-оксиды [8,9].

Интересно, что циклизация 2→3 сопровождается удалением обеих карбонильных групп из исходных субстратов в отличие от описанных ранее реакций, протекающих с 2-ариламино-1,4-нафтохиноном (**1**) или 4-ариламино-1,2-нафтохиноном (**3**) под действием нитрозилсерной кислоты [5; 6]. По-видимому [8; 9], гетероциклизация 2→3 протекает по радикальному механизму.

Структура полученных феназинов **6** подтверждена данными РСА (рис.), двумерной ЯМР-спектроскопии и их химическими превращениями.

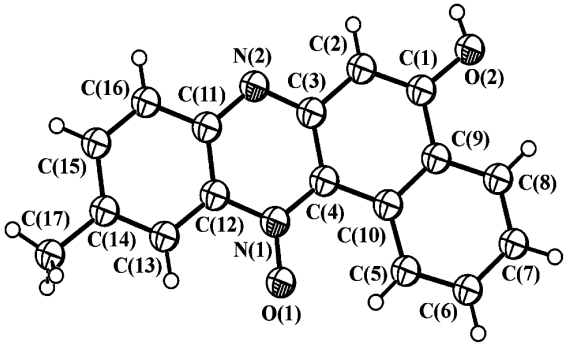
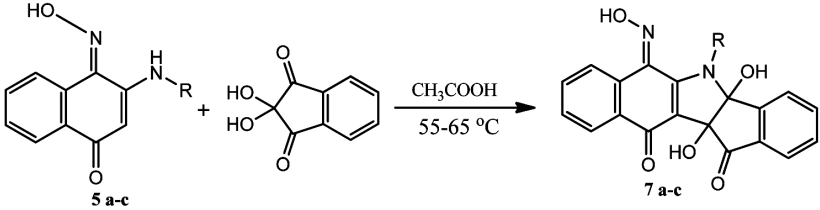


*Рис. Молекулярная структура 5-гидрокси-10-метилбензо[a]феназин-12-оксида (**6b**) по данным РСА*

В то же время еще одним перспективным направлением функционализации 2-ариламино-1,4-нафтохинон-1-оксимов (**5**) представляется их взаимодействие с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом (нингидрином).

Из литературных источников [10; 11] известно, что продукты взаимодействия некоторых енаминов с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом (нингидрином) интересны в плане исследования их биологической активности. В этой связи нами изучена реакция оксимов (**5**) с нингидрином (схема 5):

Схема 5



Согласно данным физико-химических методов анализа продуктами реакции являются производные нафтохинонoксимов, содержащие пиррольный и нингидриновый фрагменты – (*E*)-4b,11b-дигидрокси-6-(гидроксимино)-5-R-4b,5-дигидробензо[*f*]индено[1,2-b]индол-11,12(6*H*,11b*H*)-дионы 7**a-c**.

Так, в ЯМР ^{1}H-спектрах оксимов **5** в области 5.62–5.85 м.д. присутствует синглетный сигнал протона, находящегося в *3* положении нафтохинонового ядра, а в области примерно 13.50 м.д. – синглет протона оксимной группы. В ЯМР ^{1}H-спектрах соответствующих производных **7** наблюдаются сохранение синглетного сигнала протона оксимной группы с химическим сдвигом около 13.1 м.д. и отсутствие соответствующего пика *3* протона нафтохинонового ядра. Кроме того, при 6.3–6.4 и 7.3–7.4 м.д. появляются два синглетных сигнала протонов гидроксильных групп, что подтверждает наличие фрагмента нингидрина в продуктах **7**.

Экспериментальная часть

*Общая методика получения (E)-4-(гидроксиимино)-3-(ариламино)нафто-1(4H)-онов (**5a-e**).* К суспензии 10 ммоль 2-ариламино-1,4-нафтохинона (**1a-e**) в 45 мл EtOH добавили раствор гидроксиламина, приготовленный из 40 ммоль солянокислого гидроксиламина и 42 мл 8%-го раствора NaOH, перемешивали 2 ч при 50–60 °C. Затем охлажденнную до 20–22 °C смесь вылили в 300 г льда с водой, подкисляли 35 мл 8%-й HCl. Полученный продукт темно-

желтого цвета отфильтровали, промыли 250 мл воды, затем 7 мл 40%-го EtOH. Перекристаллизовали из EtOH.

*Общая методика получения 5-гидрокси-10-R-бензо[a] феназин-12-оксидов (**6a-e**).* К суспензии 5 ммоль (*E*)-4-(гидроксиимино)-3-(ариламино)нафто-1(4*H*)-она (**5a-e**) в 25 мл ледяной CH_3COOH добавили 6.5 мл нитрующей смеси, при этом температура реакционной массы повысилась до 40–45 °C. Перемешивали реакционную смесь 40 мин, затем, после охлаждения до 20–22 °C, образующийся бордовый осадок отфильтровали, промыли 400 мл воды, затем 15 мл 40%-го EtOH. Перекристаллизовали из ДМФА.

*Общая методика получения (E)-4b,11b-дигидрокси-6-(гидроксимино)-5-R-4b,5-дигидробензо[f]индено[1,2-b] индол-11,12(6H,11bH)-дионы (**7a-c**).* К суспензии 5 ммоль (*E*)-4-(гидроксиимино)-3-(ариламино)нафто-1(4*H*)-она (**5 a-c**) в 11 мл ледяной CH_3COOH добавили 5 ммоль 2,2-дигидрокси-1,3-индандиона (нингидрина), перемешивали 40 мин при 55–65 °C. После охлаждения до 20–22 °C образующийся желтый осадок отфильтровали, промыли 5 мл EtOH, затем 200 мл воды.

Библиографический список

1. Щекотихин А.Е. Гетероциклические аналоги 5,12-нафтаценхинона. Синтез, свойства, биологическая активность. Germany, Saarbrucken: Lambert Academic Publishing GmbH, 2011. 500 с.
2. Tikhomirov A.S., Shtil A.A., Shchekotikhin A.E. Advances in the Discovery of Anthraquinone-Based Anticancer Agents // Recent Patents on Anti-Cancer Drug Discovery. 2018. Vol. 13. No. 2. P. 159–183.
3. Shtil A.A., Gornostaev L.M., Tsvetkov V.B. [et al.] // Anti-Cancer Agents Med. Chem. 2017. Vol. 17. No. 13. P. 1814–1823.
4. Штиль А.А., Глазунова В.А., Лаврикова Т.И., Халявина Ю.Г., Горностаев Л.М. Пат. 2545091 (2014) РФ. Б. И. 2015. № 9.
5. Горностаев Л.М., Халявина Ю.Г., Лаврикова Т.И., Сташина Г.А., Фирганг С.И., Чернышев В.В. // Изв. АН. Сер. хим. 2014. Т. 63. № 3. С. 739–743.

6. Горностаев Л.М., Лященко Т.А., Арнольд Е.В. // ХГС. 2013. № 12. С. 1972–1978.
7. Goldstein H., Grandjean P. // Helv. chim. Acta. 1943. Vol. 43. No. 9. P. 468–475.
8. Bocharova E.A., Gornostaev L.M., Geets N.V. // Butlerov Communications. 2011. Vol. 26. No. 11. P. 61–69.
9. Титова С.П., Аринич А.К., Горелик М.В. // ЖОрХ. 1986. № 22. С. 1562–1564.
10. Pathak S., Kundu A., Pramanik A. // Tetrahedron Lett. 2011. Vol. 52. P. 5180–5183.
11. Reddy H.R. [et al.] // RSC Adv. 2014. No. 4. P. 29999–30003.

РЕАКЦИЯ (4Е)-2-(R-АМИНО)-4-(ГИДРОКСИИМИНО)-НАФТАЛИН-1(4Н)-ОНОВ С 2,2-ДИГИДРОКСИ-1,3-ИНДАНДИОНОМ

REACTION OF (4E)-2-(R-AMINO)-4-(HYDROXYIMINO)-NAPHTALIN-1 (4H)-ONES WITH 2,2-DIGYDROXY-1,3-INDANDION

Т.А. Руковец, Е.К. Киндякова, А.М. Авлиякулыева, Д.О. Воробьева, О.И. Фоминых, Т.И. Лаврикова
Научный руководитель **Л.М. Горностаев**,
доктор химических наук,
профессор кафедры биологии, химии и экологии
Красноярского государственного педагогического
университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

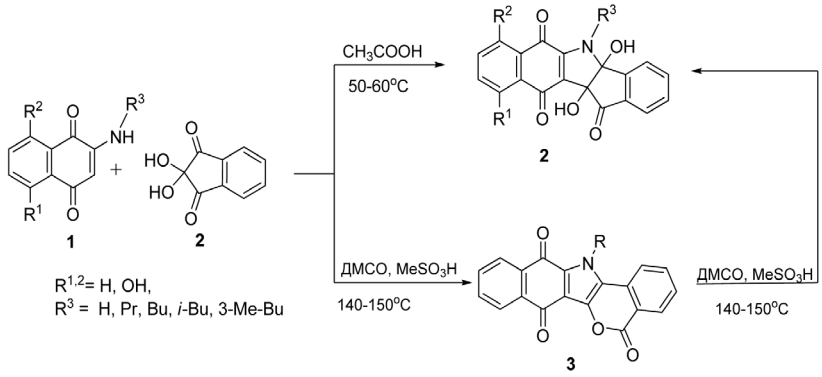
T.A. Rukovets, E.K. Kindyakova, A.M. Avliyakulyeva, D.O. Vorobyova, O.I. Fominykh, T.I. Lavrikova
Scientific adviser **L.M. Gornostaev**,
Doctor of Chemical Sciences,
Professor of the Department of Biology, Chemistry and Ecology,
Krasnoyarsk State Pedagogical University
named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Нафтохиноны, нафтохинооксимы, нингидрин, азотистые гетероциклы. *Реакции (4Е)-2- (R-амино)-4-(гидроксиимино)-нафталин-1(4Н)-онов с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом приводят к новой группе азотистых гетероциклов – 6-R-амино-6b,11b-дигидрокси-5,7-диоксо-5,6b,7,11b-тетрагидроксибензо[g]индено-[1,2-b]индол-12-оксидам. Предложен механизм реакции, полученные продукты пригодны для испытания их биологической активности.*

Naphthoquinones, naphthoquinone oxime, ninhydrin, nitrogen heterocycles. *Reactions of (4E) -2- (R-amino) -4- (hydroxyimino) -naphthalene-1 (4H) -ones with 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione lead to a new group of nitrogenous heterocycles – 6-R- amino-6b, 11b-dihydroxy-5,7-dioxo-5,6b, 7,11b-tetrahydroxybenzo [g] indeno- [1,2-b] indole-12-oxides. A reaction mechanism is proposed; the products obtained are suitable for testing their biological activity.*

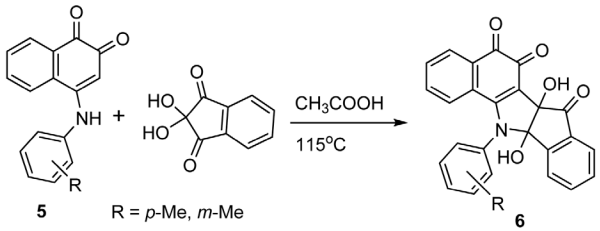
Известно, что 2-R-амино-1,4-нафтохиноны (**1**) реагируют с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом (нингидрином) (**2**) с образованием в зависимости от условий 5-R-4b,11b-дигидрокси-4b,5-дигидробензо[*f*]индено[1,2-*b*]индол-6,11,12(11b*H*)трионов (**3**) или 13-R-бензо[*f*]изохромено[4,3-*b*]индол-5,7,12(13*H*)-трионов (**4**) [1-2] (схема 1).

Схема 1



4-Толиламио-1,2-нафтохиноны (**5**) в мягких условиях реагируют с нингидрином, образуя 6b,11b-дигидрокси-12-толил-11b,12-дигидробензо[g]индено[1,2-b]индол-5,6,7(6bH)-трионы (**6**) [3] (схема 2).

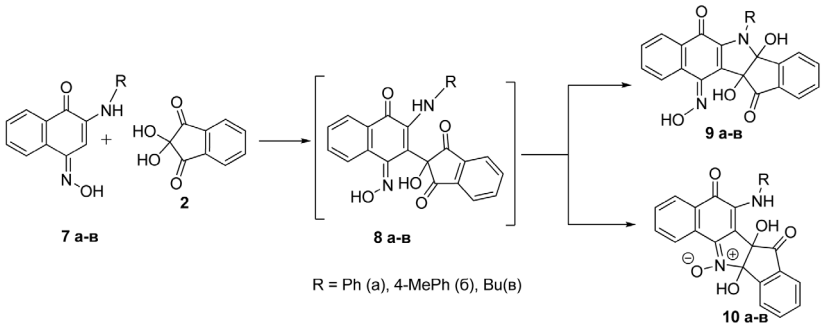
Схема 2



На основе продуктов **1–4** синтезированы вещества, обладающие высокой антипролиферативной активностью [3].

Нами изучена реакция (4E)-2-(R-амино)-4-(гидроксиимино)-нафталин-1(4H)-онов (**7**), полученных известным способом с нингидрином [4]. В оксимах **7** имеются два потенциальных реакционных центра, способных атаковаться молекулой нингидрина. Как известно [5], амины и енамины могут алкилироваться нингидрином с участием атома азота, ортоположением в зависимости от структуры субстрата. На схеме 3 показаны возможные варианты исследуемой реакции.

Схема 3



Судя по данным спектроскопии ЯМР, продуктами реакции оксимов **7** с нингидрином являются 6-R-6b,11b-дигидрокси-5,7-диоксо-5,6b,7,11b-тетрагидробензо[g]индено[1,2-b]индол 12-оксиды (**10 а-в**). Действительно, в спектрах ЯМР ^{1}H продуктов **10 а-в** имеются сигналы протонов, связанных с атомами азота (для вещества **10 а-б** синглет 7.70 м.д.; для **10 в** – триплет 6.02 м.д.) (рисунок 1). Спектры ЯМР ^{13}C N-оксидов **10 а-в** мало отличаются в хиноидной части от исходных оксимов **7 а-в** [4].

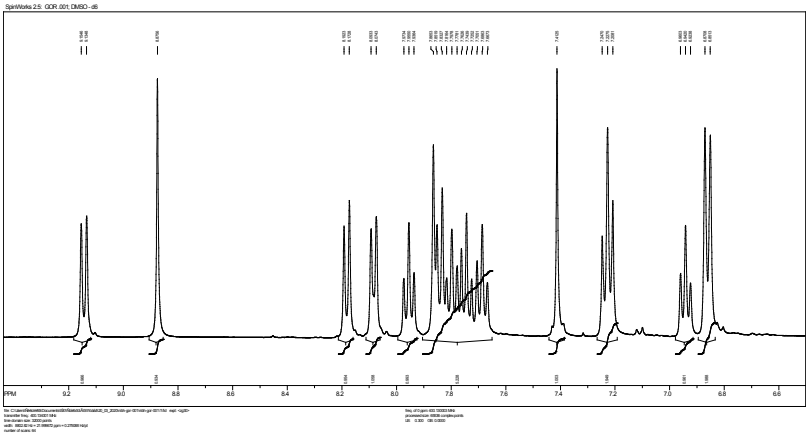


*Рис. 1. Спектр ЯМР ^{1}H продукта 6b,11b-дигидрокси-5,7-диоксо-6-(фениламино)-5,6b,7,11b-тетрагидробензо[g]индено[1,2-b]индол-12-оксида (**10а**)*

Убедительным подтверждением справедливости структур **10 а-в** являются спектры DEPT (рисунок 2), записанные для исследуемых продуктов. Слабопольные сигналы карбонильных групп нингидринового и нафтохиноидного фрагментов находятся в области 197.2–198.2 м.д., а также 178.1–179.4 м.д., соответственно. Слабопольный сигнал углерода, связанного с ониевым атомом азота, смещен в слабое поле (147.18 м.д.) по сравнению с исходными оксимами (145.5 м.д.).

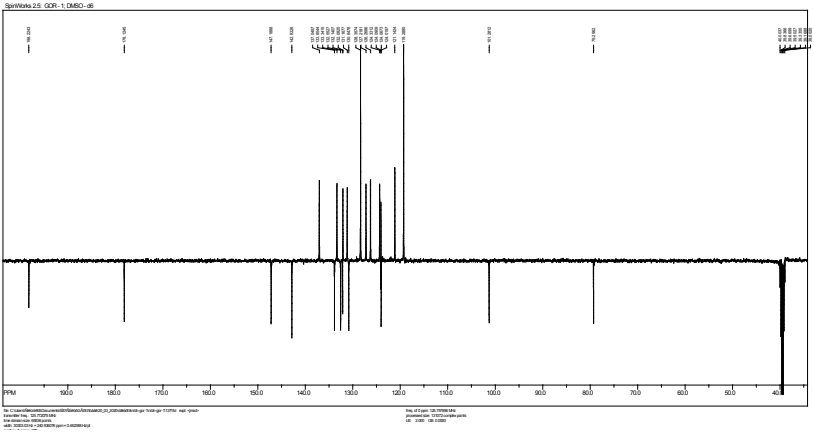


*Рис. 2. Спектр ЯМР ^{13}C –DEPT продукта 6b,11b-дигидрокси-5,7-диоксо-6-(фениламино)-5,6b,7,11b-тетрагидробензо[g]индено[1,2-b] индол-12-оксида (**10а**)*

В УФ-спектрах полученных веществ длинноволновые максимумы поглощения находятся при 500 нм и интерпретируются как полоса переноса заряда между R-аминогруппой и N-оксидным фрагментом. Выходы полученных 6-R-амино-6b,11b-дигидрокси-5,7-диоксо-5,6b,7,11b-тетрагидроксибензо[g]индено-[1,2-b]индол-12-оксидов (**10 а-в**) составляют 82–86 %.

Полагаем, что полученные новые продукты могут исследоваться на предмет их биологической (противоопухолевой) активности.

Общая методика получения 6-R-амино-6b,11b-дигидрокси-5,7-диоксо-5,6b,7,11b-тетрагидроксибензо[g] индено-[1,2-b]индол-12-оксидов(**10 а-в**). 0.005 моль оксимов **7 а-в** нагревали при перемешивании в 30 мл уксусной кислоты при 100–105°С в течение 2 часов с 0.89 г (0.005 моль) нингидрина. Ход реакции контролировали методом ТСХ. Затем к охлажденному до 50°С раствору прибавляли

70–80 мл воды. Охлаждали при перемешивании до 5°С, выпавший осадок темно-красного цвета отфильтровывали, промывали водой (100 мл), 50%-ым этанолом (20 мл), чистым этанолом (10 мл).

Библиографический список

1. Горностаев Л.М., Фоминых О.И., Лаврикова Т.И., Халявина Ю.Г., Гатилов Ю.В., Сташина Г.А. Особенности взаимодействия 2-амино-1,4-нафтохинонов с 2,2-дигидрокси-1Н-инден-1,3(2Н)-дионом // ЖОрХ, 2019. Т. 11. № 1. С. 1751–1761.
2. Горностаев Л.М., Халявина Ю.Г., Кузнецова А.С., Фоминых О.И., Тропина Д.А., Мурашова Е.В., Замилацков И.А., Чернышев В.В Синтез 13-алкилбензо[f]изохромено[4,3-b]индол-5,7,12(13Н)-трионов реакцией 2-алкиламино-1,4-нафтохинонов с нингидрином // ЖОрХ, 2016. Т. 52. № 1. С. 80–86.
3. Горностаев Л.М., Фоминых О.И., Руковец Т.А., Лаврикова Т.И., Халявина Ю.Г., Штиль А.А., Шунаев А.В., Дунаев С.Ф., Мурашова Е.В., Чернышев В.В. Синтез 6b,11b-дигидрокси-12-толил-11b,12-дигидробензо[g]индено[1,2-b]индол-5,6,7(6bН)-трионов и 2-(3-гидрокси-4,9-диоксо-4,9-дигидро-1Н-бензо[f]индол-2-ил)бензамидов, их структура и антипролиферативная активность // ХГС, 2020. Т. 56 (1). С. 47–54.
4. Горностаев Л.М., Руковец Т.А., Арнольд Е.В., Халявина Ю.Г., Гатилов Ю.В. Оксимирование 2-R1-амино-4-R2-иминонафталин-1(4Н)-онов // Журн. орг. химии, 2018. Т. 54. № 1. С. 78–86.
5. Bullington, J.l. Dodd J.H. Synthesis of Tetrahydroindeno[1,2-b] indol-10-ones and Treir Rearragement to [2]Benzopyrano[3,4-b] indol-5-one // J. Org. Chem., 1993. Vol. 58. P. 4833–4836.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ФЕРРИТА НИКЕЛЯ
OPTIMIZATION OF CONDITIONS OF SYNTHESIS OF NANOSIZED PARTICLES OF NICKEL FERRITE

Д.И. Сайкова
Научный руководитель **С.В. Сайкова**,
доктор химических наук,
профессор кафедры физической и неорганической химии
Сибирского федерального университета, г. Красноярск

D.I. Saykova
Scientific adviser **S.V. Saykova**,
Doctor of Chemical Sciences,
Professor of the Department of Physical
and Inorganic Chemistry,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Наночастицы, феррит никеля, магнитные материалы, рентгенофазовый анализ, щелочное соосаждение.
Проведен синтез наночастиц феррита никеля методом химического соосаждения из солей железа (II), никеля (II); исследовано влияние условий синтеза на формирование наноразмерных частиц $NiFe_2O_4$, определены оптимальные параметры данного процесса. Полученные продукты исследованы методами фотонно-корреляционной спектроскопии, рентгенофазового анализа.

Nanoparticles, nickel ferrite, magnetic materials, X-ray phase analysis, alkaline coprecipitation.
The synthesis of nickel ferrite nanoparticles by coprecipitation method from salts of iron (II), nickel (II) was carried out; the optimal conditions for this process were determined. The products obtained were investigated by photon-correlation spectroscopy, X-ray phase analysis.

Феррит никеля является востребованным магнитным материалом, который находит широкое применение в радиоэлектронике и вычислительной технике. Наночасти-

цы (нч) $NiFe_2O_4$ считаются перспективными материалами для создания высокоплотных носителей информации, газовых датчиков, а также в различных приборах СВЧ и коммутирующих устройствах. Кроме того, наночастицы феррита никеля используют для получения ферромагнитных жидкостей, катализаторов и средств доставки медицинских препаратов [1].

Перспективным направлением использования феррита никеля является также терапия онкологических заболеваний [1]. Благодаря наличию магнитных свойств возможно инкорпорирование магнитных жидкостей в опухолевые ткани, где последующее воздействие высокочастотным магнитным полем приводит к локальному разогреву и уничтожению раковых клеток (так называемая гипертермия). Однако для этого процесса требуется, чтобы размер используемых частиц был не более 50 нм. Целью данной работы является математическое моделирование и определение оптимальных условий синтеза наноразмерных частиц феррита никеля методом дробного факторного эксперимента.

Поиск оптимальных условий синтеза наноразмерных частиц феррита никеля проводили с использованием метода математического планирования и обработки результатов дробного факторного эксперимента ДФЭ 2^{7-4} (1/16 реплики полного факторного эксперимента).

При реализации дробно-факторного эксперимента провели три серии опытов, по результатам которых определили средние значения частных откликов (Y_i), оценили ошибку воспроизводимости каждого опыта, рассчитали коэффициенты уравнения регрессии (b_i), порог значимости коэффициентов регрессии (Db) [2].

В рамках исследования были построены две математические модели: в качестве целевой функции (Y_i) первой модели выбрали гидродинамический диаметр частиц феррита

никеля (d, нм), найденный методом фотонно-корреляционной спектроскопии, в качестве целевой функции второй модели выступала чистота фазы образца феррита никеля, определенная методом РФА.

В качестве независимых переменных выбрали следующие факторы, уровни варьирования которых приведены в таблице:

X_1 – время осаждения, мин;

X_2 – наличие продува воздухом;

X_3 –$n(NaOH)/n(Ni^{2+} + Fe^{2+})$;

X_4 – температура синтеза, ºС;

X_5 – концентрация NaOH, М;

X_6 – наличие H_2O_2;

X_7 – концентрации $NiSO_4$, $FeSO_4$, М.

В результате эксперимента получили две математические модели. Первая модель описывает зависимость гидродинамического диаметра частиц от исследованных факторов:

$$d = 863 – 44x_1 – 99x_2 – 142x_3 – 191x_4 – 35x_6 – 202x_7.$$

Вторая модель характеризует зависимость чистоты фазы от условий синтеза:

$$p = 93 – 2x_1 – 4x_2 – 4x_4 – 2x_6 + 3x_7.$$

На основании полученных моделей определили оптимальные условия синтеза наночастиц феррита никеля: время осаждения – 5 мин; $n(NaOH)/n(Ni^{2+} + Fe^{2+}) = 2,4$; температура синтеза = 25 ºС; C(NaOH) = 1 М; добавление H_2O_2, $C(NiSO_4, FeSO_4) = 0,4$ М.

По данным рентгенофазового анализа, образец лучшего опыта плана представляет чистую фазу феррита никеля (рисунок (а)), его частицы имеют гидродинамический диаметр 720 нм, а размер, рассчитанный по формуле Дебая-Шеррера, составляет 39,9 нм.

Таблица

Значения независимых переменных

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Верхний уровень варьирования	20 мин	Есть	4,0	80 ˚С	4 М	Нет	0,8 М
Нижний уровень варьирования	5 мин	Нет	2,4	25 ˚С	1 М	Есть	0,4 М

По результатам просвечивающей электронной микроскопии (рисунок (б)) получены частицы размером 25-30 нм.

В найденных нами оптимальных условиях получены НЧ феррита никеля размером 25–30 нм, что соответствует размерам, необходимым для терапии онкологических заболеваний.

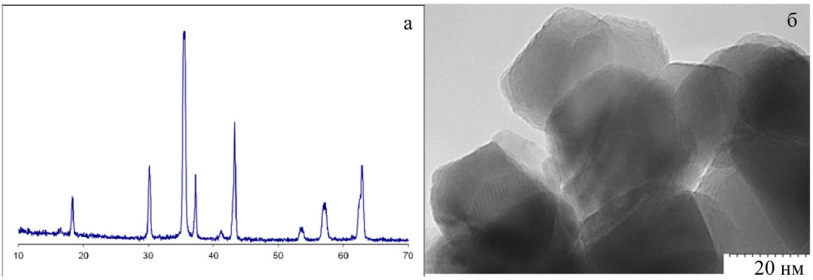


Рис. а) Рентгенограмма,
б) микрофотография полученного образца

Библиографический список

1. Белов К.П., Зайцева М.А. Новые магнитные материалы – феррит-гранаты // Успехи физических наук. 1058. Т. 66. № 1. С. 141–144.
2. Трофимова Т.В., Сайкова С.В., Сайкова Д.И., Чистяков Д.И. Синтез наночастиц золота, обладающих анизотропией оптических свойств // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: химия. 2016. Т. 9. № 4.

СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ NiO/CeO_2 НАНОСТРУКТУР

SYNTHESIS, STUDY OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF NiO/CeO_2 NANOSTRUCTURES

А.А. Скорикова
Научный руководитель **Е.И. Исаева**,
кандидат химических наук,
доцент кафедры неорганической химии
Российского государственного педагогического
университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

A.A. Skorikova
Scientific adviser **E.I. Isaeva,**
PhD of Chemistry, Associate Professor of the Department
of Inorganic Chemistry, Herzen State Pedagogical
University of Russia, St-Petersburg

Наночастицы оксида никеля(II) и оксида церия(IV), гетероструктуры NiO/CeO_2, темплатный синтез, термический синтез.
В данной работе предложен метод синтеза волокнистых гетероструктур NiO/CeO_2 термическим разложением нитратов церия(III) и никеля (II) с использованием целлюлозы в качестве темплата. Исследован фазовый состав и кристаллическая структура полученных нанокомпозитов методом рентгенодифракционного анализа, состав образцов до и после отжига при различных температурах – методом ИК-Фурье спектроскопии, морфология образцов – методом растровой электронной микроскопии. Показано, что при совместном термолизе нитратов церия(III) и никеля (II) на целлюлозе формируются отдельные кристаллические фазы оксида никеля(II) и оксида церия(IV), причем степень кристалличности образцов и размер наночастиц определяются температурой и временем отжига.

Nanoparticles of Nickel(II) oxide and cerium(IV) oxide, NiO/CeO_2 heterostructures, template synthesis, thermal synthesis.
In this paper, we propose a method for the synthesis of NiO/CeO_2 fibrous heterostructures by thermal decomposition of cerium (III) and nickel (II)

nitrates using cellulose as a template. The phase composition and crystal structure of the obtained nanocomposites were studied by X-ray diffraction analysis, and the composition of the samples before and after annealing at various temperatures was studied by IR Fourier spectroscopy. It was shown that during the combined thermolysis of cerium (III) nitrates and nickel (II), separate crystalline phases of nickel (II) oxide and cerium (IV) oxide are formed on cellulose, with the degree of crystallinity of the samples and the size of the nanoparticles being determined by the temperature and annealing time.

Наноматериалы на основе оксида церия(IV) находят широкое применение в различных областях науки и техники: катализе, оптике, медицине [1–4]. Важным фактором активного использования наночастиц оксида церия (IV) является его низкая токсичность, долгосрочная стабильность, кислородная нестехиометрия и биологическая инертность [5].

Модификация наночастиц оксида церия(IV) различными металлами и их оксидами позволяет управлять функциональными свойствами катализатора, например, способствует увеличению его каталитической активности, термической устойчивости, а также существенно продлевает срок службы. Катализаторы на основе никеля вследствие его высокой активности и низкой цены часто используются для риформинга биогаза и биоэтанола, однако они относительно быстро дезактивируются. Нанесение никелевого катализатора на носитель из оксида церия (IV) обеспечивает активацию кислорода в процессе риформинга, а также способствует окислению углеродистых отложений, увеличивая тем самым эффективность катализатора [6]. Также нанокомпозиты на основе гетероструктур NiO/CeO_2 применяются в качестве катализаторов селективного восстановления оксида азота (II) [7], используются для обнаружения 4-нитрофенола [8] в реакциях автотермического риформинга этанола и пароуглекислой конверсии метана [9]. В связи с этим актуальной задачей является разработка методик синтеза нано-

композитов на основе оксидов церия (IV) и никеля (II), а также исследование их каталитической активности.

Наночастицы диоксида церия были получены из $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ (ч.д.а) и $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (ч.д.а) темплатным методом синтеза с использованием целлюлозы (фильтры обеззоленные “Белая лента”). Для этого образцы целлюлозы помещали в водный раствор, содержащий равные объёмы 0,1М растворов $Ce(NO_3)_3$ и $Ni(NO_3)_2$, выдерживали в течение 30 минут, после чего сушили в предварительно нагретом до 80°С сушильном шкафу. Модифицированную нитратом церия (III) и никеля (II) целлюлозу отжигали в муфельной печи на воздухе в течение 60, 120, 180, 240 минут. Температуру отжига варьировали от 500 до 700°С.

Показано, что независимо от температуры и времени прокаливания на рентгенограммах образцов наблюдаются дифракционные пики при 28,6° (111), 33,1° (200), 47,5 (220), 56,3° (311), 59,1° (222), что соответствует наличию CeO_2 с кубической структурой флюорита. Три пика, наблюдаемые при 37,2° (111), 43,3° (200) и 63,04 ° (220) в нанокомпозите, соответствуют гранецентрированной кубической фазе NiO. Других фаз обнаружено не было, что свидетельствует о высокой чистоте продукта.

Исходя из рентгенограмм образцов, были рассчитаны размеры кристаллитов, которые приведены в таблице.

Таблица

Средние размеры кристаллитов CeO_2 и NiO в зависимости от температуры прокаливания

(продолжительность прокаливания – 120 минут)

Температура, °С	$D_{ср}$, нм	
	CeO_2	NiO
500	10	12
600	13	14
700	15	22,7

Как видно из таблицы, увеличение температуры отжига приводит к увеличению размеров кристаллитов как CeO_2, так и NiO.

Вследствие формирования кристаллитов наименьшего размера при температуре 500°С были проведены эксперименты по исследованию влияния продолжительности прокаливания на размер частиц и степень их кристалличности. Показано, что увеличение продолжительности кальцинации от 60 до 240 минут приводит к увеличению размера частиц CeO_2 от 10 до 14 нм, частиц NiO – от 13 до 17 нм, причем степень кристалличности образцов повышается от 20 до 28,5%.

Результаты исследования образцов NiO/CeO_2 методом ИК спектроскопии показали, что при термической обработке образцов при температуре 700 °С в течение 120 минут и при 500 °С в течение 240 минут наблюдается исчезновение полос при 741; 814; 896; 1112; 1203; 1467 $см^{-1}$, а также полос в диапазоне 2500–2900 $см^{-1}$, связанное с полным сгоранием целлюлозы при прокаливании. При температуре 500 °С (время прокаливания 60–180 минут) наблюдаются полосы поглощения с пониженной интенсивностью 850; 954; 1539 $см^{-1}$, что может свидетельствовать о неполном сгорании целлюлозы. Также независимо от температуры отжига происходит уменьшение интенсивности полос при 1629 $см^{-1}$ относимых деформационным колебаниям связанной H_2O и полос 3430$см^{-1}$, соответствующим колебаниям адсорбированной воды и валентным колебаниям связанных ОН-групп.

Данные растровой микроскопии показали, что кальцинация образцов, содержащих $Ce(NO_3)_3$ и $Ni(NO_3)_2$ на целлюлозе при температуре 700 °С, приводит к формированию волокнистых структур, повторяющих форму нитей целлюлозы. Диаметр таких структур находится в пределах от 7 до 3 мкм.

Библиографический список

1. Padmanathan N., Selladurai S. Electrochemical capacitance of porous NiO–CeO_2 binary oxide synthesized via sol–gel technique for supercapacitor // Ionics. 2014. V. 20. №. 3. C. 409–420.
2. Щелкунова Т.О., Гиль Д.О., Иванова О.С., Иванов В.К., Третьяков Ю.Д. Синтез, биологическая и фотокаталитическая активность золей диоксида церия, стабилизированных цитратионом // Наносистемы: физика, химия, математика. 2013. Т 4. С. 83–89.
3. Иванов В.К., Щербаков А.Б., Баранчиков А.Е., Козик В.В. Нанокристаллический диоксид церия: свойства, получение, применение // Изд. Томского университета. 2013.
4. Padmanathan N., Selladurai S. Electrochemical capacitance of porous NiO–CeO_2 binary oxide synthesized via sol–gel technique for supercapacitor // Ionics. 2014. V. 20. №. 3. P. 409–420.
5. Rzigalinski B. A. Nanoparticles and cell longevity // Technology in cancer research and treatment. 2005. V. 4. №. 6. P. 651–659.
6. Матус Е.В., Шляхтина А.С., Сухова О.Б., Исмагилов И.З., Ушаков В.А., Яшник С.А., Никитин А.П., Bharali P., Керженцев М.А., Исмагилов З.Р. Влияние метода приготовления на физико-химические и функциональные свойства Ni/CeO_2-катализаторов // Кинетика и катализ. 2019. Т. 60. № 2. С. 245–255.
7. Maitarad P. et al. Structure–activity relationships of NiO on CeO_2 nanorods for the selective catalytic reduction of NO with NH_3: experimental and DFT studies // The Journal of Physical Chemistry C. 2014. V. 118. №. 18. P. 9612–9620.
8. Ahmad N. et al. Synthesis of NiO–CeO_2 nanocomposite for electrochemical sensing of perilous 4-nitrophenol // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 2019. V. 30. №. 19. P. 17643–17653.
9. Hydrogen production through hydrocarbon fuel reforming processes over Ni-based catalysts / Z.R. Ismagilov, E.V. Matus, I.Z. Ismagilov, O.B. Sukhova, S.A. Yashnik, V.A. Ushakov, M.A. Kerzhentsev // Catalysis Today. 2019. V. 323. P. 166–182.

СИНТЕЗ 4-[(АЛКИЛТИО)МЕТИЛ]-2,6-ДИЭТИЛФЕНОЛОВ
SYNTHESIS OF 4-[(ALKYLTHIO)METHYL]-2,6-DIETHYLPHENOLS

А.С. Хомченко, А.И. Дмитриев
Кафедра химии института естественных и социально-экономических наук Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск

A.S. Khomchenko, A.I. Dmitriev
Department of Chemistry, Institute of Natural and Socio-Economic Sciences, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk

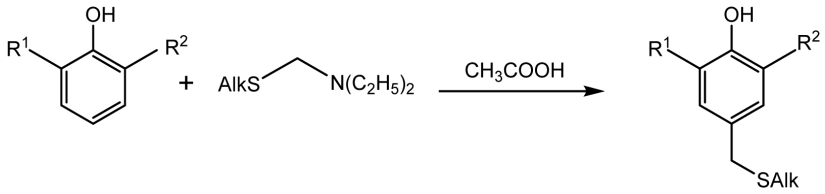
Антиоксиданты, серосодержащие производные фенолов, (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфиды, алкилтиометилфенолы, 2,6-диэтилфенол.
В статье рассмотрены вопросы синтеза алкилтиометилфенолов на основе 2,6-диэтилфенола, с вариацией алкильных заместителей в пара-алкилтилметильном фрагменте фенольного кольца. Целевые продукты получены по реакциям алкилтиометилирования 2,6-диэтилфенола с (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфидами.

Antioxidants, sulfur-containing derivatives of phenols, (N,N-diethylaminomethyl)alkylsulfides, alkylthiomethylphenols, 2,6-diethylphenol.
The article deals with the synthesis of alkylthiomethylphenols based on 2,6-diethylphenol with a variation of alkyl substituent in the para-alkylthilmethyl fragment of a phenol ring. The main products were obtained by alkylthiomethylation of 2,6-diethylphenol with (N,N-diethylaminomethyl) alkyl sulfides.

В НИИ химии антиоксидантов Новосибирского государственного педагогического университета был осуществлен синтез большого количества серосодержащих

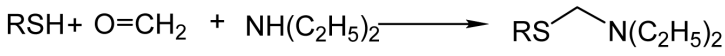
производных фенолов и проведено исследование их антиоксидантной активности в различных модельных системах. В результате показано, что при окислении предельных углеводородных субстратов замена *трет*-бутильных *орто*-заместителей на метильные группы способствует росту ингибирующей активности. В то же время в последние годы ведётся интенсивное изучение алкилтиометильных производных одноатомных и многоатомных фенолов. Как было установлено, многие алкилтиометилфенолы проявляют высокую антиоксидантную активность на непредельных субстратах. Интерес к таким соединениям возрастает, таким образом, важно было синтезировать алкилтиометилфенолы на основе 2,6-диэтилфенола, структурных аналогов ранее полученных соединений. На кафедре химии НГПУ был показан высокоэффективный способ получения алкилтиометилфенолов взаимодействием фенолов в кислой среде с (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфидами [1] (схема 1).

Схема 1



Нами была проведена апробация этого способа синтеза для получения запланированных соединений на основе 2,6-диэтилфенола. Необходимые нам для получения целевых алкилтиометилфенолов (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфиды получили взаимодействием соответствующих тиолов с параформом и диэтиламином, реакция протекает в мягких условиях с хорошим выходом (схема 2).

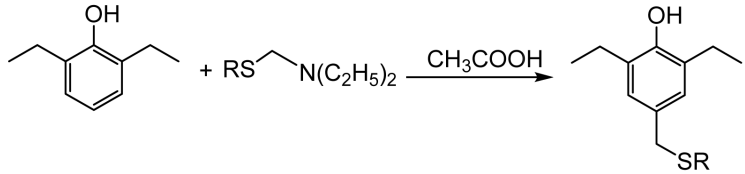
Схема 2



R = C_4H_9; C_8H_{17}; $C_{12}H_{25}$; $C_{18}H_{37}$

Далее по реакции алкилтиометилирования 2,6-диэтилфенола с (N,N-диэтиламинометил)алкилсульфидами получены целевые продукты. Алкилтиометилфенолы очищали перекристаллизацией из этанола, выходы составили 82–84% (схема 3).

Схема 3



R = C_4H_9; C_8H_{17}; $C_{12}H_{25}$; $C_{18}H_{37}$

Библиографический список

1. Bugaev I.M., Prosenko A.E. // Izv. A.N., Ser. him. (Russ. Chem. Bull.). 2010. Vol. 4. P. 843–844.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ 2-АРИЛАМИНО-1,4-НАФТОХИНОНОВ

INVESTIGATION OF ACID-BASE PROPERTIES OF 2-ARYLAMINO-1,4-NAPHTHOQUINONES

А.С. Чернигова
Научный руководитель **Ю.Г. Халявина**,
кандидат химических наук,
доцент кафедры биологии, химии и экологии
Красноярского государственного педагогического
университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

A.S. Chernigova
Scientific adviser **Yu.G. Khalyavina –**
PhD of Chemistry,
Department of Biology, Chemistry and Ecology,
Krasnoyarsk State Pedagogical University
named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

2-Ариламино-1,4-нафтохиноны, кислотно-основные свойства, протонировние, электронные спектры поглощения.
В статье приведены результаты исследования кислотно-основных свойств 2-ариламино-1,4-нафтохинонов спектрофотометрическим методом. Анализ электронных спектров поглощения показал, что 2-ариламино-1,4-нафтохиноны обладают выраженными основными свойствами и в растворах серной кислоты подвергаются протонированию.

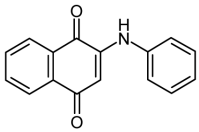
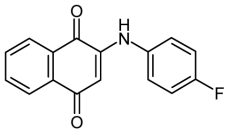
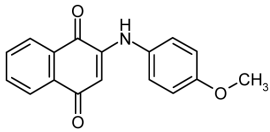
2-Arylamino-1,4-naphthoquinones, acid-base properties, protonation, electronic absorption spectra.
The article presents the results of the investigation of the acid-base properties of 2-arylamino-1,4-naphthoquinones by the spectrophotometric method. An analysis of electronic absorption spectra showed that 2-arylamino-1,4-naphthoquinones possess pronounced basic properties and are protonated in sulfuric acid solutions.

Природные нафтохиноны представляют большую группу биологически активных веществ, которые встречаются в высших растениях, лишайниках, грибах, бактериях и беспозвоночных животных. Большинство из них имеют яркую окраску, благодаря которой пигменты и сырьё, их содержащее, издавна используются различными народами для окраски шерсти, шёлка и кожи. 1,4-Нафтохиноны являются важными молекулярными соединениями и привлекают внимание в последние годы из-за их уникальных окислительно-восстановительных свойств. Особенно интересны те, которые имеют различные гетероатомные заместители в положении 2 [1].

Для исследования кислотно-основных свойств нами были взяты следующие представители 2-ариламино-1,4-нафтохинонов (**1-3**), синтезированные по известной методике [2] (табл. 1).

Таблица 1

Формулы 2-ариламино-1,4-нафтохинонов (1-3)

		
2-Анилино-1,4-нафтохинон (**1**) $C_{16}H_{11}NO_2$ M = 249,27 г/моль	2-(4-Фторанилино)-1,4-нафтохинон (**2**) $C_{16}H_{10}FNO_2$ M = 267,26 г/моль	2-(4-Метоксианилино)-1,4-нафтохинон (**3**) $C_{17}H_{13}NO_3$ M = 279,30 г/моль

Для каждого из полученных веществ была записана серия электронных спектров поглощения на приборе Thermo Evolution 300 с толщиной кюветы 10 мм при концентрации растворов $C = 1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Исходные растворы готовили, растворяя определенную навеску вещества в колбе с 10 мл N,N-диметилформамида (ДМФА). При этом получались растворы с концентрацией $C = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Затем проводили разбавление исходного раствора в 100 раз для достижения спектральной концентрации. В качестве растворителей использовали ДМФА и водные растворы серной кислоты различных концентраций (1M, 2M, 3M, 4M, 6M, 8M). Указанные растворы готовили на основе концентрированной серной кислоты (ρ = 1,1830 г/мл) методом разбавления. Полученные максимумы поглощения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Максимумы ЭСП 2-ариламино-1,4-нафтохинонов (1-3) в ДМФА и растворах серной кислоты различных концентраций

Соединение	Растворитель	$\lambda_{max,}$ нм (lg Ɛ)
1	ДМФА	272 (4.37), 468 (3.62)
1	1М H_2SO_4	274 (3.89), 490 (3.29)
1	2М H_2SO_4	273 (3.87), 491 (3.13)
1	3М H_2SO_4	270 (4.00), 494 (3.40)
1	4М H_2SO_4	267 (4.25), 340 (3.61), 499 (3.66)
1	6М H_2SO_4	267 (4.17), 352 (3.47), 503 (3.62)
1	8М H_2SO_4	267 (4.26), 360 (3.56), 504 (3.73)
2	ДМФА	272 (4.37), 464 (3.62)
2	1М H_2SO_4	271 (3.77), 505 (3.31)
2	2М H_2SO_4	264 (3.56), 503 (3.10)
2	3М H_2SO_4	265 (3.70), 351 (3.38), 509 (3.16)
2	4М H_2SO_4	267 (4.03), 352 (3.48), 503 (3.42)
2	6М H_2SO_4	267 (4.20), 353 (3.60), 504 (3.66)
2	8М H_2SO_4	266 (4.27), 356 (3.55), 503 (3.75)
3	ДМФА	275 (4.23), 481 (3.45)
3	1М H_2SO_4	274 (3.78), 509 (3.19)
3	2М H_2SO_4	264 (3.84), 514 (3.24)
3	3М H_2SO_4	266 (3.86), 521 (3.31)
3	4М H_2SO_4	266 (4.11), 366 (3.33), 525 (3.67)
3	6М H_2SO_4	266 (4,10), 369 (3,40), 531 (3,78)
3	8М H_2SO_4	266 (4,23), 371 (3,46), 532 (383)

Анализ электронных спектров поглощения 2-анилино-1,4-нафтохинона (**1**) (рис. 1) показывает, что с увеличением молярной концентрации серной кислоты наблюдается рост интенсивности поглощения в видимой области спектра. Кроме того, при сравнении ЭСП в ДМФА и сернокислых растворах в видимой области заметен батохромный сдвиг максимума поглощения (~ 35 нм).

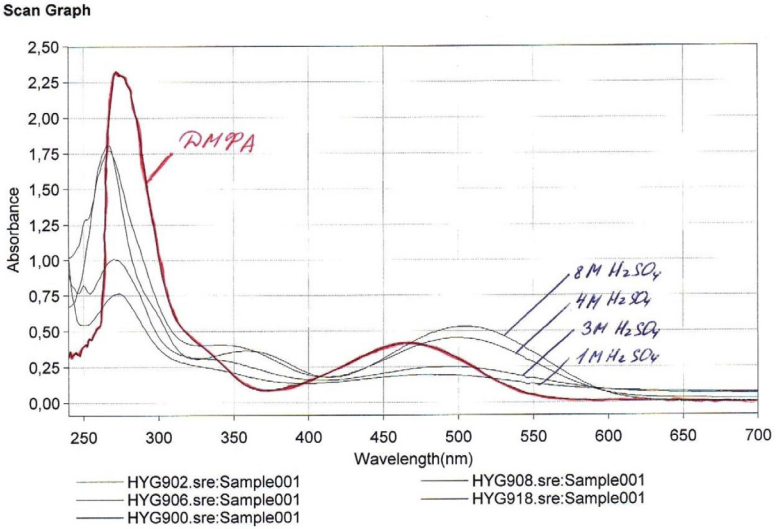


*Рис. 1. ЭСП 2-анилино-1,4-нафтохинона (**1**) в ДМФА и растворах серной кислоты различной кислотности (1М, 3М, 4М, 8М)*

Анализ электронных спектров поглощения 2-(4-фторанилино)- 1,4-нафтохинона (**2**) (рис. 2) и 2-(4-метоксианилино)-1,4-нафтохинона (**3**) (рис. 3) показывает, что в видимой области спектра также наблюдается рост интенсивности поглощения с увеличением концентрации серной кислоты. При этом наибольший батохромный сдвиг максимума поглощения в видимой области при подкислении раствора наблюдается в случае 2-(4-метоксианилино)-1,4-нафтохинона (**3**) (~ 50 нм).

Таким образом, в серии спектров веществ **1–3** наблюдается общая тенденция – батохромный сдвиг максимумов поглощения в видимой области спектра, наблюдаемый при переходе от растворов в ДМФА к сернокислым растворам. Это может объясняться изменением хромофорной системы молекул 2-ариламино-1,4-нафтохинонов (**1–3**) в нейтральной и ионизированной форме.

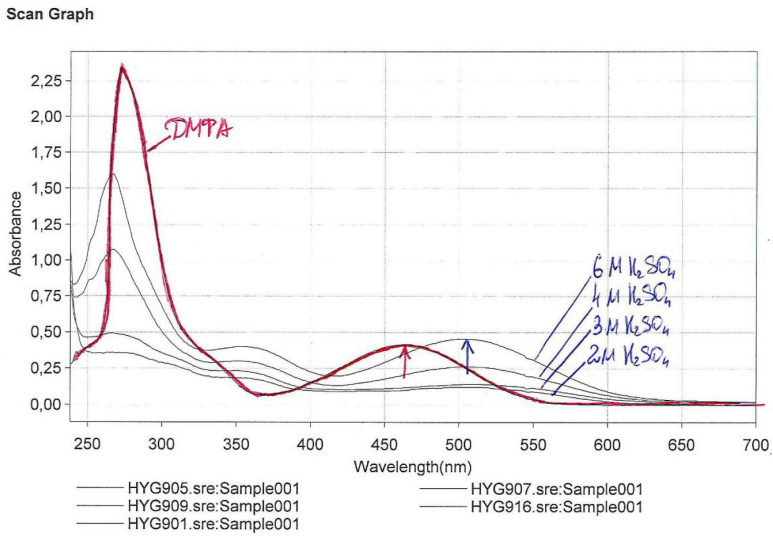


*Рис. 2. ЭСП 2-(4-фторанилино)-1,4-нафтохинона (**2**) в ДМФА и растворах серной кислоты различной кислотности (2М, 3М, 4М, 6М)*

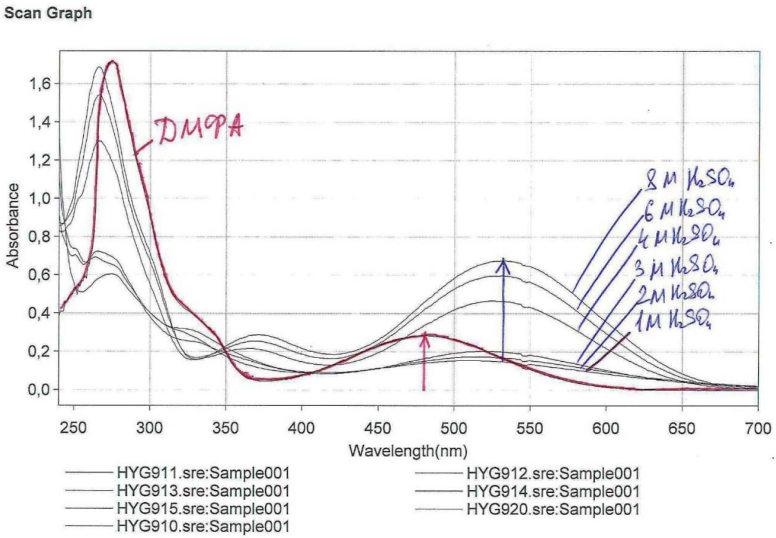
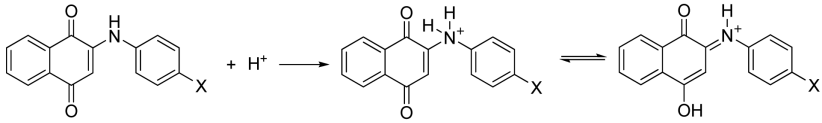


*Рис. 3. ЭСП 2-(4-метоксианилино)-1,4-нафтохинона (**3**) в ДМФА и растворах серной кислоты различной кислотности (1М, 2М, 3М, 4М, 6М, 8М)*

Изменение хромофорной системы может быть связано с таутомерным превращением ионизированной формы веществ **1–3**, которое сопровождается переносом протона с аминогруппы на кетогруппу (схема 1).

Схема 1



X = H, F, OCH_3

Исследование спектров поглощения 2-ариламино-1,4-нафтохинонов (**1-3**) в сильнокислых растворах свидетельствует о наличии выраженных основных свойств у исследуемых веществ и способности к протонированию в сернокислых растворах. Кроме того, сравнение ЭСП веществ **1**, **2** и **3** при одинаковых концентрациях серной кислоты показало, что наличие акцепторных групп (F, OCH_3) в положении 4 фенильного кольца смещает равновесие реакции протонирования в обратную сторону, т.е. основные свойства ослабевают.

Библиографический список

1. Горностаев Л.М. Прикладная химия хинонов и хиноидных соединений: монография. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2016. 114 с.
2. Горностаев Л.М., Халявина Ю.Г., Лаврикова Т.И., Сташина Г.А., Фирганг С.И., Чернышев В.В. Циклизация 2-ариламино-1,4-нафтохинонов в бензо[*b*]феназин-6,11-дион-5-оксиды // Известия академии наук. Серия химическая. 2014. Т. 63. № 3. С. 739–743.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНА В ОВОЩАХ И ФРУКТАХ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
CAROTIN CONTENT ANALYSIS IN VEGETABLES AND FRUITS OF DIFFERENT PRODUCERS

А.Р. Ястребова
Научный руководитель **Н.С. Кузнецова**,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры химии Забайкальского
государственного университета, г. Чита

A.R. Yastrebova
Scientific adviser **N.S. Kuznetsova**,
PhD in Biological sciences,
Associate Professor of the Department of Chemistry,
Transbaikal State University, Chita

Каротин, количественный химический анализ, овощи, фрукты.
Изучено содержание каротина в овощах и фруктах, представленных на рынке города Читы. Показано, что наибольшее содержание данного вещества присутствует в свежевыжатых соках тыквы и моркови, выращенных на собственном дачном участке в поселке Атамановка Читинского района.

Carotene, quantitative chemical analysis, vegetables, fruits.
The carotene content of vegetables and fruits on the market of the city of Chita was studied. It is shown that the highest content of this substance in freshly squeezed pumpkin and carrot juices grown in their own summer cottage in the village of Atamanovka, Chita district.

Как известно, для нормальной жизнедеятельности человек с пищей должен получать витамины. Витамины – это низкомолекулярные органические соединения различной химической природы и различного строения, синтезируемые растениями, микроорганизмами (для человека – незаменимые пищевые факторы) [1].

Одним из таких веществ является витамин А и его предшественник – бета-каротин. β-Каротин (провитамин А) – это вещество растительного происхождения, которое в организме человека преобразуется в витамин А – ретинол. Провитамин А необходим человеку, чтобы поддерживать работу сердечно-сосудистой системы, укреплять костные ткани и стенки сосудов, повышать упругость кожи, снижать уровень холестерина в крови, улучшать структуру волос, ногтей и зубной эмали, осуществлять зрительную функцию, поддерживать иммунитет, активировать обновление клеток [2; 3].

В процессе хранения продуктов питания, а также в зависимости от условий выращивания растений количество каротина может существенно снижаться [3; 4]. Поэтому для составления правильного рациона питания необходимы сведения о содержании данного биологически активного вещества в продуктах, доступных каждому потребителю.

Цель работы – исследование содержания каротина в соках овощей и фруктов, представленных на рынке города Читы.

Для достижения цели последовательно выполнялись следующие *задачи:* 1) пробоподготовка исследуемых продуктов; 2) изучение содержания каротина в растительных образцах; 3) анализ полученных результатов и формулировка выводов.

Материалы и методы. Для анализа были выбраны различные объекты, представленные в таблице**.** Выбор был обусловлен доступностью данных продуктов для рядового покупателя.

Определение количества каротина в овощах и фруктах проводили по методу Ф. Рачевского [5], принцип которого заключается в том, что каротин извлекают из исследуемого материала петролейным эфиром. Полученный экстракт наносят на дно подогретой фарфоровой чашки для испарения эфира. Когда количество каротина, накопившееся на дне чашки, достигнет 0,05 мкг, он выявляется в виде жёлтого или оранже-

вого кольца. Зная количество материала, взятого для анализа, объем эфира, использованного для экстракции, и объем экстракта, затраченного на образование кольца, можно вычислить содержание каротина в исследуемом материале.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

Содержание каротина в исследуемых объектах

№	Исследуемый образец, страна-производитель	Кол-во каротина в 100 мл исслед. жидкости, мг
1	Тыквенный свежевыжатый сок (Садовое некоммерческое товарищество (СНТ), поселок городского типа (пгт) Атамановка, Читинский район)	2,5
2	Свежевыжатый сок сладкого красного перца (Китайская народная республика – КНР)	2,5
3	Морковный свежевыжатый сок (СНТ, пгт. Атамановка, Читинский район)	2,5
4	Морковный свежевыжатый сок (КНР)	1,7
5	Свежевыжатый сок листьев салата (КНР)	0,0
6	Апельсиновый свежевыжатый сок (Испания)	0,5
7	Апельсиновый сок в упаковке (ООО Южная соковая компания, г. Краснодар, Россия)	0,0
8	Свежевыжатый сок кабачка (СНТ, пгт. Атамановка, Читинский район)	0,3
9	Томатный сок в упаковке (ОАО Сады Придонья, Россия)	1,7
10	Свежевыжатый томатный сок (КНР)	0,3

Согласно данным таблицы, из выбранных образцов наибольшее количество каротина содержится в свежевыжатых соках тыквы и моркови, выращенных на собственном дачном участке в поселке Атамановка Читинского района,

а также в свежевыжатом соке красного сладкого перца китайского происхождения. Наличие каротина не выявлено в апельсиновом соке в упаковке (Краснодар, Россия) и свежевыжатом соке листьев салата из КНР. В остальных продуктах содержание исследуемого вещества варьировало, существенно уступая «лидерам».

Заключение. Зафиксированные результаты подтверждают биохимическую теорию о том, что наиболее полезны для здоровья свежие фрукты и овощи, выращенные в той же местности, где проживает человек. Для полноценного питания, обогащенного витамином А, современному человеку необходимо включать в свой рацион такие доступные всем овощи, как морковь, тыква, красный сладкий перец.

Библиографический список

1. Биохимия: учебник / Под ред. Е.С. Северина. 2-е изд., испр. Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 784 с.
2. Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. Роль каротиноидов в профилактике наиболее распространенных заболеваний // Российский биотерапевтический журнал. 2010. № 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-karotinoidov-v-profilaktike-naibolee-rasprostranennyh-zabolevaniy (дата обращения: 23.04.2020).
3. Биохимия. Биологически активные вещества: витамины и гормоны / Л.П. Никитина [и др.]; под ред. Б.С. Хышиктуева. Чита: ЧГМА, 2009. 103 с.
4. Биохимические основы витаминологии: учебное пособие / Е.В. Александрова [и др.]. Запорожье: ЗГМУ, 2015. 129 с.
5. Збарский Б.И., Збарский И.Б., Солнцев А.И. Практикум по биологической химии. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Медгиз, 1954. 348 с.

II СЕКЦИЯ
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

НЕЙТРАЛЬНЫЕ ГЛИКОГЛИЦЕРОЛИПИДЫ – НОВЫЕ СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫЕ АГЕНТЫ

NEUTRAL GLYCOGLYCEROLIPIDS AS NEW SYNTHETIC ANTITUMOR AGENTS

Е.А. Варламова, Н.Г. Морозова
Научный руководитель **А.А. Штиль**,
доктор медицинских наук,
заведующий лабораторией механизмов гибели опухолевых клеток ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина», г. Москва

E.A. Varlamova, N.G. Morozova
Scientific advisor **A.A. Shtil**,
Doctor of Medical Sciences,
Head of the Laboratory of Tumor Cell Death Mechanisms, Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow

Бесфосфорные противоопухолевые липиды, эдельфозин, опухолевые клетки, гемолиз, гибель клеток

Эдельфозин и его структурные аналоги вызывают гибель опухолевых клеток различного тканевого происхождения при меньшем повреждении неопухолевых. Основными недостатками этих соединений являются способность нарушать целостность эритроцитов (гемолиз) и разрушение структуры гликоглицеролипидов под действием внутриклеточных фосфолипаз. Этими обстоятельствами обусловлена необходи-

мость исследования новых бесфосфорных соединений липидной природы. В работе рассматриваются различные модификации гидрофобной части, оценка противоопухолевого действия новых бесфосфорных гликоглицеролипидов и анализ их гемолитического действия. В культурах опухолевых клеток человека бесфосфорные липиды сохраняли антипролиферативную и цитотоксическую активность, сравнимую с фосфорсодержащими глицеролипидными предшественниками и эдельфозином. Гемолитические свойства практически отсутствовали.

Phosphorus free antitumor lipids, edelfosin, tumor cells, hemolysis, cell death
Edelfosine and its structural analogues induce death of tumor cells of various tissue origin with a lesser damage to non-malignant counterparts. A major disadvantage of these compounds is the ability to disrupt the integrity of red blood cells (hemolysis); also, intracellular phospholipases may hydrolyze these compounds. These reasons dictate the need for phosphorus-free lipids that preserve their preferential cytotoxicity for tumor cells. We made a number of modifications of the hydrophobic parts of the glycerolipid core, then evaluated the antiproliferative potency against a panel of human tumor cell lines, and analyzed the hemolytic effect of new compounds. The phosphorus-free derivatives retained the antiproliferative and cytotoxic properties against tumor cells similarly to phosphorus-containing glycerolipid precursors and edelphosine. Importantly, at cytotoxic concentrations hemolysis was not observed.

Глицерофосфолипиды являются основными липидами эукариотической клетки и представляют большой класс соединений, которые имеют жирные ацильные цепи, этерифицированные до глицерина, и заряженную или цвиттерионную головную группу [1; 2]. Синтетические алкильные липиды (AELs), такие как эдельфозин (1-О-октадецил-2-О-метил-*rac*-глицеро-3-фосфохолин, рисунок 1), образуют класс противоопухолевых агентов, которые нацеливаются на клеточные мембраны, вызывая апоптоз, уменьшая миграцию и инвазию клеток [3; 4]. Вместе с тем выраженный гемолиз, вызываемый эдельфозином, является серьезным препятствием для дальнейшей разработки лекарственного препарата на его основе: он составляет в среднем 13% от гемолиза, вызываемого дистиллированной водой [4].

Для решения этой проблемы предполагается, что можно получить инициированное высвобождение и активацию AELs в опухоли с помощью пролипидов с простой эфирной связью (proAELs) [5]. Они превращаются в активные противоопухолевые препараты посредством повышенной активности секреторной фосфолипазы A2 (sPLA2) [6]. Таким образом, возможно получить направленные комбинированные противоопухолевые препараты, которые при расщеплении $sPLA_2$ в клетке будут проявлять аддитивный эффект. Ожидается, что наличие углеводного заместителя будет увеличивать растворимость и направленность липидов в опухолевые клетки [7].

На основе этих данных были синтезированы алкильные гликоглицеролипиды (GAELs), 1-O-октадецил-3-O-β-D-галактопиранозил-*rac*-глицерин (**1**), 1-O-октадецил-2-O-олеоил-3-O-β-D-галактопиранозил-*rac*-глицерин (**2**) 1-O-октадецил-2-O-линолеоил-3-O-β-D-галактопиранозил-*rac*-глицерин (**3**). Формулы приведены на рис. 2.

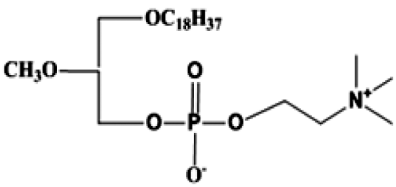


Рис. 1. Структура эдельфозина

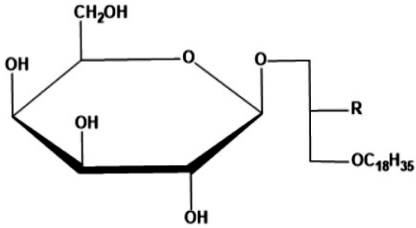


*Рис. 2. Схема исследуемых соединений. R = -OH **(1)**; $C_{18}H_{33}COO$- **(2)**; $C_{18}H_{31}COO$- **(3)***

Соединения **2** и **3** растворяли в ДМСО до концентрации стокового раствора 10 мМ, а соединение **1** растворяли в ДМСО и спирте (1:1) и перед внесением в культуру клеток нагревали до 37°C. Предположительно, $sPLA_2$ должна расщеплять липиды по sn2, в результате чего в клетке образуются две биологически активные молекулы: жирные кислоты и ли-

зогликоглицеролипид (соединение **1**). Для изучения цитотоксической активности проводили МТТ-тест. Клетки инкубировали 72 часа с соединениями (0,4 – 50 мкМ), а затем добавляли МТТ-реагент. Осадок формазана растворяли в ДМСО и измеряли оптическую плотность при длине волны поглощения 570 нм. Соединения **1–3** проявляют определенную “предпочтительность” к гемобластозам: лимфоидного лейкоза HL60 (**1**: IC_{50}=9,53±0,4 мкМ) и хронического миелоидного лейкоза K562 (7,55±0,3 мкМ и 5,98±0,4 мкМ для **2** и **3**). При этом соединение **2** с насыщенной олеиновой кислотой также проявило небольшую активность на линии HL60 (IC_{50}=22,1±1,1 мкМ), в отличие от ее структурного аналога с ненасыщенной линолевой кислотой (рис. 4–5). На клетках линий рака молочной железы (MCF7, HBL100, MDA-MB-231), рака толстой кишки (HCT116), меланомы (A375), а также на неопухолевых фибробластах человека (линия ПФЧ) все соединения показали низкую цитотоксическую активность (IC_{50}>50 мкМ).

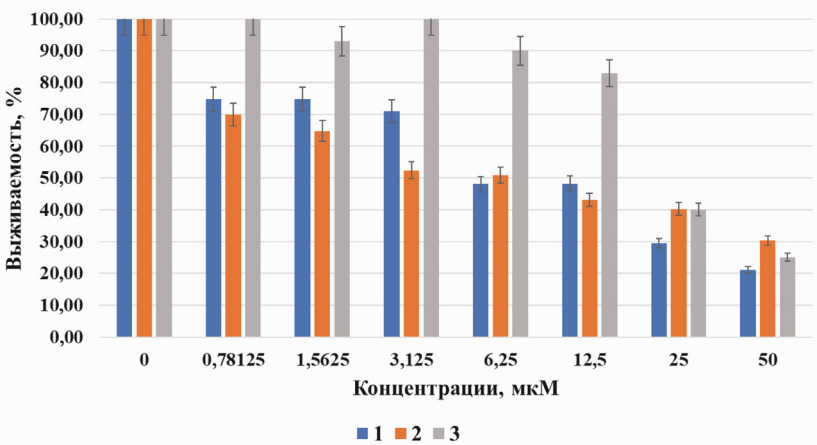


Рис. 3. Влияние инкубации с исследуемыми липидами на выживаемость клеток K562. Приведены средние величины и стандартные отклонения по результатам 4 независимых экспериментов

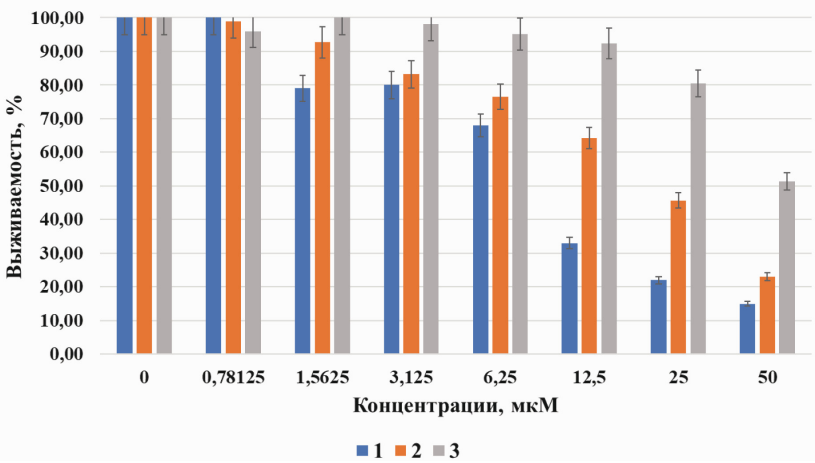


Рис. 4. Влияние инкубации с исследуемыми липидами на выживаемость клеток HL60. Приведены средние величины и стандартные отклонения по результатам 4 независимых экспериментов

Так как главным недостатком эдельфозина является высокая гемолитическая активность, проводилось изучение влияния липидов на эритроциты. За 100% брали гемолиз крови при инкубации с дистилированной водой. Липиды **1–3** вызывают слабый гемолиз (<5%) в концентрации 20 мкМ, что является их безусловным преимуществом перед эдельфозином.

Изучение клеточного цикла проводили методом проточной цитофлуорометрии. Клетки К562 инкубировали 48 ч или 72 ч в присутствии липидов **2** и **3** (20 мкМ). В качестве контроля использовали необработанные клетки. После инкубации клетки отмывали от культуральной среды и лизировали в буфере, содержащем иодид пропидия.

По данным, приведенным в таблице, видно, что соединение **2** с остатком олеиновой кислоты вызывает значительную гибель клеток (45,5% событий в subG-области

гистограммы) через 72 ч. Соединение **3** с остатком линолевой кислоты вызывает слабое торможение в G1 фазе (42,1% через 72 ч инкубации).

Таблица

Влияние соединений 2 и 3 на клеточный цикл клеток лейкоза K562

Фаза цикла	48 ч			72 ч		
	необработанные	2	3	необработанные	2	3
subG1	5,9*	29,2	5,9	7,6	45,5	6,2
G0/G1	39,2	30,8	41	36,8	23,4	42,1
S	29,9	18,9	28,4	26,8	15	27
G2/M	24,1	20,1	24,4	27,7	14,9	24,3

* процент от общего количества флуоресцентных “событий”.

Исходя из представленных данных, видно, что наличие и насыщенность жирных кислот во 2-м положении глицерина заметно влияет на цитотоксичность липидов, но обе модификации важны для специфичности к клеткам лейкозов. Замена остатка насыщенной олеиновой кислоты на ненасыщенную линолевую вызывает больший цитотоксический эффект на клетках K562, а отсутствие заместителя в положении 2 или наличие насыщенного заместителя приводят к большей эффективности для линии HL60. Низкая гемолитическая активность и минимальное повреждение неопухолевых клеток всех рассмотренных соединений обусловливают перспективность бесфосфорных гликоглицеролипидов как “кандидатов” в противоопухолевые препараты.

Библиографический список

1. Преображенский Н.А., Евстигнеева Р.П. Химия биологически активных соединений. М.: Химия, 1976. 456 с.
2. Voelker D.R. Glycerolipid Structure, Function, and Synthesis in Eukaryotes // Encyclopedia of Biological Chemistry. 2013. P. 412–418.

3. Романова С.Г., Романов В.Г. Алкильные глицеролипиды – модуляторы гибели опухолевых клеток // Биомедицинская химия. 2010. Т. 56. № 4. С. 457–470.
4. Маркова А.А., Окороченков С.А. Механизм пониженной гемолитической активности бесфосфорных алкильных катионных глицеролипидов: исследование на модельных мембранах // Клин. онкогематол., 2014. Т. 7. № 3. С. 278–281.
5. Hossam S.E. Ahmed M.A. Stimuli-Responsive Nano-Architecture Drug-Delivery Systems to Solid Tumor Micromilieu // Past, Present, and Future Perspectives. ACS Nano, 2018. V. 12. № 11. P. 10636–64.
6. Andresen T.L., Davidsen J. Enzymatic release of antitumor ether lipids by specific phospholipase A(2) activation of liposome-forming prodrugs // J. Med. Chem. 2004. V. 47. P. 1694–03.
7. Samadder P., Byun H.S. An active endocytosis pathway is required for the cytotoxic effects of glycosylated antitumor ether lipids // Anticancer Res. 2011. V. 31. № 11. P. 3809–18.

ЖЕЛАТИНОВЫЕ СКАФФОЛДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПЕРИТОНЕАЛЬНЫХ МАКРОФАГОВ

GELATINE SCAFFOLDS WITH DIFFERENT COATINGS FOR CULTIVATION OF PERITONEAL MACROPHAGES

Н.А. Малиновская, Ю.А. Панина, А.И. Мосягина, К.О. Шишелова
Научный руководитель **А.Б. Салмина**,
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, руководитель НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск

N.A. Malinovskaya, Yu.A. Panina,
A.I. Mosyagina, K.O. Shishelova
Scientific adviser **A.B. Salmina –**
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of department of biological chemistry with courses
of medical, pharmaceutical and toxicological chemistry,
Head of the Research Institute of Molecular Medicine
and Pathological Biochemistry
of Krasnoyarsk State Medical University
named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk

Регенеративная медицина, биоскаффолды, культивирование клеток, функциональное состояние клеток, жизнеспособность клеток.
Регенеративная медицина является перспективой для разработки новых методов исследования терапии при различных патологиях, в том числе при поражении ЦНС. Для изучения патологий ЦНС интересны методы создания клеточных моделей с целью поиска патогенетических механизмов и тестирования потенциальных молекул-мишеней для направленной терапии, в том числе астроглии и микроглии. Одним из относительно новых способов культивирования является использование биоскаффолдов. В данной статье рассматривается возможность использования перитонеальных макрофагов для тестирования различных типов биоскаффолдов.

Regenerative medicine, bioscaffolds, cell cultivation, functional state of cells, cell viability.
Regenerative medicine is a prospect for the development of new methods for the study of therapy for various pathologies, including the central nervous system damage. Methods of creating cell models are used for studying CNS pathologies, searching of pathogenetic mechanisms and testing potential target molecules for therapy, including astroglia and microglia. One of the relatively new cultivation methods is the use of bioscaffolds. This article discusses the possibility of using peritoneal macrophages to test various types of bioscaffolds.

Распространенность патологий развития ЦНС, малая изученность их патогенеза в настоящее время приводят к

необходимости поиска подходящих механизмов и молекул-кандидатов для направленной терапии. Особенности развития острой (например, при травмах и инсультах) и хронической (как при болезнях Альцгеймера, Паркинсона, Гентингтона) дегенерации требуют различных подходов. В связи с этим возрастает перспективность разработок регенеративной медицины для новых методов терапии. В данном случае разнообразны точки и методы приложения, используется как однократное применение аутологичной терапии до аллогенной терапии, при которой необходимо проведение крупномасштабного культивирования клеток одного донора, предоставляющиеся затем большому количеству реципиентов [1]. При этом появляется потребность в оценке жизнеспособности трансплантатов (от отдельных клеток до крупных органов) с целью эффективного применения и минимизации рисков отторжения у реципиента [2; 3]. Так же многообещающе выглядит перспектива мониторирования состояния клеток при культивировании in vitro, особенно для органотипических культур и моделей гистогематических барьеров. Необходима комплексная оценка их выживаемости и функциональности без использования забора материала и без окраски различными красителями, как это было ранее, и так же используется в некоторых случаях и по настоящий день [4].

Для культивирования клеток все больший интерес приобретает использование биоскаффолдов – аналогов межклеточного матрикса для фиксации и роста клеток, сделанных из натуральных материалов. Скаффолды создаются для изучения как отдельных клеток (астроциты, нейроны), так и для исследования процессов их взаимодействий [5], однако почти не уделяется внимания использованию клеток микроглии [6].

Активированная микроглия и макрофаги сходны фенотипически и выполняют схожие эффекторные функции, но при этом разнятся по морфологии и происхождению [7]. Учитывая схожие свойства, мы использовали для тестирования вариантов скаффолдов в качестве объекта исследования перитонеальные макрофаги как более рациональный подход для их выделения и культивирования.

Целью исследования стала отработка технологии получения и культивирования на желатиновых скаффолдах перитонеальных макрофагов взрослых крыс.

Получение и культивирование резидентных перитонеальных макрофагов взрослых крыс (возраст 3 месяца, n=3) проводилось по протоколу Beeton Lab [8]. Полученные клетки (0,2 миллиона крупных клеток/мл среды) помещали в лунки культурального планшета на 12 лунок в соотношении 500 мкл суспензии клеток и 3 мл среды для культивирования макрофагов в каждой лунке. Затем шла 4-часовая инкубация, после чего меняли среду, удаляя неадгезированные клетки, далее клетки находились в инкубаторе в течение 48 ч. Инкубация осуществлялась в условиях инкубатора при 5% CO_2 и 37°C.

Желатиновые скаффолды получали по технологии, описанной ранее [9], градиент лактата на желатиновых скаффолдах получали, закрыв половину скаффолда скотчем, во всех остальных случаях скаффолды скотчем не заклеивали. Использовались в сравнении желатиновые скаффолды без покрытия и с различными покрытиями (лактат и градиент лактата, декстроза, сахароза, поли-L-лизин, которыми скаффолд пропитывался в течение 45 минут, а затем отмывался водой, высушивался и обрабатывался УФ излучением).

Жизнеспособность (выражали в процентах от общего числа выделенных клеток) и среднее число клеток в полях

зрения определяли методом окраски клеток 0,1% трипановым синим по стандартному протоколу. Для регистрации молекул-маркеров макрофагов использовали метод двойного непрямого иммуноцитохимического окрашивания на C3/C3b и CD18 согласно протоколу фирмы-изготовителя антител. Для оценки апоптоза использовали набор «Apo-BrdU Apoptosis Detection Kit» (88-6671, Millipore), исследование проводили по стандартному протоколу фирмы-производителя. Латексный тест основан на фагоцитозе частиц латекса (в методе использовались частицы диаметром 1,5 мкм, ООО «Диаэм», Россия) клетками-фагоцитами [10]. Для проведения теста в лунку, содержащую 1 мл среды и скаффолд (остальную среду убирали), вносили 100 мкл суспензии частиц латекса, инкубировали при 37°C в течение 30 мин, дважды отмывали скаффолды в лунке раствором PBS по 5 минут, затем микроскопировали. Микроскопию клеток для этих методов осуществляли на флуоресцентном микроскопе ZOE, анализ изображений проводили с применением пакета ПО ImageJ. Выполняли подсчет относительного количества клеток, коэкспрессирующих оба антигена, в образце при анализе не менее 5 полей зрения (выражали в процентах от общего количества клеток). При обработке результатов апоптоза учитывалось относительное количество TUNEL-позитивных клеток при анализе не менее 3 полей зрения, выраженное в процентах от общего количества пропидий йодид-окрашенных клеток. В латексном тесте оценивали количество клеток, захвативших 1 и более частиц латекса, от общего числа клеток, при анализе не менее 3 полей зрения. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Statplus Professional, был использован тест Манна-Уитни, различия принимали значимыми при $p \leq 0,05$. Результаты

представлены в виде: M±m, где M – среднее, m – стандартная ошибка среднего.

Жизнеспособность макрофагов перед посевом составляла 97,6±0,6 %, чистота выделения макрофагов (по данным последующего иммуноцитохимического исследования) составила 83,2±2,5 %.

При оценке процента апоптотических клеток среди клеток, культивируемых на скаффолдах, апоптоз не превышал 43% (наблюдался на желатиновых скафффолдах с градиентом лактата), наибольшее число клеток в полях зрения наблюдалось на желатиновых скаффолдах с лактатом (76 процентов в среднем) и на желатиновых скаффолдах с сахарозой (в среднем около 74 %). Процент фагоцитирующих клеток в латексном тесте на всех видах скаффолдов был достаточно высок и составлял в среднем 94,4–98,9 %, наименьший процент фагоцитирующих клеток наблюдался на желатиновом скаффолде с покрытием из сахарозы, наибольший – на желатиновом скаффолде с покрытием из поли-L-лизина и декстрозы.

Таким образом, отработана технология получения и культивирования на желатиновых скаффолдах перитонеальных макрофагов взрослых крыс. Для последующих исследований можно использовать все тестированные варианты желатиновых скаффолдов с покрытиями и без них, но предпочтительнее использовать для культивирования макрофагов, и, вероятно, микроглии, скаффолды с градиентом лактата и с лактатом (без градиента), поли-L-лизином или декстрозой.

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (проект № МД-3923.2019.7, соглашение № 075-15-2019-177).

Библиографический список

1. Identifying viable regulatory and innovation pathways for regenerative medicine: A case study of cultured red blood cells / J. Mittra, J.Tait, M. Mastroeni et al. // New Biotechnology. 2015. Vol. 32. № 1. P. 180–190.
2. Chen, H. Harnessing cell pluripotency for cardiovascular regenerative medicine / H. Chen, A. Zhang, J. Wu // Nature Biomedical Engineering. 2018. Vol. 2. № 6. P. 392–398.
3. Scaffold-mediated sustained, non-viral delivery of miR-219/miR-338 promotes CNS remyelination / U. Milbreta, J. Lin, C. Pinese et al. // Molecular Therapy. 2019. Vol. 27. № 2. P. 411–423.
4. Organotypic slice culture from human adult ventricular myocardium / M. Branderburger, J. Wenzel, R. Bogdan et al. // Cardiovascular Research. 2012. Vol. 93. № 1. P. 50–59.
5. Scaffolds for 3D in vitro culture of neural lineage cells / A. Murphy, A. Laslett, C. O'Brien et al. // Acta Biomaterialia. 2017. Vol. 54(February). P. 1–20.
6. Enhanced migration of neural stem cells by microglia grown on a three-dimensional graphene scaffold / Z. Jiang, Q. Song, M. Tang et al. // ACS Applied Materials and Interfaces. 2016. Vol. 8. № 38. P. 25069–25077.
7. Stolg, G. The role of microglia and macrophages in the pathophysiology of the CNS / G. Stolg, S. Jander // Progress in Neurobiology. 1999. Vol. 58. № 3. P. 233–247.
8. Официальный сайт медицинского колледжа Бейлор (Хьюстон, Техас, США) [Электронный ресурс]. Режим доступа https://media.bcm.edu/documents/2014/34/isolationandcultureofratperitonealmacrophages.pdf
9. Secret life of tiny blood vessels: Lactate, scaffold and beyond / V. Salmin, A. Morgun, E. Khilazheva et al. // (26 April 2017 through 28 April 2017): Springer Verlag, 2017. Vol. 10208 LNCS. P. 591–601.
10. Способ определения фагоцитарной активности лейкоцитов по степени гашения биолюминесценции / С.В. Ширшев, Е.М. Куклина, С.А. Заморина и др. // Иммунология. 2017. Т. 35. № 6. С. 312–317.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПОСТНАТАЛЬНОГО НЕЙРОГЕНЕЗА ПУТЕМ АДРЕСНОЙ ФОТОАКТИВАЦИИ АСТРОЦИТОВ В МОДЕЛИ НЕЙРОГЕННОЙ НИШИ *IN VITRO*

INTENSIFICATION OF POSTNATAL NEUROGENESIS UNDER ASTROCYTES' TARGETED PHOTOACTIVATION IN THE NEUROGENIC NICHE MODEL *IN VITRO*

А.И. Мосягина, А.В. Моргун, Е.Д. Осипова, Е.Б. Бойцова, Н.А. Малиновская, А.Н. Шуваев, А.Б. Салмина
Научный руководитель **А.Б. Салмина**,
доктор медицинских наук, заведующая кафедрой биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, руководитель НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск

A.I. Mosiagina, A.V. Morgun, E.D. Osipova, E.B. Boytsova, N.A. Malinovskaya, A.N. Shuvaev, A.B. Salmina
Scientific adviser **A.B. Salmina**,
Doctor of Medical Sciences, Head of department of biological chemistry with courses of medical, pharmaceutical and toxicological chemistry, Head of the Research Institute of Molecular Medicine and Pathological Biochemistry of Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk

Нейрогенез, нейрогенная ниша, фотостимуляция, оптогенетика, нейрональные стволовые клетки.

В статье приводятся результаты разработки новых технологий управления нейрогенезом и ангиогенезом в головном мозге in vitro с применением методов оптогенетики для формирования эффективной стратегии коррекции неврологической дисфункции при нарушениях нейрогенеза. Полученные данные вносят существенный вклад в развитие биоин-

женерных решений при моделировании нейрогенных ниш, разработку новых подходов к направленной регуляции процессов нейрогенеза, адаптацию протоколов оптогенетики к решению задач управления событиями в мультиклеточных ансамблях в ткани головного мозга и нейрогенных ниш in vitro, разработку новых технологий коррекции неврологической дисфункции, обусловленной неэффективным нейрогенезом.

Neurogenesis, neurogenic niche, photostimulation, neuronal stem cells.
The article presents the results of the development of new technologies for managing neurogenesis and angiogenesis in the brain in vitro and ex vivo using optogenetics to form an effective strategy for the correction of neurogenesis dysfunction. The obtained data make a significant contribution to the development of bioengineering solutions in modeling neurogenic niches, the development of new approaches to the directed regulation of neurogenesis processes, the adaptation of optogenetic protocols to the solution of problems of managing events in multicellular ensembles in the tissue of the brain and neurogenic niches in vitro, the development of new technologies for the correction of neurological dysfunction due to ineffective neurogenesis.

Нейроваскулярная единица (НВЕ) головного мозга представляет комплекс клеток, которые взаимодействуют между собой, обеспечивая функциональное сопряжение механизмов нейрональной активности и локальной микроциркуляции. Клетками, формирующими НВЕ, являются астроциты, перициты, эндотелиальные клетки и нейроны. Именно НВЕ за счет взаимодействующих клеток обеспечивает регуляцию сосудистого тонуса и проницаемости гематоэнцефалического барьера (ГЭБ). Нарушения функционирования НВЕ/ГЭБ лежат в основе патологии ЦНС, например, нейродегенеративных заболеваний, нейровоспаления и др.

Постнатальный нейрогенез сохраняется в двух областях головного мозга, называемых нейрогенными нишами (НН): субгранулярной зоне гиппокампа и субвентрикулярной зоне [1]. В пределах нейрогенных ниш часть клеток, имеющих фенотип радиальной глии, сохраняется и не дифференцируется в астроциты, обеспечивая тем самым репаративный нейрогенез. Астроциты нейрогенных ниш являются пер-

спективной «мишенью» для управления процессами нейрогенеза и ангиогенеза [2], в том числе путем использования новых технологий таргетной активации и управления функциональной активностью определенного типа клеток (нейронов, астроцитов), например, оптогенетическим воздействием, что широко используется в современных нейробиологических исследованиях [3; 4]. Расшифровка механизмов, которые позволят управлять нейрогенезом, откроет широкие перспективы для лечения ряда патологии ЦНС, развития репаративной медицины и аддитивных технологий.

Исследование проводилось на модели нейрогенной ниши *in vitro* с использованием оптогенетического протокола фотоактивации астроцитов, экспрессирующих GFAP-ChR2-mKate [5]. Проведена оценка влияния фотоактивированных астроцитов на пролиферативную активность (регистрация PCNA-иммунопозитивных клеток и клеточного индекса с использованием аппарата «xCelligence» (Roshe, Германия)), дифференцировку клеток (регистрация Nestin, NeuroD1-иммунопозитивных клеток), а также особенности межклеточных взаимодействий (регистрация CD38, Cx43-иммунопозитивных клеток) в пределах НН *in vitro*. Для регистрации целевых молекул-маркеров использовали метод двойного непрямого иммуноцитохимического окрашивания согласно протоколу фирмы-изготовителя антител. Микроскопию клеток осуществляли на флуоресцентном микроскопе ZOE (Bio-Rad, США).

Статистическую обработку результатов проводили с методов непараметрической статистики (критерии Манна-Уитни, Уилкоксона). Анализ изображений проводили с применением пакета программного обеспечения ImageJ (1.47 v, США).

В ходе исследования мы обнаружили, что фотоактивация астроцитов в пределах НН вызвала изменения пролиферативной активности нейрональных стволовых клеток (на основании увеличения экспрессии PCNA и по величине

клеточного индекса), а также изменения экспрессии основных маркеров дифференцировки клеток по нейрональному пути (на основании увеличения числа клеток, экспрессирующих NeuroD1 и Nestin). Также зафиксировано изменение экспрессии молекул Cx43 и CD38 клетками НН *in vitro* после фотоактивации астроцитов. Учитывая, что существует прямая корреляционная связь между экспрессией этих двух белков [6], можно сделать вывод об изменении метаболического сопряжения между клетками в пределах НН *in vitro*.

Нами установлено, что применение протокола фотостимуляции и таргетной активации астроцитов в составе НН *in vitro* способствует интенсификации пролиферации клеток, нейрогенеза и изменению метаболического сопряжения клеток НН. В целом это свидетельствует о том, что оптогенетическая активация астроцитов является перспективным инструментом управления активностью процессов нейрогенеза и формирования локального пронейрогенного микроокружения в модели нейрогенной ниши *in vitro*, что может способствовать разработке новых технологий коррекции неврологической дисфункции, обусловленной неэффективным нейрогенезом.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Минздрава России (2018-2020 гг.) «Новые технологии управления нейрогенезом и ангиогенезом в головном мозге».

Библиографический список

1. Embryonic and postnatal neurogenesis produce functionally distinct subclasses of dopaminergic neuron // E. Galliano [et al.]. eLife. 2018. №7:e32373.
2. Cassé F., Richetin K., Toni N. Astrocytes' Contribution to Adult Neurogenesis in Physiology and Alzheimer's Disease // Frontiers in cellular neuroscience. 2018. № 12:432.
3. Оптогенетические подходы в нейробиологии // Е.В. Борисова [и др.]. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2016. № 34 (4). С. 128–132.

4. Новиков Н.И., Бражник Е.С., Кичигина В.Ф. Применение опто- и хемогенетических методов для изучения двигательных нарушений при болезни Паркинсона (обзор) // Современные технологии в медицине. 2019. № 11 (2). С. 150–163.
5. Астроцит-опосредованные механизмы регуляции нейрогенеза в модели нейрогенной ниши in vitro при действии Ab1-42 // А.В. Моргун [и др.]. Биомедицинская химия. 2019. Т. 65. № 5. С. 366–373.
6. Изучение метаболического сопряжения и межклеточных взаимодействий на модели нейроваскулярной единицы in vitro // А.В. Моргун [и др.]. Сибирское медицинское обозрение. 2015. Т. 91. № 1. С. 28–31.

ЭКСПРЕССИЯ ВАЗОПРЕССИНА И V1AR В БАЗОЛАТЕРАЛЬНОЙ МИНДАЛИНЕ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ АУТИЗМЕ

EXPRESSION OF VASOPRESSIN AND V1AR IN THE BASOLATERAL AMYGDALA IN EXPERIMENTAL AUTISM

Ю.А. Панина, А.И. Мосягина, Г.А. Бабарыкин
Научные руководители: **А.Б. Салмина**,
доктор медицинских наук, заведующая кафедрой биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, руководитель НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск
Н.А. Малиновская,
доктор медицинских наук, профессор кафедры биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, старший научный сотрудник НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск

Yu.A. Panina, A.I. Mosyagina, G.A. Babarykin
Scientific advisers: **A.B. Salmina**,
Doctor of Medical Sciences, Head of department of biological chemistry with courses of medical, pharmaceutical and toxicological chemistry, Head of the Research Institute of Molecular Medicine and Pathological Biochemistryof Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk
N.A. Malinovskaya,
Doctor of Medical Sciences, Professor of department of biological chemistry with courses of medical, pharmaceutical and toxicological chemistry, Senior researcher of the Research Institute of Molecular Medicine and Pathological Biochemistry of Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk

Аутизм, вазопрессин, нейропептиды, социальное поведение, V1aR
Расстройства аутистического спектра являются одним из наиболее часто выявляемых пренатальных нарушений развития головного мозга, характеризующимися нарушением социальной коммуникации, а также рядом других дисфункций, что представляет собой социальную проблему во всем мире. Ряд исследований показал, что изучение экспрессии нейропептидов и их рецепторов в головном мозге имеет большой потенциал как маркеры и потенциальные мишени для потенциальных методов терапии. В данной статье рассматривается изучение эмоционального поведения животных с экспериментальным аутизмом и экспрессия рецепторов к нейропептиду вазопрессину V1aR.

Autism, vasopressin, neuropeptides, social behavior, V1aR
Autism spectrum disorders are one of the most frequently detected prenatal brain development disorders characterized by impaired social communication, as well as a number of other dysfunctions, which is a social problem throughout the world. A number of studies have shown that studying the expression of neuropeptides and their receptors in the brain has great potential as markers and potential targets as the potential therapeutic methods. This article discusses the study of the emotional behavior of animals with experimental autism and the expression of the neuropeptide receptor vasopressin V1aR.

Аутизм – это пренатальное нарушение развития нервной системы, основными характеристиками которого являются нарушение социальной коммуникации и наличие стереотипного поведения, а также зачастую другие сопутствующие отклонения, такие, как тревожность, нарушения памяти, внимания, отклонения в пищевом поведении, вегетативные расстройства [1]. В XX веке отмечено увеличение заболеваемости РАС в развитых странах, что является большой социально-экономической проблемой, в том числе и для Российской Федерации. Предполагается, что это связано как с улучшением методов диагностики и осведомленности о патологии врачей [2], так и с влиянием новых, пока не изученных факторов [3]. Отсутствие единого понимания в патогенезе аутизма, общепринятых биологических маркеров для диагностики и мониторинга эффективности подобранной терапии мешает разработке адекватной терапии. В настоящее время все большее развитие получает изучение функций нейропептидов и их рецепторов в развитии РАС [4; 5], при этом в фокус исследований чаще попадает окситоцин, несмотря на то, что вазопрессин представляет не меньший интерес для изучения. Эффекты вазопрессина опосредованы действием на три различных подтипа рецепторов: V1a, V1b и V2. Наиболее изученным является антидиуретическое действие вазопрессина через V2-рецепторы, локализованные преимущественно в почках. В последние годы наблюдается все большее понимание физиологической функции рецепторов V1a и V1b и, в частности, их роль в реализации эффектов центральной экспрессии [6]. Исследования показали, что V1aR играют важную роль в регулировании процессов обучения и памяти, социального распознавания и тревожности. В качестве аффектированного при аутизме региона головного мозга можно рассматривать базолатеральную миндалину, так как она отвечает главным образом за эмоциональную и социальную память.

Целью исследования стало изучение взаимосвязи экспрессии вазопрессина, рецепторов к вазопрессину типа 1-альфа в базолатеральной миндалине и социальное поведение при экспериментальном аутизме.

Объектом исследования были крысы обоего пола возрастом 25 суток, полученные от здоровых самок репродуктивного возраста белых линейных (линия Wistar) крыс. В качестве экспериментальной модели аутизма использовалось подкожное введение самкам крыс на 12-й день беременности вальпроевой кислоты в дозировке 500 мг/кг веса, растворенной в физиологическом растворе, в качестве контроля вводился физиологический раствор из расчета 1 мл/кг веса крысы. В экспериментальную группу вошло 12 животных, в контрольную – 9.

Эффективность создания модели была подтверждена при помощи ряда тестов на социальное взаимодействие (социальный пятипопыточный тест, расширенный тест «Открытое поле») и наличие стереотипного поведения (тест на аутогруминг). Оценка экспрессии V1aR проводилась на свободно плавающих срезах головного мозга методом иммуногистохимии в соответствии с протоколом фирмы-производителя антител, концентрация вазопрессина в гомогенатах тканей базолатеральной миндалины определялась при помощи иммуноферментного анализа.

В ходе исследования нами было выявлено, что нарушение социальной коммуникации у животных с экспериментальным аутизмом сопровождается значимым увеличением экспрессии рецепторов V1aR и увеличением концентрации вазопрессина в миндалине головного мозга. Выявленные изменения представляют потенциальную мишень для направленной коррекции поведения.

Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта КрасГМУ (приказ 465 осн от 25.07.2018г, п. 2.2).

Библиографический список

1. Geier D.A. A prospective cross-sectional cohort assessment of health, physical, and behavioral problems in autism spectrum disorders / D.A. Geier, J.K. Kern, M.R. Geier // Maedica (Buchar). 2012. Vol. 7. № 3. P. 193–200.
2. The epidemiology of autism spectrum disorders / C.J. Newschaffer, L.A. Croen, J. Daniels et al. // Annu Rev. Public Health. 2007. Vol. 28. P. 235-258.
3. Rutter M. Incidence of autism spectrum disorders: changes over time and their meaning / M. Rutter // Acta Paediatr. 2005. Vol. 94. № 1. P. 2–15.
4. Oxytocin and vasopressin receptor gene polymorphisms: role in social and psychiatric traits / M. Aspé-Sánchez, M. Moreno, M.I. Rivera et al. // Front Neurosci. 2016. Vol. 9. P. 1–18.
5. Sharma S. Autism spectrum disorder: classification, diagnosis and therapy / S. Sharma, X. Gonda, F.I. Tarazzi // Pharmacology and Therapeutics. 2018. Vol. 190. P. 91–104.
6. Vasopressin V1a and V1b receptors: From molecules to physiological systems / T. Koshimizu, K. Nakamura, N. Egashira et al. // Physiological Reviews. 2012. Vol. 92. № 4. P. 1813–1864.

МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ АСТРОГЛИОЗА ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION AS ONE OF THE FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF ASTROGLIOSIS IN ALZHEIMER'S DISEASE

Е.В. Харитонова, Я.В. Горина,
О.Л. Лопатина, А.Б. Салмина
Научный руководитель **А.Б. Салмина**,
доктор медицинских наук, заведующая кафедрой биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, руководитель НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск

E.V. Kharitonova, Y.V. Gorina,
O.L. Lopatina, A.B. Salmina
Scientific adviser **A.B. Salmina**,
Doctor of Medical Sciences, Head of department of biological chemistry with courses of medical, pharmaceutical and toxicological chemistry, Head of the Research Institute of Molecular Medicine and Pathological Biochemistry of Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk

Нейродегенеративные заболевания, болезнь Альцгеймера, астроциты, астроглиоз, митохондрия.
Митохондриям отводится значимая роль в развитии патологий, связанных с центральной нервной системой. Дисфункция органелл способствует основным факторам развития нейродегенеративных заболеваний. Значительной способностью к митохондриальному метаболизму обладают астроциты, поэтому целью исследования стало изучение нарушения экспрессии маркеров астроглии при болезни Альцгеймера.

Neurodegenerative diseases, Alzheimer's disease, astrocytes, astrogliosis, mitochondria.
Mitochondria play a significant role in the development of pathologies associated with the central nervous system. Organelle dysfunction contributes to the main factors in the development of neurodegenerative diseases. Astrocytes have a significant ability for mitochondrial metabolism, so the aim of the study was to study the violation of the expression of astroglia markers in Alzheimer's disease.

Митохондриальная дисфункция является следствием множества тяжелых патологий, которые в медицине до конца не изучены. Митохондрии представляют не только фундаментальные органеллы, в которых протекают значимые для организма метаболические процессы, но и являются биоэнергетической «станцией» для всех клеток. Важным свойством митохондрий является их динамичность и пластичность, что проявляется в реализации таких процессов, как слияние и деление, транспорт и митофагия. Это по-

зволяет данным органеллам стабильно функционировать на протяжении жизненного цикла клетки [1].

Также необходимо отметить, что митохондриальный транспорт и подвижность являются ключевыми особенностями митохондриальной динамики, которые обеспечивают нормальное функционирование клетки. Данные процессы сопровождаются изменением формы и размеров митохондрий [2].

Способствовать развитию или прогрессированию нейродегенеративных заболеваний, в том числе и болезни Альцгеймера (БА), могут митохондриальные и биоэнергетические изменения. Так, митохондрии пациентов с БА отличаются от митохондрий здоровых людей по структурным и функциональным показателям [3].

Значительной способностью к митохондриальному метаболизму обладают астроциты, которые являются преобладающим типом клеток в головном мозге. Известно, что данные клетки как основа нейроглии выполняют множество жизненно важных функций, в частности, вносят существенный вклад в слаженное функционирование ЦНС. Поэтому логично предположить, что нарушение структурно-функциональной целостности астроцитов может способствовать развитию различных заболеваний ЦНС, в частности, нейродегенерации альцгеймеровского типа [4].

БА является необратимым нейродегенеративным заболеванием, которое характеризуется длительным продромальным периодом и наличием таких патологических особенностей, как накопление бета-амилоидных бляшек в паренхиме головного мозга и образование внутриклеточных нейрофибриллярных клубков (NFT) в нейронах [5]. При этом бета-амилоид считается основным фактором, который способствует активации и хронической стимуляции глиальных клеток [6], вызывая реактивный астроглиоз. Ряд исследований убедительно показывают существенный вклад астро-

глиоза, включающего изменения в функционировании и фенотипе различных глиальных клеток, в патогенез БА [7; 8].

В связи с этим цель настоящей работы – изучение экспрессии маркеров астроглии в гиппокампе при хронической нейродегенерации альцгеймеровского типа.

Объекты исследования: 1) мыши линии CD1, самцы в возрасте 4 месяцев. Опытная группа – экспериментальная БА, после интрагиппокампального введения бета-амилоидного пептида 1-42 в CA1 область (n=10); 2) контрольная группа – ложно-оперированные животные после введения растворителя бета-амилоидного пептида фосфатно-солевого буфера (n=10).

Нами установлено, что моделирование нейродегенерации у мышей сопровождается значимым ($P<0,05$) повышением уровня зрелых астроцитов, экспрессирующих S100beta, в зубчатой извилине гиппокампа по сравнению с контрольной группой. Однако экспрессия маркера радиальной глии GFAP в опытной группе значимо не отличалась от контроля.

Известно, что как у животных с моделью БА выявлено выраженное увеличение уровня мРНК S100beta и мРНК бета-амилоида в гиппокампе [9], так и у пациентов с БА наблюдается высокий уровень S100beta в сыворотке крови [10], что дает возможность рассматривать его в качестве диагностического маркера нейродегенерации альцгеймровского типа.

Таким образом, увеличение уровня экспрессии s100beta, а не маркера радиальной глии GFAP в гиппокампе может свидетельствовать о том, что при развитии экспериментальной БА именно протоплазматические, ассоциированные с нейроваскулярной единицей астроциты (s100beta) реагируют на отложение бета-амилоидных бляшек в паренхиме головного мозга. Возможно, что столь избирательная астроцитарная реакция, способствующая развитию реактивного астроглиоза, обусловлена нарушением митохондриальной динамики [11] именно в зрелых астроцитах, а не радиальной глии.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ РФ (НШ-2547.2020.7).

Библиографический список

1. Prashant M., David C. Chan Metabolic regulation of mitochondrial dynamics // Journal of Cell Biology. 2016. V. 212. № 4. P. 379–387.
2. Rostyslav H., Rostyslav B. Mitochondrial Dynamics During Cell Cycling // Apoptosis. 2016. V. 21. № 12. P. 1327–1335.
3. Russell H. S. Mitochondria and Mitochondrial Cascades in Alzheimer’s Disease // J/ Alzheimers Dis. 2018. V. 62. № 3. P. 1403–1416.
4. Joshua G. J., Michael B. R. Regulation of mitochondrial dynamics in astrocytes: mechanisms, consequences, and unknowns // Glia. 2018. V. 66. № 6. P. 1213–1234.
5. Weller J., Budson A. Current understanding of Alzheimer's disease diagnosis and treatment // F1000Res. 2018. pii: F1000 Faculty Rev-1161.
6. Wyssenbach A., Quintela T., Llavero F., Zugaza J.L., Matute C., Alberdi E. Amyloid β-induced astrogliosis is mediated by β1-integrin via NADPH oxidase 2 in Alzheimer's disease // Aging Cell. 2016. V.15. P. 1140–1152.
7. Hol E.M., Pekny M. Glial fibrillary acidic protein (GFAP) and the astrocyte intermediate filament system in diseases of the central nervous system // Curr. Opin. Cell Biol. 2015. V. 32. P. 121–130.
8. Burda J.E., Sofroniew M.V. Reactive gliosis and the multicellular response to CNS damage and disease // Neuron. 2014. V. 81. P. 229–248.
9. Fang J., Li Y.H., Li X.H., Chen W.W., He J., Xue M.Z. Effects of melatonin on expressions of β-amyloid protein and S100β in rats with senile dementia // Eur. Rev. Med. Pharmaco.l Sci. 2018. V. 22. P. 7526–7532.
10. Chaves M.L., Camozzato A.L., Ferreira E.D., Piazenski I., Kochhann R., Dall'Igna O., Mazzini G.S., Souza D.O., Portela L.V. Serum levels of S100B and NSE proteins in Alzheimer's disease patients // Journal of Neuroinflammation. 2010. 7:6.

11. Lesion F. C., Keiner S., Ebert B., Schäffner I., Jagasia R., Lie D.C., Beckervordersandforth R. Mitochondrial Dysfunction in Astrocytes Impairs the Generation of Reactive Astrocytes and Enhances Neuronal Cell Death in the Cortex Upon Photothrombotic. Frontiers in Molecular Neuroscience. 2019. 12:40.

НОВЫЕ СИНТЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ БЕНЗОФУРОКСАНОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СИСТЕМ

NEW SYNTHETIC FEATURES OF THE BENZOFUROXANE PLATFORM FOR CREATING BIOLOGICALLY ACTIVE SYSTEMS

Е.А. Чугунова,[1] Н.И. Акылбеков,[2] В.А. Самсонов,[3] А.Д. Волошина,[1] А.Р. Бурилов[1]

[1]Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань

[2]Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

[3]Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

E.A. Chugunova,[1] N.I. Akylbekov,[2] V.A. Samsonov,[3] A.D. Voloshina,[1] A.R. Burilov[1]

[1]Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

[2]Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan

[3]N.N. Vorozhtsov Novosibirsk Institute of Organic Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

Бензофуроксан, 2*H*-бензимидазол-1,3-диоксид, Бейрутская реакция, 3*H*-бензо[1,2,5]оксадиазин-4-оксид, моно-*N*-оксид 2*H*-бензимидазола, антимикробная активность, гемолитическая активность.
Бензофуроксаны представляют интерес, являясь перспективной биологически активной платформой. Мы осуществили работу по двум направлениям: реакции замещения, протекающие по изоциклическому кольцу бензофуроксана с образованием ряда «гибридных» соединений, в которых бензофуроксановые фрагменты объединены с различными фармакофорными, и реакции, протекающие по гетероциклическому кольцу, позволившие получить на основе бензофуроксанов различные гетероциклы, такие, как 2H-бензимидазол-1,3-диоксиды, бензоксадиазин-4-оксиды и моно-N-оксиды 2H-бензимидазола.

Benzofuroxan, 2H-benzimidazole 1,3-dioxide, Beirut reaction, 3H-benzo[1,2,5]oxadiazine 4-oxide, mono-N-oxide of 2H-benzimidazole, antimicrobial activity, hemolytic activity.
Benzofuroxans are of great interest from the medical point of view of chemistry, being an effective biologically active platform. We carried out our work in two directions: substitution reactions occurring along the isocyclic benzofuroxan ring with the formation of a whole series of "hybrid" compounds in which benzofuroxan fragments are combined with different pharmacophore fragments, and reactions proceeding along the heterocyclic ring, which allowed to obtain benzofuroxan-based various heterocycles, such as 2H-benzimidazole 1,3-dioxides, benzoxadiazine 4-oxides, and mono-N-oxides of 2H-benzimidazole.

Создание лекарственных препаратов на основе новых химических соединений является весьма дорогостоящим процессом, включающим годы исследований и требующим больших усилий ученых различных специальностей [1; 2]. Поэтому оптимизация уже имеющихся биологически активных веществ может стать хорошей и доступной в финансовом отношении альтернативой, которая способна обеспечить получение более эффективных и перспективных лекарственных средств. Молекулярная модификация представляется довольно привлекательной стратегией в разработке аналогов лекарств с лучшей биодо-

ступностью, более высокой биологической активностью и меньшей токсичностью.

Бензофуроксаны относятся к одному из классов гетероциклических соединений, производные которого являются донорами оксида азота. Производные бензофуроксанов, их реакционная способность и биологическая активность исследуются уже более 50 лет. В 1981 году была впервые опубликована работа [3], в которой широко изучалась биохимическая активность бензофуроксанов. За последние десятилетия изучено и описано огромное количество производных бензофуроксанов, которые проявляют широкий спектр биологической активности [4]. Некоторые бензофуроксаны запатентованы как альгициды и инсектициды. Имеются сообщения о применении бензофуроксановых соединений в качестве сосудорасширяющих препаратов. Некоторые из нитробензофуроксанов проявляют антиангинальные и антиагрегационные свойства или заявлены как эффективные агенты против болезнетворных микроорганизмов человека и животных [5]. Взаимодействие галогенсодержащих бензофуроксанов с различными нуклеофилами весьма перспективно с точки зрения получения многофункциональных соединений.

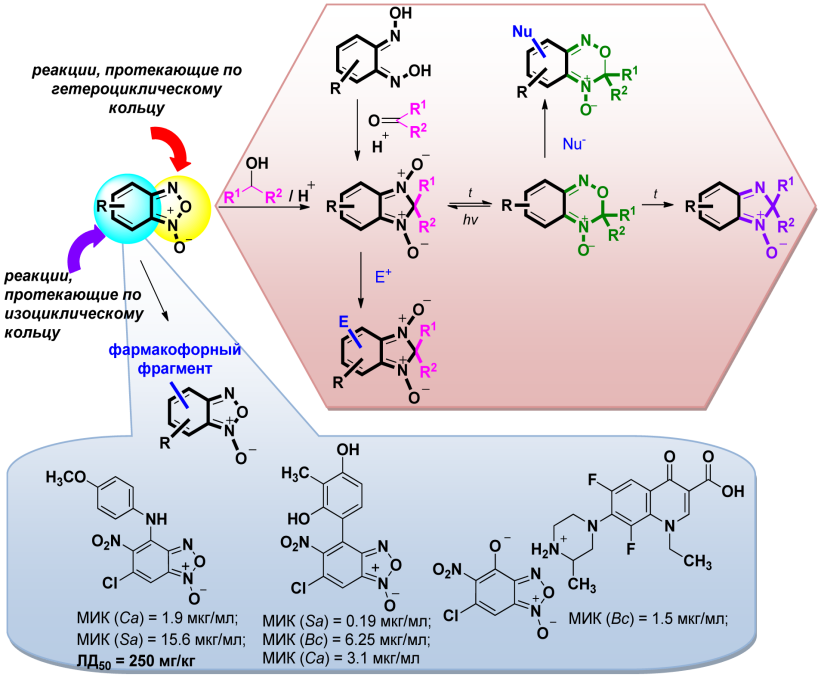
Отличительной особенностью бензофуроксанов также является легкость трансформации фуроксанового цикла под действием на бензофуроксан сильных нуклеофильных агентов в другие гетероциклы. Такие реакции называют Бейрутскими. При взаимодействии бензофуроксанов со вторичными нитроалканами в присутствии оснований образуются 2*H*-бензимидазол-1,3-диоксиды – это один из вариантов Бейрутской реакции. Однако введение в такие реакции бензофуроксанов, содержащих электроноакцепторные фрагменты, до наших исследований практически не было изучено.

В отличие от 2*H*-бензимидазол-1,3-диоксидов, 3*H*-2,1,4-бензоксадиазин-4-оксиды и моно-*N*-оксиды 2*H*-бензимидазола гораздо менее изучены и описаны лишь в нескольких литературных источниках. Следует также отметить, что биологическая активность 2*H*-бензимидазол-1,3-диоксидов изучена только в отношении бактерии *Pasteurella multocida* и паразитов *Trypanosoma cruzi* и *Leshmania spp*, в то время, как данные о биологической активности 3*H*-2,1,4-бензоксадиазин-4-оксидов и моно-*N*-оксидов 2*H*-бензимидазола отсутствуют вовсе. В то же время наличие в составе данных гетероциклов одного или двух NO-донорных фрагментов [6], несомненно, делает исследования данных соединений перспективными с точки зрения изучения их биологической активности на новых объектах.

Мы осуществили свою работу по двум направлениям: реакции замещения, протекающие по изоциклическому кольцу бензофуроксана с образованием целого ряда многофункциональных соединений, в которых бензофуроксановые фрагменты объединены с различными фармакофорными фрагментами в одной молекуле, и реакции, протекающие по гетероциклическому кольцу, позволившие получить на основе бензофуроксанов различные гетероциклы, такие, как 2*H*-бензимидазол-1,3-диоксиды, 3*H*-2,1,4-бензоксадиазин-4-оксиды и моно-*N*-оксиды 2*H*-бензимидазола (схема 1).

Большинство полученных соединений было исследовано с использованием различных биологических объектов, показана взаимосвязь «структура соединения-активность». Соединение на основе 2-метилрезорцина и 5-нитро-4,6-дихлоробензофуроксана обладает двойным действием – как против грибов, так и против бактерий. Антимикробная активность против *Staphylococcus aureus* превосходит такие антибиотики, как ципрофлоксацин и офлоксацин.

Схема 1



Бактерицидная активность соединения на основе 4,6-дихлоро-5-нитробензофуроксана и ломефлоксацина в 8 раз превышает активность исходного ломефлоксацина. Исследованные соединения проявляют низкую гемолитическую активность, не проявляют деструктивных биологических эффектов, не разрушают ДНК и белок клетки и, согласно уровням острой токсичности для млекопитающих, относятся к умеренно токсичным ($ЛД_{50}$ = 101-1000 мг/кг), что делает эти соединения перспективными для создания на их основе лекарственных препаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-33-20023.

Библиографический список

1. Charles P.G.P., Grayson M.L. The dearth of new antibiotic development: why we should be worried and what we can do about it // Med. J. Aust. 2004. № 181. P. 549–553.
2. DiMasi J.A., Hansen, R.W., Grabowski, H.G. The price of innovation: new estimates of drug development costs // J. Health Econ. 2003, 22, 151–185.
3. Ghosh P., Ternai B., Whitehouse M. Benzofurazans and benzofuroxans: biochemical and pharmacological properties // Med. Res. Rev. 1981. № 1. P. 159–187.
4. Jovené C.C., Chugunova E.A., Goumont R. The properties and the use of substituted benzofuroxans in pharmaceutical and medicinal chemistry: A comprehensive review // Mini Rev. Med. Chem. 2013. № 13. P. 1089–1136.
5. Pat. WO 2006035283, Oxazolidinone Derivates as Antimicrobials. Das B., Rudra S., Salman M., Rattan A. Prior. data 27.09.2004, Publ. date 06.04.2006. 79 p.
6. Серков И.В., Безуглов В.В. Многофункциональные соединения, содержащие органические нитраты, – прототипы гибридных лекарственных препаратов // Успехи химии. 2009. № 78. P. 442–465.

III СЕКЦИЯ
ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА ОГЭ
CHEMICAL EXPERIMENT AT THE MAIN STATE EXAMINATION

Д.Е. Алякринский
Научный руководитель **Ю.Г. Халявина**,
кандидат химических наук, доцент кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

D.E. Alyakrinskiy
Scientific adviser **Yu.G. Khalyavina**,
PhD of Chemistry, Department of Biology, Chemistry and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Химический эксперимент, экспериментальные умения, ОГЭ, КИМ.
В статье обсуждаются изменения в ОГЭ по химии 2020 года, связанные с введением реального химического эксперимента, проведен анализ заданий из демоверсии.

Chemical experiment, experimental skills, main state examination, control measuring materials.
The article discusses the changes in the main state examination in chemistry in 2020 associated with the introduction of a real chemical experiment, and analyzes the tasks from the demo version was carried out.

В 2020 году основной государственный экзамен (ОГЭ) по химии претерпел ряд весомых изменений. Главное изменение экзаменационного варианта 2020 г. – наличие в нём двух заданий, предполагающих составление уравнений двух реакций и проведение в соответствии с ними реального химического эксперимента.

Основной государственный экзамен (ОГЭ) представляет собой форму государственной итоговой аттестации, проводимой в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ основного общего образования, соответствующим требованиям ФГОС [1].

До 2020 года в КИМах было задание, предполагающее проведение «мысленного эксперимента» на основе предложенных веществ. Данное задание было ориентировано на проверку умений описывать признаки протекания химических реакций, которые следует осуществить, а также составлять уравнения этих реакций. Но это задание не было направлено на проверку таких умений, как приёмы обращения с лабораторным оборудованием, химическими реактивами и знание правил безопасной работы в химической лаборатории.

Особенность химического эксперимента, как средства обучения и познания, состоит в том, что в процессе наблюдений и при самостоятельном выполнении опытов учащиеся не только быстрее усваивают знания о свойствах веществ и химических процессах, но и учатся подтверждать знания химическими опытами, а также приобретают умение работать самостоятельно. При проведении опытов и наблюдении за происходящими процессами они познают многообразие веществ, накапливают факты для сравнений, обобщений и выводов. Учащиеся убеждаются, что сложными химическими процессами можно управлять, что в химических явлениях нет ничего сверхъестественного, они подчиняются объективным законам, постижение которых обеспечива-

ет возможность широкого использования химических превращений в практической деятельности людей [2].

За последние несколько десятилетий количество часов для изучения химии, а значит и для проведения химического эксперимента и отработку экспериментальных умений очень сократилось. Именно поэтому многие учителя пренебрегают химическим экспериментом в пользу изучения теоретического материала. Но в меняющихся условиях перед учителями стоит задача – подготовить учеников к ОГЭ не только теоретически, но и создать условия для успешного проведения химического эксперимента на экзамене. Для этого стоит на занятиях по подготовки к ОГЭ предоставлять возможность учащимся проводить эксперимент самостоятельно, а также выделять алгоритмы и понимать свои ошибки.

Все задания второй части экзамена относятся к заданиям повышенной сложности, так как проверяют предметную химическую компетентность сразу по нескольким системам знаний, умений и навыков. Экспериментальная часть не является исключением. В данной части проверяются следующие элементы содержания: химические свойства простых и сложных веществ, взаимосвязь различных классов неорганических соединений, получение и изучение свойств полученных соединений, реакции ионного обмена и условия их осуществления; правила безопасной работы в школьной лаборатории, лабораторная посуда и оборудование, получение и изучение свойств неорганических веществ различных классов [3].

Рассмотрим задание практической части демонстрационного варианта ОГЭ по химии 2020 года [4].

Задание 23 является практико-ориентированным и направлено на проверку умений планировать проведение эксперимента на основе предложенных веществ; описывать признаки протекания химических реакций, которые следует осуществить; составлять уравнения этих реакций.

Задание: *Дан раствор сульфата магния, а также набор следующих реактивов: цинк; соляная кислота; растворы гидроксида натрия, хлорида бария и нитрата калия. Используя только реактивы из приведённого перечня, запишите молекулярные уравнения двух реакций, которые характеризуют химические свойства сульфата магния, и укажите признаки их протекания.*

Вариант решения.

Для начала нужно определиться с веществами, реакция с которыми охарактеризует химические свойства сульфата магния. Пойдем по списку:

1. Цинк – металл. Металлы способны вытеснять другой металл из раствора его соли, если данный металл в ряду активности стоит левее металла из соли. Цинк менее активен, чем магний, следовательно, он не подходит.

2. Соляная кислота – кислота. Соли (в нашем случае – это сульфат магния) способны вступать в химическую реакцию с кислотами, но при условии, что в ходе реакции выпадает осадок или выделяется газ. Данная реакция протекать не будет, так как предполагаемые продукты растворимы и не газообразны.

3. Гидроксид натрия – щелочь. Соли (в нашем случае – это сульфат магния) также способны вступать в химическую реакцию со щелочами, но при условии, что в ходе реакции выпадает осадок или выделяется газ. В ходе данной реакции образуется нерастворимый гидроксид магния. Значит, данная реакция удовлетворяет нашим условиям.

4. Хлорид бария – соль. Две соли реагируют между собой, если они растворимы, и при их взаимодействии образуется осадок или газ. В ходе данной реакции образуется нерастворимый сульфат бария. Данная реакция также удовлетворяет условиям.

5. Нитрат калия – соль. Как говорилось в предыдущем пункте, две соли вступают в реакцию, если один из продук-

тов нерастворим. В ходе данной реакции все продукты растворимы. Данное соединение нам не подходит.

Далее на основе проведенного «мысленного эксперимента» можно составить уравнения двух реакций, характеризующих химические свойства сульфата магния с указанием признаков их протекания:

1) $MgSO_4 + 2NaOH = Mg(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

Признак реакции: выпадение белого осадка

2) $MgSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + MgCl_2$

Признак реакции: выпадение белого осадка

Задание 24 в экзаменационной работе органично связано по своему содержанию с заданием 23 и имеет характер реального химического эксперимента. Его выполнение требует владения не только названными выше умениями, но и умением безопасного обращения с веществами и лабораторным оборудованием.

Задание: *Проведите химические реакции между сульфатом магния и выбранными веществами в соответствии с составленными уравнениями реакции, соблюдая правила техники безопасности, приведённые в инструкции к заданию. Проверьте, правильно ли указаны в ответе на задание 23 признаки протекания реакций. При необходимости, дополните ответ или скорректируйте его.*

При проведении реального эксперимента учащиеся сталкиваются с проблемой, с которой не столкнутся «на бумаге». Проблема заключается в незнании условий проведения конкретных реакций. Многие из них протекают и при обычных условиях, как в нашем примере. Но есть реакции, для протекания которых нужны особые условия, например, подогреть реакционную смесь или хорошо встряхнуть её. Для преодоления этой проблемы при подготовке к экзамену стоит делать акцент на технологии проведения той или иной реакции. Также для этого можно использовать различные пособия с практико-ориентированными заданиями.

Как видно из формулировки заданий 23–24, сначала учащимся предлагается провести «мысленный эксперимент», записать схему превращения, а затем провести реальный химический эксперимент и проверить на практике свои предположения (теоретические знания).

В ходе выполнения химического эксперимента обучающиеся должны придерживаться следующего алгоритма:

– прочитать и проанализировать инструкцию по выполнению химического эксперимента;

– подготовить лабораторное оборудование для проведения эксперимента;

– составить схему превращений, в результате которых можно получить указанное вещество;

– проводить реакции в соответствии с составленной схемой превращений для получения указанного вещества;

– наблюдать и описывать реакции между веществами с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии;

– сделать вывод о химических свойствах веществ, участвующих в реакции, и признаках классификации реакций.

Данный алгоритм является универсальным как для проведения учебного эксперимента, так и для выполнения химического эксперимента на экзамене.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что для успешной сдачи основного государственного экзамена необходимы не только высокая теоретическая подготовка, но и опыт проведения реального химического эксперимента, навыки которого могут быть сформированы при регулярном использовании данного вида работы на уроках химии.

Библиографический список

1. Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2020 году ОГЭ по ХИМИИ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://fipi.ru/ (дата обращения: 22.04.2020).

2. Полупаненко Е.Г. Школьный химический эксперимент: учебное пособие. ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко». Луганск: Книта, 2018. 176 с.
3. Деглина Т.Е., Сладков С.А. Экспериментальные умения как компонент итоговой аттестации выпускников основной школы // Химия в школе. 2014. № 3. С. 64–68.
4. Демонстрационный вариант контрольных измерительных материалов ОГЭ 2020 года по химии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://fipi.ru/ (дата обращения: 22.04.2020).

ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ СРЕДСТВАМИ ЭКСПЕРИМЕНТА

INCREASING THE MOTIVATION OF COMPREHENSIVE SCHOOL STUDENTS DURING STUDYING CHEMISTRY BY MEANS OF EXPERIMENTATION

Т.К. Багавиева, И.А. Емельянова, А.С. Хомченко, Г.С. Качалова
Научный руководитель **Г.С. Качалова**,
кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск

T.K. Bagavieva, I.A. Emelyanova, A.S. Khomchenko, G.S. Kachalova
Scientific adviser **G.S. Kachalova**,
PhD of pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor Department of Chemistry, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk

Мотивация, обучающиеся, программа, лабораторные работы, кристаллогидрат, формула.
В данной работе рассмотрено значение лабораторных работ по химии, проводимых на базе кафедры химии ФГБОУ ВО «НГПУ» для обучающихся средних общеобразовательных школ.

Motivation, students, programme, laboratory work, crystalline hydrate, formula.
The paper discusses an importance of laboratory work on Chemistry carried out for comprehensive school students at the Department of Chemistry in NSPU.

Образовательные программы по химии различного уровня образования, как правило, содержат теоретическую и практическую часть. Теоретическая часть связана с формированием химических понятий, изучением законов и теорий, а практическая часть связана с выполнением учительского (демонстрации) и ученического химического эксперимента.

Важную роль в учебном процессе играют лабораторные занятия, широко применяемые при изучении естественнонаучных дисциплин. Это форма учебного занятия, при которой обучающийся под руководством преподавателя проводит эксперимент с целью подтверждения (иллюстрации) отдельных теоретических положений учебных тем, указанных в образовательной программе. Основными задачами лабораторных занятий являются: углубление и уточнение знаний, полученных на теоретических занятиях; формирование интеллектуальных умений и навыков планирования, анализа и обобщения; овладение приемами работы с лабораторным оборудованием; накопление первичного опыта организации самостоятельной работы.

На базе кафедры химии ФГБОУ ВО «НГПУ» разработана программа «Лабораторный практикум по химии» для обучающихся 8, 9 и 10-х классов общеобразовательных школ. Она ориентирована на развитие познавательного интереса и творческой деятельности обучающихся, на формирование у них новых знаний и компетенций, а также помощь в выборе

профиля обучения. Осваивая данную программу, обучающиеся смогут расширить и углубить свои знания по химии; получат возможность для развития общенаучных приемов интеллектуальной деятельности и познавательной активности, любознательности и интереса к химии. Практические занятия в рамках реализации данной программы призваны в той или иной мере моделировать научное сообщество и привлекать одарённых школьников к исследовательской работе. Таким образом, целью освоения программы является формирование у обучающихся знаний, умений, опыта деятельности и компетенций по химии, а также положительной мотивации к изучению данного предмета посредством практической деятельности [1].

В ходе реализации представленной программы «Лабораторный практикум по химии» осуществляется:

– ознакомление учащихся с условиями обеспечения безопасности труда, основами культуры труда, этики и общения, методическими указаниями по выполнению лабораторных и практических работ и правилами работы с ними;

– овладение навыками научного мышления, умения работать с информацией; самостоятельно осуществлять исследовательскую, опытно-экспериментальную и инновационную деятельность.

Большое место в программе уделено специальному химическому компоненту:

– ознакомлению с основами химического анализа, химической посудой;

– обучению приемам простейшего монтажа и обслуживания химического оборудования.

Приведем пример лабораторной работы, проводимой обучающимися 8-го класса естественнонаучного профиля, цель которой заключается в определении формулы медного купороса. Общеизвестно, что это соль в виде так называемого кристаллогидрогидрата – химического соединения, со-

держащего в твердом состоянии кристаллизационную воду. Формула медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, систематическое название – пентагидрат сульфата меди (II).

Известно, что кристаллогидраты при нагревании теряют кристаллизационную воду, переходя в безводные соли:

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \xrightarrow{t} CuSO_4 + 5H_2O\uparrow$$

Зная эту особенность кристаллогидратов, можно определить содержание в них воды (в %), а зная формулу безводной соли, рассчитать число молекул кристаллизационной воды, присоединяющихся к одной формульной единице безводной соли [2; 3].

Реактивы и оборудование: кристаллогидрат медного купороса ($CuSO_4 \cdot nH_2O$), фарфоровая чашка для выпаривания, лабораторный штатив с кольцом, спиртовка, спички, предметный столик, лабораторные весы.

Ход работы:

1. Предварительно взвесить на лабораторных весах чашку для выпаривания, записав её массу в журнал.

2. Взять навеску кристаллогидрата массой 1 г и поместить её в чашку для выпаривания.

3. Поместить чашку с кристаллогидратом на металлическое кольцо лабораторного штатива (работать в вытяжном шкафу).

4. Поместить спиртовку на предметный столик под кольцо с чашкой и нагревать чашку с веществом над пламенем до изменения окраски вещества.

5. Остудить и взвесить чашку с безводной солью.

6. После первого взвешивания необходимо повторить прокаливание соли в течение 3–5 мин и после охлаждения снова её взвесить. Если результаты первого и второго взвешивания совпадают, считается, что соль прокалена до постоянной массы и вода в ней отсутствует.

7. В случае расхождения данных первого и второго взвешивания прокаливание нужно повторить еще раз. Так поступают до тех пор, пока два раза не будет получен одинаковый результат.

8. Результаты всех взвешиваний записываются в таблицу:

Взвешивание	Масса, г					Цвет
	чашки	чашки с кристаллогидратом	кристаллогидрата	безводной соли	воды	
Первое						
Второе						
Третье						

9. По окончании опыта (достижения постоянной массы соли) провести необходимые расчеты и найти формулу кристаллогидрата сульфата меди по уравнению:

$$x:y = \frac{m_{CuSO_4}}{Mr_{CuSO_4}} : \frac{m_{H_2O}}{Mr_{H_2O}},$$

где x – число молей безводной соли, y – число молей воды; $m(CuSO_4)$ – масса безводного сульфата меди, г; $m(H_2O)$ – масса испарившейся воды, г; $Mr(CuSO_4)$, $Mr(H_2O)$ – молекулярные массы соединений.

Выполняя указанную лабораторную работу, обучающиеся учатся проводить взвешивание на лабораторных весах, прокаливать твердые вещества, знакомятся с кристаллогидратами и их свойствами. Они производят расчеты, применяя знания о физических величинах (масса, количество вещества, относительная молекулярная масса) при выполнении практического задания. Также учатся работать в вытяжном химическом шкафу, соблюдая правила техники безопасности при работе в химической лаборатории, знакомятся с методом установления формулы вещества. Другими словами, получают знания и умения, выходящие за рамки школьной программы.

Библиографический список

1. Багавиева Т.К., Емельянова И.А., Хомченко А.С., Качалова Г.С. Разработка программы «Лабораторный практикум по химии» для учащихся 8-х и 9-х классов // Интеграция науки и образования в системе «Школа – колледж – вуз»: материалы национальной научно-практической конференции (Новосибирск, 30 октября – 1 ноября 2019 г.). Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2019. С. 279–283.
2. Новоженов В.А. Лабораторный практикум по неорганической химии. Ч. 1: Техника лабораторных работ. Ч. 2: Поведение веществ в растворах: учеб. пособие для студ. АлтГУ. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2014. 252 с.
3. Установление состава химических соединений и их формул: Руководство к лабораторной работе для студ. НИЯУ МИФИ. Северск, 2011. С. 9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ

RESEARCH OF ECOLOGICAL STATE OF EDUCATIONAL AUDIENCE

С.П. Бояринова, Г.А. Николаев
Кафедра гражданской защиты и управления в кризисных ситуациях Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск

S.P. Boyarinova, G.A. Nikolaev
Department of Civil Protection and Crisis Management, Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, Zheleznogorsk

Аудитория, СанПин, площадь, освещение, вентиляция, температура, влажность, воздух.

В работе проведено исследование качественного состояния учебной аудитории академии, обнаружено, что в аудитории недостаточно освещения.

Audience, SanPin, area, lighting, ventilation, temperature, humidity, air.
The study conducted a study of the quality of the academic audience of the Academy, it was found that the audience is insufficient.

Научно-исследовательская работа обучающихся является одним из важнейших средств повышения качества подготовки и воспитания специалистов с высшим профессиональным образованием, способных творчески применять в практической деятельности достижения научно-технического и культурного прогресса.

Привлечение к научно-исследовательской работе обучающихся позволяет использовать их творческий потенциал для решения актуальных задач научно-исследовательских работ (НИР).

Основными задачами научно-исследовательской работы обучающихся являются:

– овладение научным методом познания, углубленное и творческое освоение учебного материала;

– обучение методологии и средствам самостоятельного решения научных задач;

– привитие навыков работы в научных коллективах, ознакомление с методами и приемами организации НИР.

Научно-исследовательская работа курсантов по исследованию экологического состояния учебной аудитории академии является продолжением и углублением учебного процесса.

От экологического состояния аудиторий в значительной степени зависят самочувствие, работоспособность, настроение, успехи в учебе и в целом здоровье обучающихся. Экологическая среда определяется совокупностью факторов условий среды – составом воздуха, температурой, освещенностью, влажностью и рядом других показателей.

В ходе исследования были определены показатели основных экологических факторов и их соответствие гигиеническим нормам, а именно:

– качество воздушной среды в аудитории;

– уровень естественной и искусственной освещенности;

– соответствие ученической мебели ростовым размерам;

– соответствие окраски мебели, стен, нормам СанПин [1].

Для проведения исследований использовалась не только хорошо известная методика Колесова Д.В., Маша Р.Д., описанная в учебном пособии «Основы гигиены и санитарии» [2], но и современная миниэкспресс-лаборатория «Пчелка – У» с методическим обеспечением Муравьева А.Г. [3]. Основными методами исследования явились: наблюдение, описание, измерение, сравнение.

1. Выявление соответствия площади и объема помещения санитарно-гигиеническим нормам

Оборудование: рулетка, калькулятор.

Ход работы:

1. Измерили ширину и длину аудитории и определили ее площадь: S = длина х ширина, S = 7,04 х 5,89, S = 41,5 м^2.

2. Рассчитали, какая площадь приходится на одного ученика: $S_{уч}$ = S:n , где n – количество рабочих мест в аудитории $S_{уч}$ = 41,5 : 28, $S_{уч}$ = 1,48 м^2.

3. Измерили высоту аудитории и определили объем аудитории: V = S x h, где h – высота аудитории. V = 41,5 х 2,81, V = 116,6 м^3.

4. Рассчитали, какой объем приходится на одного ученика: $V_{уч}$ = V: n, где n – количество рабочих мест в аудитории. $V_{уч}$ = 116,6: 28, $V_{уч}$ = 4,16 м^3.

5. Сравнили полученные данные с санитарно-гигиеническими нормами.

Таблица 1

Соответствие площади и объема помещения санитарно-гигиеническим нормам

Показатели	СанПин 2.4.2.2821-10	Аудитория
Площадь аудитории в расчете на одного обучающегося	2,5 $м^2$	1,48 $м^2$
Объем аудитории в расчете на одного обучающегося	4,0-5,0 $м^3$	4,16 $м^3$

Вывод: площадь аудитории не соответствует санитарно-гигиеническим нормам, объем аудитории соответствует.

2. Проверка соответствия уровня вентиляции санитарно-гигиеническим нормам

Оборудование: рулетка, калькулятор.

Ход работы:

1. Подсчитали количество фрамуг – 3.
2. Измерили ширину и длину фрамуги и определили ее площадь: S = длина х ширина, S = 1,26 х 0,58, S = 2,17 $м^2$.
3. Рассчитали общую площадь фрамуг: 2,17 х 3 = 6,51 $м^2$. Рассчитали отношение площади пола к площади фрамуг: $S_{пола} / S_{фрамуг}$ = 41,5: 6,51 = 6, 37 $м^2$.

Таблица 2

Соответствие уровня вентиляции санитарно-гигиеническим нормам

Показатели	СанПин 2.4.2.2821-10	Аудитория
Отношение площади пола к площади фрамуг	Не менее 1:50 (1,5 $м^2$)	6,37 $м^2$

Вывод: уровень вентиляции в аудитории соответствует санитарно-гигиеническим нормам.

3. Определение температуры воздуха

Оборудование: бытовой термометр.

Ход работы:

1. Измерение температуры воздуха в аудитории проводили 3 раза в день: 8:00, 14:00, 18:00 в период с 20.02.2020 по 24.02.2020.

2. Подсчитали среднее значение температуры за каждый день.

3. Сравнили полученные данные с санитарно-гигиеническими нормами.

Таблица 3

Соответствие температуры воздуха санитарно-гигиеническим нормам

Дата	Температура воздуха СанПин 2.4.2.2821-10, ºС	Температура воздуха в аудитории, ºС
20.02.2020	18-24	23
21.02.2020	18-24	23
22.02.2020	18-24	25
23.02.2020	18-24	25
24.02.2020	18-24	24

Вывод: температура воздуха в аудитории 22.02 – 23.02 выше нормы на 1ºС. Это объясняется солнечной, теплой погодой в данные дни. Повышение температуры незначительное и легко корректируется проветриванием аудитории по время перерывов между учебными занятиями.

4. Определение относительной влажности воздуха

Оборудование: гигрометр психометрический ВИТ-2.

Ход работы:

1. Измерение влажности воздуха в аудитории проводили 1 раз в день в 14:00 в период с 20.02.2020 по 24.02.2020.

2. Сравнили полученные данные с санитарно-гигиеническими нормами.

Таблица 4

Соответствие относительной влажности воздуха санитарно-гигиеническим нормам

Дата	Относительная влажность воздуха СанПин 2.4.2.2821-10, %	Относительная влажность воздуха в аудитории 2.1.42, %
20.02.2019	40-60	40
21.02.2019	40-60	46
22.02.2019	40-60	42
23.02.2019	40-60	42
24.02.2019	40-60	44

Вывод: относительная влажность воздуха в аудитории соответствует санитарно-гигиеническим нормам.

5. Определение естественной освещенности в аудитории

Формула расчета естественной освещенности СК = S_0 / S_n, где СК – световой коэффициент, S_0 – площадь остекления, S_n – площадь пола.

S окна = 1,97 х 1,16 = 2,28 м^2.

S_0 = 2,28 х 3 = 6,84 м^2; СК = 6,84 / 42, СК = 0,16 м^2.

Вывод: световой коэффициент 0,16 м, что не соответствует допустимым санитарно-гигиеническим нормам (0,2 – 0,25 м^2).

6. Определение искусственной освещенности в аудитории

Формула расчета искусственной освещенности класса КИО = Р * (n / s), где КИО – коэффициент искусственного освещения, Р – мощность лампы, n – количество ламп, S – площадь пола. КИО = 18 * (36 / 42), КИО = 15,42 Вт/м^2. Коэффициент искусственного освещения при наличии люминесцентных ламп должен быть не менее 20 Вт/м^2.

Вывод: коэффициент искусственного освещения в аудитории составляет 15,42 Вт/м^2, что ниже санитарно-гигиенической нормы.

Таблица 9

Определение естественной и искусственной освещенности в аудитории

Показатель	Допустимый уровень СанПиН 2.4.2.2821-10	Уровень в аудитории биологии
Световой коэффициент	0.2-0.25 $м^2$	0,16 $м^2$
Коэффициент искусственной освещенности	20 $Вт/м^2$	15, 42 $Вт/м^2$

Вывод: уровень естественной освещенности в норме, а уровень искусственной освещенности ниже нормы, что свидетельствует о недостаточном количестве люминесцентных ламп в аудитории.

Таким образом, научно-исследовательская деятельность студентов является неотъемлемой составной частью обучения и подготовки квалифицированных специалистов академии, способных самостоятельно решать профессиональные, научные и технические задачи.

Библиографический список

1. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 декабря 2010 г. № 189 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10 „Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях”».
2. Колесов Д.В. Основы гигиены и санитарии: учеб. пособие для 9–10 кл. сред. шк. / Д.В. Колесов, Р.Д. Маш. М.: Просвещение, 1989. 192 с.
3. Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчелка-У» и ее модификаций при учебных экологических исследованиях / под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. Изд. 4-е, перераб. и дополн. СПб.: Крисмас+, 2012. 144 с.

ФРОНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ НА УРОКАХ ХИМИИ В 8 КЛАССЕ
FRONTAL CONTROL METHODS IN CHEMISTRY LESSONS IN GRADE 8

Н.В. Гацко
Научный руководитель **Ю.Г. Халявина**,
кандидат химических наук, доцент кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

N.V. Gatsko
Scientific adviser **Yu.G. Khalyavina**,
PhD of Chemistry, Department of Biology, Chemistry and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Контроль, методы устного контроля, фронтальный опрос, методика преподавания химии.
В статье рассмотрены фронтальные методы оценивания знаний обучающихся как способ поддержания дисциплины на уроке и концентрации внимания на учителе; приведены результаты апробации на уроках химии в 8 классе; разработаны рекомендации учителям молодого поколения.

Control, methods of oral control, frontal survey, chemistry teaching methods
The article considers frontal methods for assessing students' knowledge as a way to maintain discipline in the lesson and focus on the teacher; the results of testing in chemistry classes in grade 8 are given; recommendations for teachers of the younger generation were developed.

Основным показателем качества современного образования является сформированность образовательных компетенций обучающихся. Их уровень оценивают с помощью методов контроля, определяемых педагогической дидактикой. Но современные обучающиеся поколения Z кри-

тически относятся к оценке учителем их образовательных достижений, поэтому контроль результатов обучения должен быть максимально объективным. Решить эту проблему можно через эффективную организацию фронтальной работы, где каждый обучающийся в системе «ученик – учитель» способен показать уровень предметных знаний и умений в реальном времени.

Тема организации фронтальных методов оценивания является актуальной в настоящее время, так как молодые учителя в процессе проверки знаний не всегда могут удержать внимание обучающихся, что связано с трудностями поддержания дисциплины на уроке. Поэтому правильно организованный фронтальный контроль результатов обучения позволяет не только объективно оценивать знания каждого обучающегося, но и поддерживать дисциплину на уроке на высоком уровне.

В настоящее время выделяют следующие методы устного контроля знаний [3]: индивидуальный опрос, фронтальный опрос, опрос по видеофрагменту, комбинированный опрос, опрос по цепочке, фронтальная контролирующая беседа, взаимоопрос, щадящий опрос.

Индивидуальный опрос является самым кратковременным и результативным. Он позволяет учителю получить полное представление об уровне знаний одного ученика, но при этом большая часть класса остается пассивной и не работает во время опроса. Поэтому учителю необходимо постоянно следить за классом с целью поддержания дисциплины на уроке.

Как отдельный тип индивидуального опроса выделяют *опрос по видеоролику*. Учитель демонстрирует видеофрагмент, подобранный в соответствии с темой урока без звукового сопровождения. Задача ученика прокомментировать происходящее в видеофрагменте явление. Такой тип опроса будет полезен на уроках химии, так как он позволяет проверить знания обучающихся о химических реакциях.

С целью уменьшения времени проверки знаний во многих школах применяется *уплотненный (комбинированный) опрос*. Его особенностью является использование как устных, так и письменных методов опроса. Учитель вызывает к доске одного ученика для устного ответа, а двум или трем учащимся дает задание, написанное на дидактической карточке. Пока первый отвечает, другие готовятся к ответу. Во время опроса приглашенных к доске учеников учитель старается задействовать весь класс, требуя дополнения или замечания от остальных учащихся.

Для того, чтобы проверить знания практически всех учащихся, педагогами используется *фронтальный опрос*. При этом учитель задает классу ряд вопросов, требующих краткого ответа. Для активизации внимания и умственной деятельности школьников фронтальный опрос должен проводиться в быстром темпе.

Чтобы проверить знания у 10–15 обучающихся за урок применяют *опрос по цепочке*. Для этого учитель заранее составляет сеть логически взаимосвязанных вопросов по теме в системе от простого к сложному. Этот вид опроса является психологически сложным для обучающихся, так как они заранее не знают, какой вопрос достанется именно им. Такой способ проверки знаний держит в напряжении большую часть класса на протяжении всего опроса, так как каждому обучающемуся необходимо внимательно слушать ответ предыдущего опрашиваемого, чтобы логически понять, какой вопрос по системе усложнения ему задаст учитель.

Из фронтального опроса в последнее время стала вычленяться *фронтальная контролирующая беседа* [1]. Учитель вызывает двух учащихся к доске, а с остальными обучающимися класса проводит фронтальную беседу. При беседе учитель старается включить в работу весь класс. После того как двое обучающихся у доски подготовятся к ответу, учитель прекращает беседу с классом, проверяет правильность

выполнения заданий и проводит общее обсуждение. Сложность такого вида опроса заключается в том, что учитель, беседуя с классом, должен одновременно присматривать за теми, кто готовит ответы у доски, чтобы они не переговаривались с целью получения подсказки.

Для того чтобы научить школьников проверять и самостоятельно оценивать знания одноклассников, применяют *взаимоопрос* [2]. Ученики работают в паре и опрашивают друг друга по вопросам с ответами, выданными им учителем на дидактических карточках. После того как обучающиеся опросят друг друга, учитель объявляет им критерии оценивания, и они могут самостоятельно поставить отметку своим одноклассникам.

Как альтернативу взаимоопросу можно использовать *щадящий опрос*. Класс разбивается по вариантам. Учитель задает вопрос. На него отвечает ученик первого варианта своему соседу по парте. Затем учитель объявляет правильный ответ. Обучающийся, выполняющий второй вариант, прослушав ответ учителя, сравнивает его с ответом своего одноклассника и ставит ему оценку. Затем ученики меняются ролями. В конце опроса учащиеся ставят друг другу итоговые оценки.

Анализируя вышеописанные методы, можно прийти к выводу, что устных методов контроля знаний сравнительно немного, но благодаря им учитель имеет полную картину о знаниях каждого ученика, а также об их умениях представлять эти знания перед всем классом.

Для сравнительной оценки эффективности методов фронтального контроля была проведена апробация данных методов в МБОУ Лицей №10 Октябрьского района г. Красноярска, в 8Б классе при изучении тем раздела «Соединения химических элементов» курса химии 8 класса. Эффективность методов фронтального оценивания определялась с помощью рефлексии, проводимой после каждого апробиро-

ванного метода по следующей методике: на этапе подведения итогов учитель раздавал всем ответившим за урок обучающимся листы обратной связи, содержащие три вопроса:

1. Вы ответили на вопрос/выполнили задание?
   а) Добровольно; б) вызвал учитель.
2. При ответе на вопрос Вы знали ответ?
   а) Полностью; б) частично; в) не знал(а) ответа.
3. Вам понравилось отвечать на вопросы на уроке?
   а) Да; б) нет.

Для каждого метода был проведен анализ результатов анкетирования с целью выявления наиболее эффективных методов оценивания.

Степень добровольности обучающихся и знание ответа легли в основу критерия оценки эффективности методов – концентрации внимания школьников на задаваемых им вопросах. Чем большее количество обучающихся (в %) проявляет инициативу при ответе на вопросы, тем эффективнее становится метод устного оценивания результатов обучения.

Результаты исследования представлены на рисунке 1.

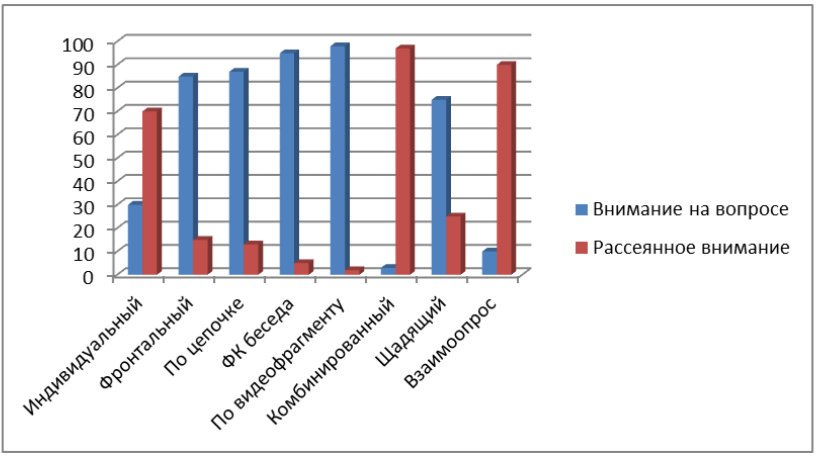


Рис. 1. Концентрация внимания при различных методах фронтального оценивания

Анализ диаграммы показывает, что к наиболее эффективным методам устного оценивания относятся следующие:

1. Опрос по видеофрагменту. Несмотря на высокий уровень концентрации внимания, этот опрос применим только к комбинированным урокам, когда школьники уже изучили какое-либо химическое явление на лабораторном уроке.

2. Фронтальная контролирующая беседа также показывает высокий уровень концентрации внимания учащихся, так как опрашиваемые ученики сосредоточены только на своих вопросах и ориентированы на получение оценки. Кроме того, данный метод имеет обучающий характер и уместно применим на этапе закрепления темы.

3. Опрос по цепочке эффективен при проверке знаний не только сильных, но и слабых учащихся. Учитель, опросив 10–15 человек, может понять уровень усвоения материала большинством учащихся класса. Школьники стремятся правильно выполнить свое задание, поэтому их внимание сосредоточено на учителе. Кроме того, на каждом уроке при проведении такого типа опроса школьников держит в напряжении тот факт, что до них может дойти очередь отвечать, так как неизвестно, с какого ряда – 1-го, 2-го или 3-го – начнется опрос. Обучающиеся постепенно привыкают к «эффекту неожиданности», престают бояться отвечать и стремятся заработать оценку за урок.

4. Не менее эффективным оказался и традиционный фронтальный опрос. С каждым разом обучающиеся понимают, что это для них единственный способ проявить инициативу при ответе на несложный вопрос и заработать оценку.

Таким образом, приведенные методы фронтального контроля дадут молодому учителю возможность сконцентрировать внимание учеников и преодолеть трудности в поддержании дисциплины на уроках. Кроме того, автор советует учителям будущего поколения выбирать тот метод опроса,

который соответствует содержанию и условиям урока, чтобы объективно оценивать знания всех обучающихся.

Библиографический список

1. Современные открытые уроки химии в 8–9 классах / Сгибнева Е.П., Скачков А.В. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 320 с.
2. Шакиров Р.Х., Буркитова А.А., Дудкина О.И. Оценивание учебных достижений учащихся: методическое руководство. Бишкек: Блим, 2012. 80 с.
3. Шутова Г. 30 способов проведения опроса на уроке. [Электронный ресурс]. URL: https://pedsovet.su/metodika/5992_sposoby_oprosa_uchenikov (дата обращения: 17.04.2020).

МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В УСЛОВИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ

METHODS OF TEACHING CHEMISTRY IN THE PENITENTIARY SYSTEM

А.С. Геннадьева
КГКОУ «Краевая вечерняя (сменная) общеобразовательная школа № 10», г. Красноярск

A.S. Gennadeva
KGKOU «Regional evening (shift) comprehensive school № 10», Krasnoyarsk

Специфика работы учителя в условиях пенитенциарной системы, методы преподавания химии в школах закрытого типа.
Изучена специфика работы педагога в школах закрытого типа. Приведены методы обучения, используемые на уроках химии в условиях пенитенциарной системы.

Specifics of the teacher's work in the conditions of the penitentiary system, methods of teaching chemistry in closed schools.
The specifics of the teacher's work in closed schools are studied. The methods of teaching used in chemistry lessons in the conditions of the penitentiary system are given.

При изучении процесса социальной адаптации выпускников специальных школ закрытого типа становится все более очевидно, что, только обладая высоким уровнем знаний, сформированностью умений и навыков по всем школьным дисциплинам, выпускники специальных общеобразовательных школ закрытого типа могут достаточно безболезненно адаптироваться в прежнюю среду, которую они покинули несколько лет назад. Образование позволяет преодолеть все виды отчуждения: от семьи (налаживаются контакты с близкими), от профессии (приобретаются профессиональные знания, что позволяет в будущем получить хорошую работу), от самого себя (появляется самоуважение, изменяется самовосприятие) [1].

Педагог пенитенциарной системы обучения имеет дело с разновозрастным составом учеников (18–30 лет в ИК), что несомненно требует поиска более подходящих методов и форм обучения, активизирующих учебную деятельность учащихся. Более того, усложняет процесс обучения утрата учащимися интереса к обучению еще до лишения свободы, сложный характер ввиду пребывания в криминальной среде.

Отсюда следует, что педагогу в условиях работы пенитенциарной системы необходим индивидуальный подход, а также освоение идей андрагогики, которая раскрывает особенности освоения знаний и умений взрослым субъектом, а также дает понять педагогу, как руководствоваться своей деятельностью в данных условиях.

Обучение химии в школах закрытого типа станет более эффективным, если будут:

– дано методологическое обоснование методам, формам и средствам обучения химии, способствующим активизации учебной деятельности учащихся;

– учтены психолого-педагогические основы деятельности в условия школы пенитенциарной системы;

– определен алгоритм действий, стимулирующих учебную мотивацию [2].

Как спланировать и провести урок, чтобы каждый учащийся, независимо от уровня знаний и возраста, стал его участником? В условиях школы пенитенциарной системы такое обучение – это не только сообщение новой информации, но и использование современных методик обучения, позволяющих создать необходимые условия для дальнейшего развития индивидуальных способностей учащихся.

На уроках химии я использую методы личностно ориентированного обучения, деятельностный подход, проблемное обучение.

Целью личностно ориентированного обучения является не только овладение знаниями, умениями, навыками, интеллектуальное развитие каждого ученика на уровне, соответствующем его индивидуальным особенностям, но и формирование коммуникативных умений, нравственное воспитание личности, и, в первую очередь, воспитание таких общепризнанных ценностей, как открытость, честность, альтруизм, доброжелательность, сопереживание, взаимопомощь [2].

Ключевыми идеями личностно ориентированного обучения в моей педагогической практике являются: ученик – центральная фигура; взаимное уважение к личности, а не назидание со стороны учителя; главной является деятельность в познании химии, а не ее преподавание; психологический комфорт на уроке.

Я использую в своей работе следующие технологии личностно ориентированного обучения: технологию разноуровневого обучения, игровую, информационно-коммуникационную технологию. Именно эти технологии обеспечивают комфортные, бесконфликтные условия развития личности.

Особенность личностно ориентированных технологий заключается в том, что учащимся на уроках предоставляется право высказывать свою точку зрения, задавать вопросы,

а учитель стремится к созданию благоприятной психологической среды на уроке.

Технология разноуровневого обучения предполагает использование индивидуальной самостоятельной работы, предназначенные для всех учащихся класса, но с учетом разного уровня учеников. Цель – изучить один материал, но в облегченных вариантах есть подсказки к решению. Вариант повышенной сложности исключает подсказки. Так как мы изучаем химию по программе базового уровня, я использую двухуровневые задания, среднего и базового уровня.

Дифференцированное обучение использую на всех этапах урока: при проверке и закреплении знаний, работе с книгой, проведении практических работ, решении задач.

Например, в процессе изучения темы «Соли» в 8 и 12 классах закрепление знаний провожу по вопросам нарастающей трудности:

– Какие вещества называют солями?

– Дайте определение солей с точки зрения электролитической диссоциации.

– По каким признакам классифицируют соли?

– Что общего и различного между основными и кислыми солями?

Примеры игровых технологий:

Игры-тренажеры «Логические цепочки».

Я говорю начало фразы: «Алюминий – металл». Первый ученик повторяет его и придумывает продолжение со словами «потому что», «следовательно», «однако». Затем все сказанное повторяет и продолжает следующий ученик. Тот, кто не смог продолжить цепочку, выбывает из игры.

«Продолжи ряд»: заданы несколько членов ряда. Нужно обнаружить закономерность чередования объектов и продолжить ряд: Na, Mg, Al... [3].

Современный урок невозможен без использования информационно-коммуникационных технологий.

В условиях пенитенциарной системы на уроках химии большинство лабораторных опытов демонстрируется через видеоматериалы, что подчеркивает важность данной формы.

На каждом уроке химии я использую технологии ИКТ, демонстрируя, например, модель строения атома, лабораторные опыты, видео о химических и физических свойствах различных химических веществ.

Личностно ориентированное обучение на моих уроках тесно связано с методами проблемного и деятельностного обучения. Цель проблемного обучения – «научить ученика мыслить». Интерес появляется через проблемную ситуацию.

Проблемные ситуации, в которых неизвестным является цель, оправданно создаются и достаточно успешно решаются при установлении причинно-следственных зависимостей между строением вещества и его свойствами [4].

Пример постановки познавательных задач, имеющих практическое значение. Тема «Карбоновые кислоты» в 10 классе.

Задача: согласны ли вы со старинным рецептом, в котором рекомендуют после мытья головы ополаскивать волосы слабым раствором уксусной кислоты? Объясните свою точку зрения.

В заключение хотелось бы сказать, что учитель пенитенциарной системы должен стремиться к формированию у учеников положительного отношения к учебе, используя индивидуальный подход, современные методы и технологии, и при этом быть добрым человеком, создавая благоприятную атмосферу на уроке.

Библиографический список

1. Зайцев С.Е. Дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2010. С.18.
2. Официальный сайт «Социальная сеть работников образования» [Электронный ресурс]. Режим доступа https://nsportal.ru/shkola/

khimiya/library/2013/12/19/lichnostno-orientirovannoe-obuchenie-na-urokakh-khimii-v-shkole (дата обращения: 01.05.2020).
3. Официальный сайт «Видеоуроки» [Электронный ресурс]. Режим доступа https://videouroki.net/razrabotki/material-na-temu-ispolzovanie-igry-na-urokakh-khimii.html (дата обращения: 01.05.2020).
4. Официальный сайт «Российский учебник» [Электронный ресурс]. Режим доступа https://rosuchebnik.ru/upload/iblock/3de/3defd783882ca72ebde510f7c3792abe.docx (дата обращения: 01.05.2020).

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ХИМИИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

ORGANIZATION OF PRIMARY ACTIVITY IN CHEMISTRY AT ELEMENTARY SCHOOL

А.О. Жаров[1,2], Ф.Н. Миронов[2]
[1]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург
[2]ГБОУ школа № 197, г. Санкт-Петербург

A.O. Zharov[1,2], F.N. Mironov[2]
[1]Herzen State Pedagogical University of Russia, St.-Petersburg
[2]High school 197, St.-Petersburg

Внеурочная деятельность, модульное построение курса, социальное партнерство, химия в начальной школе, естественонаучная картина мира.
В работе рассматривается пример курса внеурочной деятельности общеинтеллектуального направления, а именно естественнонаучной направленности, в начальной школе на основе принципа модульности.

Extracurricular activities, modular course, social partnership, chemistry in elementary school, natural science picture of the world.
The paper considers an example of a course of extracurricular activities of the general intellectual direction, namely the natural science direction, in elementary school, based on the principle of modularity.

В Федеральном проекте «Успех каждого ребенка» нацпроекта «Образование» указано на необходимость выявления талантов каждого ребенка и концентрации на ранней профориентации с последующим построением индивидуальной образовательной траектории в соответствии с выбранными профессиональными компетенциями [1]. Один из эффективных путей реализации поставленной цели – создание возможности ребенку проявить свои таланты в различных областях. В связи с принятием Национальной технологической инициативы все больше внимания уделяется развитию инженерного и естественнонаучного образования.

Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования предполагает:

– развитие личности учащегося на основе усвоения универсальных учебных действий, познания и освоения мира;

– рост творческого потенциала, познавательных мотивов, обогащение форм взаимодействия со сверстниками и взрослыми в познавательной деятельности [2].

Современный выпускник начальной школы должен быть любознательным, активно и заинтересованно познающим мир [2].

Всё вышесказанное нашло свое отражение в создании внеурочного курса «Цветной калейдоскоп» общеинтеллектуального направления.

Данный курс рассчитан на учащихся 3 и 4 классов, осваивающих программу начального общего образования. Реализуется курс в течение года (4 четверти) по модульному принципу:

1 четверть – модуль «физическая направленность»;

2 четверть – модуль «химическая направленность»;

3 четверть – модуль «географическая направленность»;

4 четверти – модуль «биологическая направленность».

Рассмотрим более подробно содержание и форму проведения занятий химической направленности. Отдельно хочется отметить, что крайне важным является не только содержание занятий, но и форма их проведения. Занятия по внеурочной работе проводятся в формах, отличных от урочных. Это могут быть: игры, беседы, круглые столы, поисковые и научные исследования, проектная деятельность, соревнование, экскурсии. Ведь одна из главных задач внеурочного курса – вызывать у учащихся интерес к изучению естественнонаучных дисциплин, стать внимательнее к окружающему миру.

Занятие 1. Место химии в системе естественных наук. Что изучает химия? Конечно, в начале знакомства с учащимися необходимо определиться, что такое химия, что она изучает. Очень удобным является то, что на занятия химической направленности учащиеся пришли после занятий физической направленности и уже знакомы с понятием «тело». Можно показать взаимосвязь окружающего мира, определив, что вещество – это то, из чего состоит тело. Интересно поиграть в подвижные игры в рамках данной темы. Например, учащиеся хлопают 1 раз в ладоши (или приседают), когда учитель называет вещество, а не тело.

Занятие 2. Развивая определение науки «химия», следует перейти к тому, что химия – это наука не только о веществах, но и их свойствах. Предложите учащимся описать какой-либо объект. Определите физические свойства вещества, описав их в форме карточки с местом под рамку, которую они смогут оформить в химической тематике, уже изучив кабинет химии. В рамках данного занятия можно предложить учащимся описать два выданных в пробирках вещества: поваренную соль и серу. В стаканчике предоставьте учащимся воду для проверки растворимости веществ в воде. Поваренную соль можно заменить кристалликами хлорида кобальта (II), кото-

рые при растворении в воде дадут раствор розового цвета, что вызовет восторг у учащихся. Следует обратить внимание учащихся на технику безопасности.

Занятие 3. Если занятие 2 было посвящено физическим свойствам, то 3-е занятие можно посвятить изучению химических свойств. А химическое превращение сопровождается признаками реакции. Младшим школьникам всегда интересно то, что связано именно с ними. Поищите вместе с учащимися химические реакции, окружающие именно их. Это и изменение цвета листвы осенью, это и выделение газа, когда мама во время приготовления пирогов добавляет уксус к соде, это и ржавление железа, это и горение древесины. Признаки, по которым можно судить о химическом явлении, школьники должны определить сами, посмотрев ряд несложных опытов: «вулканчик» (термическое разложение дихромата аммония), вспыхивание тлеющей лучинки при внесении в пробирку с протекающей реакцией каталитического разложения пероксида водорода. В своей практике мы разрешали школьникам самостоятельно провести некоторые химические реакции и самостоятельно определять их признак. При проведении данной работы использовали только капельницы и микротитрационные планшеты.

Занятие 4. Учащиеся 3 и 4 классов уже знакомы из курса «Окружающий мир» с темами «Воздух» и «Вода». С целью расширения и углубления имеющихся знаний, занятие 4 посвящено воде. Формы и содержание занятий по данной теме очень разнообразны. Благодаря сотрудничеству с ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», данное занятие мы проводим в их образовательном центре. Очень важно, чтобы внеурочная работа выходила за рамки школы! Там младшие школьники в рамках серии интерактивных занятий знакомятся с круговоротом воды в природе, участвуют в эстафетах, узнают о способах очистки воды и принимают участие в работе «ЛАВ –

лаборатории анализа воды». О необходимости взаимодействия школы, организаций дополнительного образования, вузов и производства говорится очень много на различных дискуссионных площадках. Таким образом, мы можем в полной мере реализовать все поставленные цели внеурочного курса.

Занятие 5. Знакомство с составом воздуха. Важно, чтобы учащиеся знали о том, что воздух – это смесь газов, а не индивидуальное вещество. Важно провести взаимосвязь с биологией, рассказав о роли растений на планете. В качестве химического эксперимента можно предложить учащимся через трубочку выдыхать воздух через раствор гидроксида кальция и наблюдать помутнение известковой воды.

Развивая данный внеурочный курс, мы добавили работу учащихся со STA-модулями, нацеленными на начало формирования способности младших школьников самостоятельно формулировать вопросы проблемного и исследовательского характера; приобретения опыт общения с природой, осознавая себя частью этой природы.

Опыт такого построения внеурочного курса естественнонаучной направленности оказался успешным, о чем свидетельствует рост интереса учащихся к естественнонаучным дисциплинам, умение видеть причинно-следственные связи и начало формирования единой естественнонаучной картины мира. Следует отдельно отметить, что важными составляющими курса внеурочной деятельности становятся социальное партнерство и создание новой образовательной среды.

Библиографический список

1. Национальный проект «Образование». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.gov.ru/national-project (дата обращения: 01.05.2020).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://fgos.ru/ (дата обращения: 01.05.2020).

МЕТОД ПРОЕКТОВ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
PROJECT METHOD AND ITS USE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Ю.Н. Коваль,
доцент кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск

Yu.N. Koval,
Associate Professor of Engineering and Forensics Department Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, Zheleznogorsk

Образовательный процесс, химия, лабораторная работа, COVID-19.
На сегодняшний день из-за новой короновирусной инфекции системе образования необходимо адаптироваться к изменяющимся условиям жизни. Современное общество заинтересовано в специалистах, способных самостоятельно и активно действовать. Система дистанционного обучения «Прометей», созданная на базе образовательного учреждения, позволяет проводить занятия удаленно на период «самоизоляции». В целях решения проблем, связанных с применением удаленной площадки при выполнении лабораторных занятий по дисциплине «Химия», предложен метод проектов. Метод позволяет активно привлекать обучающихся к образовательному процессу, не теряя в качестве образования.

Educational process, chemistry, laboratory work, COVID-19.
Today, due to the new coronovirus infection, the education system needs to adapt to changing living conditions. Modern society is interested in specialists capable of acting independently and actively. The Prometheus distance learning system allows you to conduct classes remotely for the period of «self-isolation.» In order to solve the problems associated with the use of a remote site when performing laboratory exercises in the discipline «Chemistry», a project method is proposed. The method allows you to actively attract students to the educational process, without losing the quality of education.

Из-за неблагоприятной ситуации с распространением нового вирусного заболевания COVID-19 с начала марта 2020 года более 80% вузов России перешли на дистанционное обучение. Главная задача профилактических мер – это ограничение контактов среди обучающихся и работников учебной организации, ведь чем меньше контактов, тем меньше шансов заразиться. В связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией и существующей угрозой распространения инфекции ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», как и многие другие вузы страны, перешла на дистанционную систему обучения.

Дистанционная система обучения – это качественно новая форма образования, которая дает возможность функционирования систем массового непрерывного самообучения. Она дает равные возможности всем обучающимся. Именно эта система может наиболее адекватно и гибко реагировать на потребности общества. Так как единого портала с полноценным онлайн-обучением в России не существует, вузы используют рекомендованные либо самостоятельные интернет-ресурсы. На площадке академии существует система дистанционного обучения «Прометей», основной целью которой является повышение качества общего образовательного процесса; мониторинг знаний, повышение управляемости и сокращение нагрузки на преподавателей.

Система дистанционного обучения «Прометей» позволяет проводить занятия удаленно на период «самоизоляции». Данный тип характеризуется целенаправленностью в условиях интеграции аудиторной и внеаудиторной учебной деятельности субъектов образовательного процесса на основе использования и взаимного дополнения технологий электронного, дистанционного и мобильного обучения при наличии самоконтроля обучающегося. Все виды активности, которые наблюдаются в течение изучения

предмета, логически связаны между собой, и, как результат, студент получает целостный учебный опыт.

Проблемы, связанные с применением данной площадки, – это сложность выполнения лабораторных занятий по дисциплине «Химия», где требуется активное участие обучаемого [2].

Цель педагогического исследования – разработка и внедрение методов проектов на лабораторных занятиях по химии.

Во время педагогического эксперимента осуществлялась автоматизированная обработка результатов анкетирования, что усилило уровень достоверности полученных результатов, а использование некоторых моделей технологии проектного обучения в образовательном процессе обусловило получение соответствующих выводов и рекомендаций.

Итак, опишем метод проектов и его использование в образовательном процессе. Работа над проектом по дисциплине «Химия» проходит в несколько этапов:

На первом этапе – сформулированы цели и задачи проекта.

На втором этапе – студенты (курсанты) получают материал для проработки по модели «перевернутый класс». Предусматривается, что за несколько дней до урока студенты (курсанты) получали домашнее задание для самостоятельной работы. Для этого им нужно было: изучить конспект лекций, размещенный в системе дистанционного обучения «Прометей», посмотреть видео, размещенное на одном из образовательных каналов YouTube по ссылке, и оформить краткий конспект [1].

На третьем этапе – консультация для внесения необходимых изменений.

На четвёртом этапе обучающиеся представляли свои презентации, на которых они объясняли изученный материал.

На дисциплине «Химия» по теме «Физико-химические и пожароопасные свойства кислородсодержащих органических веществ» предполагается изучение двух важных во-

просов – качественные реакции на основные классы кислородсодержащих органических соединений и идентификация кислородсодержащих органических веществ.

Для изучения первого вопроса предлагается на основании методической разработки самостоятельно провести эксперименты и заснять на видеокамеру сотового телефона последовательность действий и полученный результат. Изучаемые вопросы по теме:

«Взаимодействие уксусной кислоты с металлами»;

«Качественная реакция на карбоновые кислоты».

Данные эксперименты не предполагают применение специальных приборов и материалов и могут быть выполнены в домашних условиях.

Для изучения второго вопроса курсантам (студентам) необходимо перейти по прикрепленной ссылке и просмотреть видеозапись, где демонстрируются пробирки с одним из кислородсодержащих органических веществ. Курсантам (студентам) необходимо идентифицировать вещество. К примеру, в пробирке №1 этиловый спирт, в пробирке № 2 – муравьиная кислота (HCOOH). Преподаватель на видеозаписи в каждую пробирку добавляет свежеприготовленный осадок гидроксида меди ($Cu(OH)_2$). Содержимое пробирок нагревается. Курсанты (студенты) фиксируют изменения – там, где произошла окислительно-восстановительная реакция, находится муравьиная кислота.

Выводы: проведенный эксперимент позволил констатировать, что в случае тщательного планирования образовательного процесса проектная деятельность и модель «перевернутый класс» эффективна. На онлайн-занятии преподаватель работает с теоретически подготовленной аудиторией, уделяет максимум внимания практике, выполнению лабораторных химических опытов. Используя платформу системы дистанционного обучения «Прометей», студенты (курсанты) имеют возможность влиять на ход занятия, задавая свои

вопросы, с которыми они столкнулись во время самостоятельной работы с теоретическим материалом.

Можно сделать вывод, что сочетание традиционного и онлайн-обучения, безусловно, предоставляет новые возможности для более активного привлечения учащихся к образовательному процессу, улучшения его качества. Обучение с использованием дистанционного обучения «Прометей» позволило привлечь всех учащихся к активной и творческой учебной деятельности.

Библиографический список

1. Белохвостов А.А., Аршанский Е.Я. Методика обучения химии в условиях информатизации образования: учеб. пособие. М.: Интеллект-центр, 2016. 336 с.
2. Грибан О.Н. Использование новых информационных технологий в процессе обучения: опыт и перспективы // Педагогическое образование в России. 2014. № 4. С. 185–189.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ОДНО ИЗ САМЫХ СВОБОДНЫХ И ПРОСТЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

DISTANCE LEARNING AS ONE OF THE FREEST AND SIMPLEST LEARNING METHODS

Н.В. Кудрявцева

МАОУ Гимназия 13 «Академ», г. Красноярск

N.V. Kudryavtseva

MAOU Gymnasium 13 «Academ», Krasnoyarsk

Последствия закрытия школ, электронные платформы, образовательная платформа Google Classroom, учебный процесс.

В статье анализируется переход школ на дистанционное образование в период пандемии коронавируса. Учебный процесс продолжается в дистанционной форме с помощью информационных технологий и использованием образовательных электронных платформ.

Consequences of school closures, electronic platforms, Google Classroom education platform, learning process.
The article analyses the transition of schools to remote education during the coronavirus pandemic. The educational process continues in remote form, using information technologies using educational electronic platforms.

«Школа не должна научить на всю жизнь,
школа должна научить учиться всю жизнь».
Восточная мудрость

В развивающемся информационном мире появляются новые ориентиры российской школы: персонализация образования, интеграция педагогических и информационных технологий, переход к открытому содержанию образования. Все эти направления охватывает электронное обучение. Сеть перестала быть лишь средством передачи информации и транспортным каналом. Она стала местом, где учащиеся находятся постоянно, где они совершают самостоятельные действия с помощью социальных сервисов, которые помогают думать и действовать сообща. Френдлента социальной сети – одно из таких мест, библиотека, из которой они черпают ресурсы, среда, которую, при должном умении, можно превратить в очень мощный образовательный инструмент. Основная цель – предоставить ученику качественное, полноценное, гармоничное образование, раскрывающее уникальный творческий потенциал каждого [1].

Периоды обострения сезонных заболеваний убеждают в необходимости обучения, при котором учебный процесс продолжается в дистанционной форме с помощью информационных технологий. В настоящее время школы закрыты из-за пандемии. Закрытие школ, как правило, считается эффективным способом замедления распространения болезней. Неблагоприятные последствия закрытия школ трудно переоценить. ЮНЕСКО составило краткий перечень этих последствий, многие из которых выходят за рамки сектора образования, чтобы помочь странам предвидеть и смягчить

остроту проблемы. Негативные последствий закрытия школ перечислены ниже [2]:

– нарушение процесса обучения. Неблагоприятные последствия непропорционально затрагивают учащихся из малообеспеченных семей, которые, как правило, имеют меньше возможностей для получения образования за пределами школ;

– питание. Многие дети и молодые люди полагаются на бесплатное или льготное питание, предоставляемое в школах в качестве основного источника здорового питания;

– защита. Школы обеспечивают безопасность для многих детей и молодых людей. Когда они закрываются, молодые люди становятся более уязвимыми перед лицом различных рисков;

– родители не готовы к дистанционному и домашнему обучению. Когда школы закрываются, родителей просят способствовать домашнему обучению детей, но они часто не имеют возможности в полной мере справиться с этой задачей;

– неравный доступ к цифровым порталам обучения. Отсутствие доступа к технологиям или хорошего интернет-соединения являются препятствием для продолжения обучения;

– пробелы в уходе за детьми. В отсутствие альтернативных вариантов работающие родители часто оставляют детей одних, когда школы закрываются. Это может привести к рискованному поведению детей;

– высокие экономические затраты. Когда школы закрываются, работающие родители чаще пропускают работу, чтобы заботиться о детях;

– усиление давления на школы и школьные системы, которые остаются открытыми;

– повышение показателей отсева учащихся. Задача заключается в том, чтобы обеспечить возвращение и пребывание детей и молодежи в школе по окончании периоад закрытия;

– социальная изоляция. Школы – это центры социальной активности и взаимодействия людей. Когда школы закрыва-

ются, многие дети и молодые люди лишаются социальных контактов.

Перед учителями и обучающимися встал вопрос: как взаимодействовать, какой электронный ресурс – желательно бесплатный – можно использовать? Практика нашей гимназии показала, что лучшей электронной платформой для проведения занятий дистанционно является Google-class и электронный журнал. Google может стать площадкой для создания образовательного пространства с выходом на совместную деятельность учителей и обучаемых. Суть технологии Google заключается в возможности привлечения обучающихся для участия в образовательном процессе не только в качестве потребителей образовательного контента, но и как его активных создателей, она способствуют тому, чтобы в центре педагогического процесса оказывался обучающийся. Образовательная платформа Google Classroom стала общедоступна. Разработчики дали возможность каждому присоединиться к классам, позволили любому желающему с личным аккаунтом Google создавать учебные проекты. Раньше это могли делать только подписчики G Suite for Education. Создавать и организовывать классы через платформу теперь может каждый. Учителя могут запускать и управлять курсами, которые могут предназначаться как для личного, так и для удалённого обучения. Classroom доступен на всех платформах, поскольку является веб-сервисом. Расширение доступности сервиса может позволить улучшить версию Classroom, которая используется в образовательной сфере. Класс – это бесплатный набор инструментов для работы с электронной почтой, документами и хранилищем, который может помочь учителям экономить время, легко организовывать занятия и эффективно общаться с учащимися. Можно выделить положительные характеристики:

– доступность в любое время. Класс доступен как веб-сервис и как мобильное приложение для Android и iOS;

– работа в режиме реального времени. Можно просматривать, комментировать и редактировать работы учащихся в режиме реального времени с помощью инструмента проверки заданий;

– общение с родителями. Учителя в любом домене G Suite могут предлагать родителям и опекунам подписаться на рассылку с информацией, например, о работах, которые скоро должны быть сданы, и невыполненных заданиях;

– удобное увеличение числа обучающихся, которые могут самостоятельно присоединяться к курсам с помощью кода.

Если еще несколько лет назад учителя преимущественно использовали сеть с целью поиска информационных материалов для обеспечения учебного процесса, то теперь ясно обозначена еще одна устойчивая тенденция развития образовательного Интернета: разработка учителями собственных ресурсов, создание электронных учебных объектов, обмен ими и предоставление их школьникам для обучения. Безусловно, этому способствовала растущая в педагогических кругах популярность современных веб-сервисов для создания, редактирования и хранения файлов [3].

Google может стать площадкой для создания образовательного пространства с выходом на совместную деятельность учителей и обучаемых. Суть технологии Google заключается в возможности привлечения обучающихся для участия в образовательном процессе не только в качестве потребителей образовательного контента, но и как его активных создателей, она способствуют тому, чтобы в центре педагогического процесса оказывался обучающийся [4].

Основные преимущества использования сервисов Google в образовании с точки зрения пользователя:

– минимальные требования к аппаратному обеспечению (обязательное условием – наличие доступа в Интернет);

– google-технологии не требуют затрат на приобретение и обслуживание специального программного обеспечения (доступ к приложениям можно получить через окно веб-браузера);

– Google поддерживают все операционные системы и клиентские программы, используемые учащимися и учебными заведениями;

– все инструменты Google бесплатны.

Технические возможности этого сервиса основаны на бесплатном хостинге и wiki-технологии. Для организации дистанционного обучения всех перечисленных возможностей хватает для:

– структурирования учебного материала;

– организации навигации по сайту;

– размещения ссылок на ресурсы (приложения);

– обеспечения совместного доступа;

– отслеживания информации о действиях учащегося на сайте.

Многие учителя уже успели высказать свое мнение о переходе на дистанционное обучение в школах из-за коронавируса. Отмечаются легкость и быстрота перевода образования на удаленный доступ. У учеников не возникает каких-либо затруднений с обращением к интернет-ресурсам и выполнением заданий. Большинство учителей убедилось, что дистанционный режим для некоторых предметов просто необходим. Отдельные учителя опасаются, что разрушение контакта между учеником и наставником, который проходит в классе, отрицательно скажется на дисциплине. Однако за прошедшее время опасения не подтвердились. Обучающиеся готовы к переходу на удаленное образование. Скорее всего, такая тенденция позволит сделать обучение более доступным для большинства людей.

Библиографический список

1. Патаракин Е.Д. Использование цифровых коллекций в учебных коммуникациях // Educational Technology & Society. 2003. V. 6 (2). С. 133–144.
2. Официальный сайт «Unesco». Режим доступа электронного ресурса https://ru.unesco.org/covid19/educationresponse (дата обращения: 01.05.2020).
3. Полат Е.С, Моисеева М.В., Петров А.Е. Педагогические технологии дистанционного обучения / под ред. Е.С. Полат. М.: Академия, 2006. 400 с.
4. Электронный ресурс МК «Google-инструментарий в практике учителя»: http://www.nachalka.com/node/5518 (дата обращения: 01.05.2020).

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

FEATURES OF STUDYING CHEMISTRY IN A DISTANCE LEARNING ENVIRONMENT

Э.С. Лебедева, Л.А. Лебедева
МБОУ «Тинская СШ № 1», с. Тины

E.S. Lebedeva, L.A. Lebedeva
MBOU «Tinskaya school №1», Tiny village

Дистанционное обучение, химия, интернет-платформы, демонстрации, мессенджеры.

В статье рассматривается дистанционное обучение химии через интернет-платформы. Методом исследования и собственной практики были доказаны положительные стороны дистанционного обучения. Главная задача при таком обучении: рациональное использование учебного материала.

Distance learning, chemistry, Internet platforms, demonstrations, messengers.

The article deals with distance learning of chemistry via Internet platforms. The positive aspects of distance learning have been proved by research and own practice. The main task of such training is to use the training material efficiently.

Дистанционное обучение – это обучение, при котором осуществляется целенаправленное взаимодействие обучающегося и преподавателя на основе информационных технологий.

При всех достоинствах дистанционного образования серьёзной проблемой для него является переосмысление использования многих проверенных педагогических приёмов для лучшего запоминания и усвоения материала.

Возможность и потребность каждого учащегося индивидуальны: кому-то требуется больше времени на изучение теоретической стороны вопроса, кто-то привык знакомиться с новыми технологиями на практике, а кто-то нуждается в чётких руководствах преподавателя.

Особенности науки химии как учебного предмета в школе довольно сложны при удалённом обучении. Но имеются и достаточно положительные стороны.

В процессе проведения обучения химии в дистанционном режиме используется:

– электронная почта;
– мессенджеры WhatsApp, Viber;
– ресурсы мировой сети Интернет;
– видеоуроки.

Перспективность такого вида обучения очевидна: преподаватель может проводить занятия с учеником «в живом эфире», практически как при традиционном обучении за партой.

Появилась прекрасная возможность демонстрации химических опытов на on-line или off-line платформе, ведь дистанционное обучение химии, равно как и традиционное, немыслимо без демонстрации экспериментов.

Используя медиатехнологии, учитель имеет отличную возможность для показа экспериментов с опасными веществами, зрелищных опытов, проведение которых в кабине-

те с учениками недопустимо по технике безопасности. Понравившиеся опыты можно пересматривать неоднократно. Некоторые демонстрируемые элементы имеют большую продолжительность, например, опыт по кристаллизации длится несколько дней. При помощи веб-камеры можно организовать потоковую трансляцию проведения эксперимента в интернете [1].

Аналогом классной доски в схеме дистанционного обучения химии выступают сервисы онлайн-досок.

Например, курс «Органическая химия» в 9 классе при дистанционном обучении содержит материалы к изучению – презентации, лекции, демонстрационный эксперимент. Всё вышеперечисленное передаётся ученику через сеть Интернет. Домашнее задание: это тест, задачи, викторины, ребусы, анализ эксперимента. При анализе домашних работ можно увидеть общую картину класса: где допускают ошибки, какой вопрос вызвал больше затруднений [2–3].

Несмотря на ряд недостатков, главным из которых является отсутствие личного взаимодействия «учитель – ученик», дистанционное образование в курсе химии обладает внушительным списком достоинств, многие их которых недостижимы при традиционной форме обучения. Использование дистанционных технологий позволяет зачастую получить глубокие предметные и метапредметные знания.

Библиографический список

1. Материалы для организации дистанционного обучения. Химия (8–9 классы). Ресурс [электронный ресурс]. Режим доступа https://mosmetod.ru/ distantsionnogo-obucheniya-khimiya-8-9-klassy.html (дата обращения: 01.05.2020).
2. Габриелян О.С. Химия. 8 класс: учебник. М.: Дрофа. 2018. 184 с.
3. Габриелян О.С. Химия. 9 класс: учебник. М.: Дрофа. 2017. 182 с.

ХИМИЧЕСКАЯ УЧЕБНАЯ ЗАДАЧА КАК МОДЕЛЬ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ

CHEMICAL TRAINING TASK AS A MODEL OF A PROBLEM SITUATION

В.И. Лукьянцев
Научный руководитель **Ю.Г. Халявина**,
кандидат химических наук,
доцент кафедры биологии, химии и экологии
Красноярского государственного педагогического
университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

V.I. Lukyantcev
Scientific adviser **Yu.G. Khalyavina**,
PhD of Chemistry,
Department of Biology, Chemistry and Ecology,
Krasnoyarsk State Pedagogical University
named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Проблемное обучение, проблемные ситуации, проблемная задача, химическая учебная задача, химия.

В статье приводятся основные проблемы в решении задач по химии учащимися. Рассмотрена возможность решения их путем использования проблемного обучения. Приведен пример использования метода проблемного обучения.

Education through problem solving, problem situations, problem issue, chemical training task, chemistry

The article quotes main student`s problems in solving problems in chemical training task. Here we consider the possibility of solving them by using education through problem situations. An example of possible use of the problem-based learning method is given.

Химия относится к ряду наиболее сложных предметов в школьной программе. Зачастую сложность вызывает

решение химических учебных задач. Исследования проблемы обучения учащихся решению задач показывают, что несформированность умений является следствием следующих причин [1]:

– решая задачу, учащиеся не осознают должным образом свою собственную деятельность, т.е. не понимают сущности задач и хода их решения;

– не всегда анализируют содержание задачи, не осмысливают и не обосновывают;

– не вырабатывают общие подходы к решению и не определяют последовательность действий;

– часто неправильно используют химический язык, математические действия и обозначение физических величин и др.

Для преодоления подобных трудностей необходимо использовать различные методы активизации познавательной деятельности обучающихся. Одним из таких известных методов является проблемное обучение. Проблемное обучение (ПО) подразумевает под собой учебно-познавательную деятельность учащихся по усвоению знаний и способов деятельности путем восприятия объяснений учителя в условиях проблемной ситуации, самостоятельного (или с помощью учителя) анализа проблемных ситуаций, формулировки проблем и их решения посредством выдвижения предположений, гипотез и их доказательства, а также путем проверки правильности решения. Различают три вида ПО (таблица) [2].

Упражнения и запоминание – два основных способа, обычно применяемых учеником в школе для усвоения учебного материала. Процесс обучения в таком случае не требует от ученика творческого мышления, выполнения полноценной интеллектуальной деятельности, необходимой для самостоятельного творческого усвоения знаний.

Таблица

Виды проблемного обучения

Научное творчество	Практическое творчество	Художественное творчество
Заключается в поиске и открытии учащимися нового правила, закона, теоремы и т.п. В основе этого вида проблемного обучения лежит постановка и решение теоретических учебных проблем. Чаще всего встречается на уроке, где наблюдается индивидуальное, групповое и фронтальное решение проблем	Заключается в поиске практического решения, способа применения известных знаний в новой ситуации, конструирование, изобретение. В основе этого вида проблемного обучения лежат постановка и решение практических учебных проблем. Чаще встречается на лабораторных, практических занятиях	Заключается в художественном отображении действительности на основе творческого воображения, включающего в себя литературные сочинения, рисование, написание музыкального произведения, игру. Чаще встречается на уроке и на внеурочных занятиях

В результате такого обучения многие дети становятся интеллектуально пассивными, не стремящимися к самостоятельному осмыслению новой информации и формированию собственных суждений. Активное обучение обуславливается потребностью в знаниях. В соответствии с позицией ПО ученик усваивает знания не потому, что учитель сообщает ему некоторые известные взрослым истины, а потому, что у него самого возникла потребность в этих знаниях. Ученик производит открытие усваиваемых знаний в процессе решения поставленных перед ним учителем проблемных заданий. Следовательно, ПО можно использовать для повышения потребности учеников в знаниях [3].

ПО предполагает обязательное наличие проблемной ситуации. Под проблемной ситуацией (ПС) рассматривают

специфический тип взаимодействия объекта и субъекта, характеризующийся определенным психологическим состоянием субъекта (учащегося), возникающим в процессе выполнения такого задания, которое требует открытия (усвоения) новых знаний о предмете, способах или условиях выполнения задания [3].

Для определения методов использования ПО в преодолении сложностей решения задач необходимо ввести понятия учебной задачи, химической учебной задачи.

Учебная задача – цель, которую надлежит достигнуть ученику в определенных условиях учебного процесса. Основное отличие учебной задачи от других заключается в том, что ее цель и результат состоят в изменении самого действующего субъекта, а не в изменении предметов, с которыми действует субъект. Таким образом, целью ученика при решении учебной задачи выступают не сам ответ, а овладение новым способом действия, обогащение и расширение своих практических навыков и познавательной деятельности. При решении учебной задачи учащийся концентрируется на общем принципе подхода ко многим конкретно-частным задачам определенного класса, которые в последующем успешнее им решаются [4]. Учебная задача в контексте учебной деятельности дается в определении учебной ситуации. В данном случае учебная ситуация выступает как единица целостного образовательного процесса. По содержанию учебная ситуация может быть нейтральной или проблемной [5]. Таким образом, ПС можно рассматривать как один из вариантов развития учебной задачи, которую, в свою очередь, можно считать в таком случае проблемной задачей.

Особенностью химической учебной задачи является моделирование проблемной ситуации, решение которой требует от учащихся мыслительных и практических

действий на основе знания законов, теорий и методов химии, направленность ее на закрепление, расширение знаний и развитие химического мышления [1]. Если анализировать формулировку задач в химии, то зачастую можно встретить описание некоторой ситуации, в которой протекает некий химический процесс. Для решения проводится анализ известных фактов, подстановка данных в формулы, что и приводит к ответу. В соответствии с принципами ПО составлять задачи следует так, чтобы ответом было не некоторое численное значение, а элемент химического знания, способствующий решению данного типа задач в дальнейшем.

Схематически выделяют четыре этапа решения проблемной задачи [3]:

– использование известных способов решения – этап «закрытого» решения проблемы;

– возникновение проблемной ситуации и расширение области поиска новых способов решения – этап «открытого» решения проблемы и нахождение нового отношения или принципа действия;

– реализация найденного принципа;

– проверка правильности полученного решения.

Покажем применение данного метода на практике. Возьмем типовую задачу на нахождение массовой доли вещества в растворе или смеси.

Задача. Сколько граммов 10%-го раствора соли надо добавить к 300 граммам 30%-го раствора этой же соли, чтобы получить 14%-ый раствор?

На первом этапе учащихся будут использовать для решения известный им способ (правило смешения), основанный на определении понятия «массовая доля». Краткая запись решения задачи представлена ниже.

Дано: ω_1 (исх. р-р) = 30% ω_2 (доб. р-р) = 10% ω_3 (пол. р-р) = 14% m_1 (р-ра) = 300 г **Найти:** m_2 (р-ра) = ?	**Решение:** $$\omega_3 = \frac{m_1(\text{р} - \text{ра}) \cdot \omega_1 + m_2(\text{р} - \text{ра}) \cdot \omega_2}{m_1(\text{р} - \text{ра}) + m_2(\text{р} - \text{ра})}.$$ Обозначим массу 2-го раствора через x. Подставим известные значения в формулу правила смешения, заменяя проценты на доли: $$0{,}14 = \frac{x \cdot 0{,}1 + 300 \cdot 0.3}{x + 300}.$$ Решив уравнение, получаем: x = 1200. Следовательно, m_2 (р-ра) = 1200 г. **Ответ:** масса добавленного раствора равна 1200 г.

Для перехода ко второму этапу необходимо создать перед учениками проблемную ситуацию. Но сначала разберем ошибки. Чаще всего при решении подобным методом следует ожидать ошибки в расчетах или при использовании массовой доли в процентах, а не в дольном отношении. Кроме того, определенную сложность представляет собой вывод формулы для расчета массовой доли ω_3, а также высокая трата времени при решении данным методом.

Для выхода из проблемной ситуации учитель предлагает школьникам найти другой метод решения, лишенный этих минусов. В процессе поиска возможного метода решения необходимо навести их на некую графическую модель ситуации, нахождение закономерности в отношении массовых долей и масс растворов и таким образом прийти к правилу креста (диагональная модель «конверта Пирсона»).

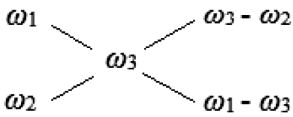
Вывод правила креста:

1) $m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 = (m_1 + m_2) \cdot \omega_3$

2) $m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 = m_1 \cdot \omega_3 + m_2 \cdot \omega_3$

3) $m_1 (\omega_1 - \omega_3) = m_2 (\omega_3 - \omega_2)$

4) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\omega_3 - \omega_2}{\omega_1 - \omega_3}$



(массовые части 1-го раствора)

(массовые части 2-го раствора)

Решение задачи новым способом (по правилу креста) будет третьим этапом в решении ПС.

Дано:

ω_1 (исх. р-р) = 30%

ω_2 (доб. р-р) = 10%

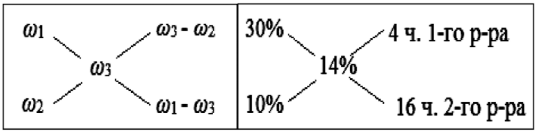
ω_3 (пол. р-р) = 14%

m_1 (р-ра) = 300 г

Найти:

m_2 (р-ра) – ?

Решение:



Полученные числа (4 части и 6 частей) показывают соотношение масс растворов 1-го и 2-го. Следовательно, для приготовления 14%-го раствора соли нужно взять 4 части 30%-го раствора и добавить 16 частей 10%-го раствора соли. Определим массу одной части исходного раствора:

m (1 части) = 300 г : 4 части = 75 г.

Тогда масса 10%-го раствора соли равна:

m_2 (р-ра) = 75 г · 16 частей = 1200 (г).

Ответ: масса добавленного раствора равна 1200 г.

На четвертом этапе учащиеся сравнивают результаты и видят, что оба способа приводят к верному ответу, однако второй способ более удобный и эффективный. Поэтому в дальнейшем при решении подобных задач учащиеся будут выбирать новый освоенный метод (правило креста).

Таким образом, применение метода проблемного обучения может разнообразить учебный процесс, заинтересовать и вовлечь в него учеников, что поможет преодолеть трудности в решении задач по химии.

Библиографический список

1. Богданова Е.В. Решение расчетных задач по химии как способ совершенствования химической компетентности [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://portalpedagoga.ru/servisy/publik/publ?id=31856 (дата обращения: 24.04.2020).
2. Миновской О.В. Деятельность учителя и ученика в проблемном обучении [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.eduportal44.ru/Kostroma_EDU/Rovesnik/pedagog/DocLib1/Проблемное%20обучение.aspx (дата обращения: 24.04.2020).
3. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. М.: Директ-Медиа, 2014. 274 с.
4. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Педагогический словарь: для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2001. С. 155–156.
5. Зимняя И.А. Педагогическая психология. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997. 480 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ХИМИЯ

ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE DISCIPLINE CHEMISTRY

В.А. Марковская, С.П. Бояринова,
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железногорск

V. A. Markovskaya, S. P. Boyarinova,
Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, Zheleznogorsk

Самостоятельная работа, учебный процесс, студенты, организация, форма обучения.
В статье рассматривается самостоятельная работа студентов как один из важнейших компонентов учебного процесса. Рассмотрены функции самостоятельной работы и формы ее проведения. Описаны методы организации самостоятельной работы студентов 1 курса на примере изучения дисциплины химия.

Independent work, educational process, students, organization, form of education.
The article considers independent work of students as one of the most important components of the educational process. The functions of independent work and the forms of its implementation are considered. The article describes the specifics of the organization of independent work of 1st year students on the example of studying the discipline chemistry.

Сегодня одной из важных задач, стоящих перед высшими учебными заведениями, является повышение качества подготовки специалистов, формирование личности, способной к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Достичь этого возможно, активизируя учебный процесс, применяя инновационные методы, приемы и спо-

собы обучения. Одним из таких способов является самостоятельная работа студентов.

Ее можно рассмотреть как одну из форм организации обучения. Самостоятельная работа способствует успешному освоению дисциплины, выработке умений и навыков организации учебного труда, активизирует познавательную деятельность, развивает аналитические способности, навыки контроля и планирования учебного времени, творческую самостоятельность при решении конкретных задач.

Во всех учебных планах, помимо аудиторных часов, обязательно предусмотрены часы на самостоятельную работу студентов. Учебными планами ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность и специальности 20.05.01 Пожарная безопасность предусматривается не менее 30% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов. Поэтому самостоятельная работа должна стать целенаправленной, эффективной работой студентов.

Большинство современных исследователей представляют самостоятельную работу как метод обучения (Н.В. Кузьмина, А.В. Усова). Другие авторы (Б.П. Есипов, Н.К. Дайри, А.С. Лында, Т.А. Шамова) – как форму организации деятельности учащихся, как вид познавательной деятельности ученика (М.Н. Кашин, Н.А. Кочетков, О.А. Нильсон, П.И. Пидкасистый). В ряде исследований (И.Я. Лернер, П.И. Пидкасистый, М.Н. Скаткин) самостоятельная работа рассматривается как средство обучения, с помощью которого учитель вовлекает студентов в познавательную практическую деятельность, целенаправленно организует и управляет этой деятельностью с учетом индивидуальных и возрастных особенностей студентов [1].

Исходя из анализа определений, под самостоятельной работой студентов следует понимать разнообразные виды индиви-

дуальной, групповой познавательной деятельности студентов на занятиях или во внеаудиторное время без непосредственного руководства, но под наблюдением преподавателя [2].

Самостоятельная работа студентов выполняет несколько функций**:**

– образовательную (систематизация и закрепление знаний учащихся);

– развивающую (развитие внимания, памяти, мышления, речи);

– воспитательную (воспитание устойчивых мотивов учебной деятельности, навыков культуры умственного труда, самоорганизации и самоконтроля, целого ряда ведущих качеств личности – честности, трудолюбия, требовательности к себе, самостоятельности и др.) [3].

Педагоги выделяют три основные формы организации самостоятельной работы: индивидуальную, фронтальную, групповую [4; 5]:

– индивидуальная форма – такая работа имеет превосходство перед другими формами. Оно заключается в том, что дает возможность задействовать в работе всех студентов. Каждый из них получает задание, которое предполагает выполнение письменной работы. В этом случае можно проверить степень участия ученика в выполнении этого задания. Данная форма организации позволяет работать в индивидуальном темпе, каждый ученик может выполнять задания в собственном стиле в соответствии со своими умениями и способностями;

– фронтальная форма – в данном случае самостоятельная работа предлагается выборочно, когда необходимо определить уровень усвоения материала конкретным учеником;

– групповая форма – учебная группа делится на несколько групп для решения конкретных учебных задач, каждая получает определенное задание и выполняет его сообща, под непосредственным руководством лидеров групп. Зада-

ния в группе выполняются таким способом, который позволяет учитывать и оценивать индивидуальный вклад каждого члена группы.

Рекомендуется комплексное использование различных форм и видов самостоятельной работы.

Приведём пример организации самостоятельной работы по дисциплине «Химия», изучаемой на 1 курсе в ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России». Самостоятельная работа на данном курсе направлена на формирование химической картины природы у обучающихся, формирование базовых понятий, законов, теорий, раскрытие значения химии в промышленности, быту, питании, охране здоровья, медицине, а также развитие умения работать с источниками информации и приучение к регулярному, систематическому выполнению самостоятельной работы. Студентам 1 курса было предложено выполнить задания по учебным темам:

1 семестр:

1. Основные понятия и законы химии.
2. Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома.
3. Химическая связь и типы взаимодействия молекул.
4. Общая характеристика химических элементов и их соединений.
5. Основы радиохимии.
6. Растворы неэлектролитов.
7. Растворы электролитов.
8. Основные дисперсные системы.

2 семестр:

1. Окислительно-восстановительные реакции.
2. Электрохимические процессы.
3. Основные теоретические положения органической химии.
4. Строение и свойства углеводородов.
5. Органическое топливо и его переработка.
6. Кислородсодержащие органические соединения.

7. Органические соединения, содержащие азот и серу.

8. Полимеры и полимерные материалы.

Пользуясь литературой, студентам предлагалось:

– дать определения понятиям;

– сформулировать законы;

– назвать их авторов;

– привести примеры веществ, уравнений реакции, написать формулы, заполнить таблицу, иллюстрировать схему примерами и др.

Пример карточки самостоятельной работы в теме «Химическая связь и типы взаимодействия молекул»:

1. Дайте определение понятиям: химическая связь, электроотрицательность.

2. Составьте таблицу «Типы химической связи» и приведите примеры.

3. Распределите данные вещества в таблицу согласно их типу химической связи: $MgCl_2$, H_2, CO_2, NaI_2, HF, Al, ZnO, Fe, Br_2, Ca_3N_2, O_2, SO_3, HBr, Al_2S_3, CuSn (сплав).

4. Изобразите схему образования химической связи, выбрав соединение из каждого столбика (на ваш выбор).

5. Укажите вещества с водородной связью.

Пример темы «Окислительно-восстановительные реакции»:

1. Дайте определения понятиям: окислительно-восстановительные реакции, окисление, восстановление, окислитель, восстановитель.

2. Дайте характеристику важнейшим окислителям и восстановителям.

3. Какие бывают типы окислительно-восстановительных реакций, приведите примеры, напишите уравнения.

4. Решите задачу: из нижеперечисленных веществ выберите, какие соединения и простые вещества могут проявлять только окислительные свойства?

NH_3, CO, SO_2, K_2MnO4, Cl_2, HNO_2.

Составьте уравнение электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции: $HNO_3 + H_2S = H_2SO_4 + NO + H_2O$.

Студенты в конце занятия получали задания и на следующем занятии сдавали заполненные карточки для самостоятельной работы.

Результаты выполненной самостоятельной работы заносятся преподавателям в журнал учета учебных занятий и учитываются в системе комплексно-рейтинговой оценки ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России».

Так же, как один из вариантов самостоятельной работы, студентам предлагалось проработать содержание темы, разработать и представить презентацию. В данном курсе были выделены три темы: «Органическое топливо и его переработка»; «Органические соединения, содержащие азот и серу», «Полимеры и полимерные материалы».

Студенты были распределены на три группы согласно темам. Внутри каждой группы студенты получили конкретное задание (индивидуальная работа), которое после обсуждалось в группе (групповая работа), а в итоге выносилось на рассмотрение всей группы при участии преподавателя.

Такая форма организации самостоятельной подготовки позволяет студентам более полно раскрыть основные вопросы предложенной темы, логически конструировать отобранный материал, сконцентрировать внимание на отдельных моментах, наглядно представить текстовую информацию.

Публичный доклад и защита своей презентационной работы повышают эффективность самостоятельной работы и усиливают стремление к ее качественному выполнению.

После представления презентации всем студентам группы предлагалось оценить выступление по следующим параметрам:

Оформление.

Соответствие содержания теме.

Информативность.

Грамотность и полнота использования источников.

Наличие элементов наглядности.

По результатам оценки всех студентов выявлялась лучшая группа студентов и лучшая индивидуальная самостоятельная работа.

Состязательность между студентами позволяет добиться более равномерной работы студента в течение всего курса, а также активизирует их познавательную деятельность путем стимулирования творческой активности.

Таким образом, самостоятельная работа как одна из активных форм обучения студентов способствует формированию у них знаний, умений и навыков, направленных на самостоятельное, творческое решение задач, возникающих в практической деятельности будущего специалиста.

Библиографический список

1. Есипов Б.П. Самостоятельная работа учащихся в процессе обучения. М.: Глобус, 2009. 131 с.
2. Официальный сайт научной библиотеки ПНИПУ [Электронный ресурс] Режим доступа https://www.informio.ru/publications/id1802/(дата обращения: 01.05.2020).
3. Ведущий образовательный портал России ИНФОУРОК [Электронный ресурс]. Режим доступа https://infourok.ru/statya-samostoyatelnaya-deyatelnost-uchaschihsya-v-obuchenii-709430.html (дата обращения: 01.05.2020).
4. Бабанский Ю.К. Рациональная организация учебной деятельности. М.: Знание, 1991. 96 с.
3. Гарунов М.Г., Пидкасистый П.И. Психолого-педагогический справочник преподавателя высшей школы. М.: Знание, 1999. 353 с.
5. Гарунов М.Г., Пидкасистый П.И. Психолого-педагогический справочник преподавателя высшей школы. М.: 1999. 353 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КРЕАТИВНЫХ ЗАДАНИЙ НА ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИНАХ В ЦЕЛЯХ САМОВЫРАЖЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

APPLICATION OF CREATIVE TASKS IN CHEMICAL DISCIPLINES FOR THE PURPOSE OF SELF-EXPRESSION AND FORMATION OF STUDENTS ' COMPETENCIES

С.И. Матерова,
преподаватель кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск

S.I. Materova,
Lecture of the Department of engineering and technical expertise and criminalistics, Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, Zheleznogorsk

Креативность, подготовка специалистов, инновационные задания, банк креативных заданий, профессиональные компетенции, химия.
В статье определена роль креативных заданий, применение их на химических дисциплинах в Сибирской пожарно-спасательной академии, указана цель создания банка заданий, приведены примеры креативных заданий, используемых для углубления знаний, самовыражения и формирования компетенций специалистов МЧС.

Creativity, training of specialists, Bank of creative tasks, professional competence, chemistry.
The article defines the role of creative tasks, their application in chemical disciplines in the Siberian fire and rescue Academy, specifies the purpose of creating a task Bank, and provides examples of creative tasks used to deepen knowledge, self-expression, and the formation of competencies of EMERCOM specialists.

Креативность (от лат. creative – создание; англ. creativity – создание, творение, творчество) уровень творческой одаренности, способности к творчеству, составляющий относительно устойчивую характеристику личности. Креативность – это навык мыслить нестандартно.

Креативность личности определяет ее готовность изменяться, отказываться от стереотипов, помогает находить оригинальные решения сложных проблем в ситуации неопределенности; это внутренний ресурс человека, который поможет ему успешно самоопределиться в обществе.

В своей теории Дж. Гилфорд [1] определяет креативность как совокупность личностных характеристик, способствующих творческому мышлению.

В настоящее время можно говорить о сложившейся традиции понимания креативности как способности, отражающей глубинное свойство индивидов создавать оригинальные ценности, принимать нестандартные решения, выходить за пределы известного; как интегральном свойстве личности, воплощающем ее творческие возможности.

Креативные, ориентированные на творчество и самоактуализацию люди психологически готовы к инновациям в профессиональной деятельности, менее подвержены профессиональному «выгоранию» [2].

В социокультурном взаимодействии креативность выступает как необходимая составляющая. Чем выше уровень креативности личности, тем эффективнее будет ее созидательный труд, что особенно необходимо для работников МЧС. В настоящее время в стране ощущается дефицит высокопрофессиональных инженерных кадров, обладающих широким спектром востребованных рынком компетенций. На высшее образование и на педагогов возложена огромная роль в системе подготовки квалифицированных кадров.

Педагог становится инициатором нововведений, направленных на преобразование собственной профессиональ-

ной деятельности. Данный подход оказывается продуктивным при интерпретации реально наблюдаемой инновационной деятельности, в частности, при анализе степени новизны и уровня привносимых новшеств. Этого можно достичь двумя путями: просто усовершенствовать свой подход к выполнению деятельности, добавив определенные детали, или полностью отказаться от прежней позиции. Находясь в относительно одинаковых условиях, педагоги могут входить в инновационную деятельность по-разному. Различия в освоении инновационной деятельности определяются в том числе и уровнем креативности личности [3; 4].

Социальная значимость изучения проблемы формирования креативности в период подготовки специалиста обусловлена тем, что является базой профессионального творчества, способствует развитию творческого потенциала специалиста и его самоактуализации в социальной сфере. Креативный образовательный процесс дает возможность каждому его участнику на каждом образовательном уровне не только развить исходный творческий потенциал, но и сформировать потребность в дальнейшем самопознании, творческом саморазвитии, объективной самооценке.

Особенно высока роль креативных заданий в условиях непрерывного усиления неоднородности базовой подготовки обучающихся, когда основные усилия преподавателей в процессе обучения направлены на обеспечение готовности слабо подготовленных обучающихся к восприятию базового минимума изучаемых химических дисциплин, и в последующем – профессиональных. Это явление наблюдается и в Сибирской пожарно-спасательной академии, где обучающиеся имеют разную базовую подготовку, в том числе и по химии.

Креативные задания и их воспроизведение углубляют знания, подкрепляются конкретными фактами и развивают уст-

ную речь обучающихся, дают возможность обучающимся проявлять себя как индивидуально, так и в коллективе [5; 6].

В данной работе представлена попытка создать проект креативных творческих заданий, которые используются на практических, лабораторных и семинарских занятиях по дисциплине «Химия».

***Цель проекта*:** составить банк креативных заданий по содержательным аспектам курса химических дисциплин в Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России для обеспечения оптимальных условий реализации творческого потенциала обучающихся.

В соответствии с поставленной целью и выдвинутой гипотезой определены задачи проекта:

– раскрыть основную сущность творческих заданий;

– конкретизировать понятие «креативная деятельность обучающихся»;

– рассмотреть классификацию творческих заданий;

– изучить разнообразные подходы и методы в реализации заданий по химическим дисциплинам.

– выявить роль творческих заданий в формировании качеств личности, необходимых человеку для полноценной жизни в современном обществе, соответствующих деятельности будущего специалиста (логического мышления, интуиции, пространственных представлений и способности к преодолению трудностей), что особенно необходимо для обучающихся в вузах МЧС России.

Объект исследования: потенциал творческого содержания курса дисциплины «Химия» кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии МЧС России.

Предмет исследования: роль творческих креативных заданий по химическим дисциплинам в развитии способностей и самовыражении обучающихся и формировании профессиональных компетенций, а также способы развития

этой деятельности, методы реализации способностей обучающихся, используя богатейший информативный, эстетический, воспитательный материал, совместить такой комплекс наук, как химия, гуманитарные и профессиональные дисциплины. Это чрезвычайно благодатная почва для развития творческой личности, начиная с первого курса обучения в вузе.

Разработанные преподавателями в ходе практической деятельности материалы показывают необходимость создания банка креативных творческих заданий:

– картотека креативных заданий способствует организации самостоятельной и продуктивной творческой деятельности обучающихся;

– использование опыта и системы креативных заданий педагогами нашего и других вузов не только для самостоятельной работы, но и при проведении занятий, которые являются «зеркалом» самовыражения обучающихся.

В настоящее время при использовании всего потенциала современных коммуникативных возможностей, становится очевидным, что самостоятельная работа является наиболее эффективной для познавательной деятельности обучающихся, их самовыражения. Все это способствует углублению знаний по дисциплинам химического цикла.

Дальнейшее обучение и изыскание методов активизации, на наш взгляд, может проводиться в следующих направлениях:

– организация развития креативных способностей обучающихся с помощью системы творческих заданий как метод активизации познавательной деятельности на следующих курсах обучения;

– исследование влияния целенаправленного развития творческих способностей на нравственные качества в структуре образовательной системы, становления творче-

ской личности будущего специалиста в области пожарной и техносферной безопасности;

– исследование современного состояния проблемы непрерывного развития творческого потенциала.

Креативные задания, используемые на дисциплине «Химия» в СПСА

Профессиональные задания:

– слова с корнем «пир» – огонь, связанные с будущей профессией;

– «осмос и МЧС»;

– «профессиональное использование стеариновой свечи»;

– «огни фейерверка» на службе МЧС;

– правила пожарной безопасности на родном языке;

– пластик и бумага – сходство и различия, горение и проблемы их утилизации;

– коррозия – «рыжий дьявол» и МЧС.

Игра с выражениями и доказательствами:

– «угольной кислоты не существует»;

– «алмаз – не самое прочное природное вещество»;

– «метан не взрывоопасен»;

– «порох – не нитрат»;

– «мирного» атома не существует.

Сценарии (в виде рисунков или рассказа) о механизме реакции замещения, в котором роль атомов или веществ выполняют люди:

– в жанре бразильской «мыльной» оперы;

– на иностранном языке.

Писатель-юморист:

– юмористическая история о скорости химической реакции.

Философские изречения:

– о скорости химической реакции как революционном процессе.

– три закона философии и периодический закон.

Наука и жизнь:

– аккумуляторы и транспорт будущего;

– химия в космосе;

– война со ртутью;

– синяя тайна третьей планеты;

– радиохимия будущего.

Посвящение знаменательным датам:

– сочинение из истории «Жизнь одной спички во время ВОВ», посвященной 75-летию Победы;

– атом – самая маленькая частица вещества (150-летие открытия периодического закона Д.И. Менделеева);

– атом Чернобыля – посвящение 34 годовщине аварии на ЧАЭ.

Библиографический список

1. Гилфорд Дж. Три стороны интеллекта // Психология мышления / под ред. А.М. Матюшкина. М., 1965. С. 124–145.
2. Богоявленская Д.Б. Психология творческих способностей: учеб. пособие для студ. высш. уч. заведений. М.: Издат. центр «Академия», 2002. 320 с.
3. Башина Т.Ф. Креативность как основа инновационной педагогической деятельности // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 521–525.
4. Исследовано в России [Электронный ресурс]: науч. аналит. журн. / Сибирский пожарно-спасательный вестник – Электрон. журн. – Железногорск СПСА, 12, 2017. Режим доступа к журн.: https://elibrary.ru/item.asp?id=32562583 (дата обращения: 01.05.2020).
5. Исследовано в России [Электронный ресурс]: науч. аналит. журн. / Сибирский пожарно-спасательный вестник – Электрон. журн. – Железногорск СПСА, 6, 2019. Режим доступа к журн.: https://elibrary.ru/item.asp?id=29339964 (дата обращения: 01.05.2020).
6. Исследовано в России [Электронный ресурс]: науч. аналит. журн. / Сибирский пожарно-спасательный вестник – Электрон. журн. – Железногорск СПСА, 4, 2018. Режим доступа к журн.: https://elibrary.ru/item.asp?id=35002328 (дата обращения: 01.05.2020).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ. АНАЛИЗ ПРОГРАММ, ВИЗУАЛИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛ КУРСА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

VISUALIZATION IN TEACHING CHEMISTRY. ANALYSIS OF PROGRAMS THAT VISUALIZE THE MATERIAL OF THE COURSE OF INORGANIC CHEMISTRY

Е.Д. Мехрякова, М.А. Фокина
Научный руководитель: **Е.М. Антипова**,
доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

E.D. Mekhryakova, M.A. Fokina
Scientific adviser: **E.M. Antipova**,
Doctor of Biological Sciences Department of Biology, Chemistry and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Методика обучения химии, визуализация, наглядные методы обучения, интерактивные программы.
В статье показана важность использования визуализации как современного метода обучения химии, объясняется необходимость использования наглядных методов и интерактивных программ в изучении органической химии. Приведен краткий анализ программ, визуализирующих материал курса неорганической химии.

Methods of teaching chemistry, visualization, visual teaching methods, interactive program.
The article shows the importance of using visualization as a modern method of teaching chemistry, explains the need to use visual methods and interactive programs in the study of organic chemistry. A brief analysis of programs that visualize the material of the course of inorganic chemistry is given.

Обучение химии немыслимо без использования различных средств наглядности. Основные знания о химии формируются через демонстрации химических экспериментов, моделей атомов, молекул, кристаллических решеток, химических производств. Наглядные методы обучения стимулируют интерес учащихся к изучению химии, развивают наглядно-образное мышление, эффективны в усвоении знаний. С развитием цифровых технологий появилась возможность сделать некоторые средства обучения более реалистичными и информативными. На сегодняшний день переход на полное дистанционное обучение усиливает важность применения подобных технологий при обучении.

В предыдущей работе «Современные методы визуализации стереохимии органических соединений» мы провели анализ современных программ вычислительных комплексов, реализующих методы визуализации, и выявили наиболее удобные программы для использования в курсе органической химии. В данной работе более подробно хотелось бы остановиться на программах, которые можно использовать при обучении неорганической химии.

➢ Библиотека интерактивных 3D-демонстраций Mozaik3D

Ресурс предоставляет яркую визуализацию теории, даёт возможность рассмотреть тему с разных сторон. Возможно использование на всех платформах; контент ресурса можно использовать и в исходном виде и встраивать в комплексные средства [1]. Материалы данного ресурса очень доходчиво объясняют химические и физические процессы. Например, при изучении темы «Химические свойства кислот» 3D-анимация реакции между цинком и соляной кислотой поможет обучающимся разобраться в механизме этой реакции.

➢ Библиотека виртуальных симуляций PhET

Данный ресурс – это одна из наиболее популярных виртуальных лабораторий, проект Университета Колорадо. Это мощный некоммерческий проект открытого образователь-

ного ресурса (OER), основанного в 2002 году лауреатом Нобелевской премии Карлом Виманом. Целью этого ресурса является интерактивное моделирование физических явлений для демонстрации их в процессе обучения. Заявленная миссия проекта – «Продвигать науку и математическую грамотность и образование во всем мире посредством бесплатных интерактивных симуляций» [2].

➢ Приложение LearningApps.org

LearningApps.org является приложением для поддержки обучения и процесса преподавания с помощью интерактивных модулей. Хотелось бы уделить особое внимание данному приложению. В отличие от ранее приведенных, с его помощью учитель может осуществлять контроль знаний учащихся. Зайдя на сайт, вы можете выбрать задания из уже существующих модулей, которые могут быть непосредственно включены в содержание обучения, а также можете изменять или создавать новые в оперативном режиме.

До внедрения мультимедийных устройств в школы на уроках при формировании абстрактных понятий использовались изображения в учебнике, таблицы. Проблема состоит в том, что данные изображения невозможно показать в движении, они расположены на плоскости, их нельзя представить в пространстве.

Говоря о современных школьниках, нельзя забывать о том, что это поколение Z – первое по-настоящему цифровое поколение. Современные дети с годовалого возраста осваивают планшеты и смартфоны. Информацию они черпают в основном из Сети, играют в игры онлайн, общаться предпочитают в соцсетях или при помощи мессенджеров [3]. Учитывая особенности данного поколения, становится ясно, что обучение с помощью книг и учебников не для них. Та же информация, но на электронных носителях воспринимается ими гораздо эффективней. Именно по этой причине в

современном образовании всё больше используются информатизация обучения и интернет-ресурсы.

Использование компьютерных технологий визуализации на уроках химии не только облегчает усвоение учебного материала, но и дает новые возможности для развития творческих способностей учащихся: повышает мотивацию учащихся, способствует познавательной деятельности, развивает мышление и творчество ребенка [4]. Визуализация позволяет ученику легко объяснить то, что он никогда не видел и что ему нужно себе представить. Например, при использовании компьютера пользователь может активно участвовать в демонстрациях, ускорять, замедлять или, при необходимости, повторять изучаемый материал, управлять химическими процессами, систематизировать, классифицировать и фиксировать необходимую информацию.

Химия интересна тем, что теоретический материал может быть проверен на практике опытным путём. Наряду с реальными опытами возможно применение видеоматериала. Это является огромным плюсом, ведь учащиеся могут вести наблюдение за химическими реакциями токсичных и взрывоопасных веществ. Ещё одним достоинством является то, что на их демонстрацию не требуется много времени, что важно на уроке.

Способность представлять химическую информацию очень важна, особенно при решении задач на растворы. Ошибки учащихся в решении этих задач, как правило, связаны с неэффективной стратегией. Если ученик по ходу решения делает рисунок или схему, то решение задачи становится простым и понятным [5].

Ко всему сказанному хочется добавить, что использование визуализации материала, наглядных методов, мультимедийных устройств имеет прямое отношение к увеличению эффективности усвоения учебного материала на уроках химии.

Библиографический список

1. Официальный сайт программы «Mozaik3D» [Электронный ресурс]. Режим доступа https://www.mozaweb.com/ru/ (дата обращения: 14.04.2020).
2. Официальный сайт «Библиотеки виртуальных симуляций PhET» [Электронный ресурс]. Режим доступа https://phet.colorado.edu/ (дата обращения: 14.04.2020).
3. Галактионова И.А. Значение принципа наглядности на уроках химии [Электронный ресурс]. Режим доступа https://infourok.ru/statya-ispolzovanie-principa-naglyadnosti-na-urokah-himii-1559520.html (дата обращения: 14.04.2020).
4. Коатс Дж. Поколения и стили обучения. М.: МАПДО; Новочеркасск: НОК, 2011. Поколение Z: те, кто будет после / Из интервью А. Сычёвой с психотерапевтом, кандидатом медицинских наук Марком Сандомирским. [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.eecutive.ru/knowledge/announcement/1450249/ (дата обращения: 14.04.2020).
5. Халтурина Н.Н. Использование информационных технологий как средство визуализации абстрактных понятий на уроках химии. [Электронный ресурс]. Режим доступа https://multiurok.ru/index.php/files/ispol-zovaniie-informatsionnykh-tiekhnologhii-kak-sriedstvo-vizualizatsii-abstraktnykh-poniatii-na-urokakh-khimii.html (дата обращения: 14.04.2020).

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА УРОКАХ ХИМИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

DESIGN AND USE OF MULTIFUNCTIONAL SIMULATORS IN CHEMISTRY LESSONS

М.А. Пашкова
МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 8», г. Шарыпово

M.A. Pashkova
Municipal Autonomous Educational Institution «Secondary School № 8», Sharypovo

Неорганическая и общая химия, дидактический материал к урокам, методика преподавания химии.
Описано применение на уроках химии разработанного автором тренажера. Отмечено, что его использование возможно как при изучении новых тем курса общей и неорганической химии, так и при закреплении пройденного материала или его повторении.

Inorganic and General chemistry, didactic material for lessons, methods of teaching Chemistry.
The use of the simulator developed by the author in Chemistry classes is described. It is noted that its use is possible eitherwhenstudying new topics of the course of General and Inorganic chemistry, and consolidating the material covered or revising it.

Решение современных задач химического образования тесно связано с обновлением его средств и методики их использования. Эффективное решение образовательных задач во многом зависит от осознания преподавателем химии дидактического назначения средств обучения, обусловленности их целями и задачами образовательного процесса и необходимости учета специфики различных средств обучения. «Средства обучения химии» – это общее понятие, которое «вбирает» в себя «наглядные средства обучения химии», «наглядные пособия», «технические средства обучения химии», «аудиовизуальные средства обучения химии», «электронно-коммуникативные средства обучения», «дидактический материал» и др. [1].

Проблема определения содержания, структуры изучения темы, оптимальных дидактических средств представляет сложную задачу, которая должна решаться с учетом модернизации и оптимизации учебно-воспитательного процесса [2].

Для полноценного освоения учебного материала обучающимся необходимо выполнить большое количество заданий. На каждом уроке учитель использует массив средств

обучения. В учебниках упражнений на закрепление катастрофически мало. Хорошие печатные задачники не всегда есть возможность приобрести. Поэтому приходится подбирать и создавать большое количество обучающих средств.

Я, например, для каждого класса разрабатывала новые дидактические материалы. Их стало настолько много, что порой я тратила не один час, чтобы среди десятков гигабайт накопившейся информации найти то, что нужно для конкретного урока. Часто, так и не найдя, составляла новый тест, карточки, проверочные работы и прочее. Это стало очень неудобно. Постепенно я пришла к идее разработки дидактических средств, которые могут быть использованы как для решения разных обучающих задач, так и на разных уровнях общего образования.

Назвала я такие разработки – многофункциональные тренажеры. Предлагаю рассмотреть один из них.

В данной таблице всего лишь прописаны формулы наиболее часто используемых в школьном курсе химии неорганических веществ. Формулы разбиты на варианты и по горизонтали (1–25) и по вертикали (А-М), что повышает вариативность их использования. Работать с таблицей можно при изучении, закреплении, повторении таких разделов: формулы неорганических соединений, классификация неорганических веществ, виды химической связи, валентность, степень окисления, массовая доля элемента, относительная молекулярная масса, общие и специфические химические свойства неорганических веществ и др.

Каким же образом могут звучать задания к данной таблице? Приведу примеры:

– Назвать вещество, определить принадлежность к классу неорганических соединений.

– Выбрать из приведенных веществ формулы солей (кислот, оснований, оксидов и других бинарных соединений).

ВАРИАНТ	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М
1	H_2	KBr	$Co(OH)_3$	$Ca(NO_3)_2$	$AlBr_3$	$MgCl_2$	HF	LiH	Na_2SO_4	SO_2	HI	KO_2
2	Zn_3P_2	Na	SrI_2	NH_4NO_2	KI	Cs_2O	K_2CrO_4	Hg_2O	F_2	$Cr(OH)_2$	N_2O_3	CsOH
3	MnF_4	O_2	H_2SO_3	$SrBr_2$	CrO	Li_4Si	$FeCO_3$	$ZnSO_3$	Cl_2O_5	$(NH_4)_2S$	$Al_2(SO_4)_3$	Rb_2O
4	CO_2	$Co(OH)_2$	HCN	I_2	Li_3N	$Sn(NO_3)_2$	CrO_3	$MnSO_4$	$CoCO_3$	FeI_2	$HgCl_2$	$Sr(NO_2)_2$
5	P_2O_5	KOH	SO_3	Li_3P	$SrCl_2$	Br_2	Ag_2SO_4	CaC_2	$Mn_3(PO_4)_2$	H_2O_2	RbOH	CuF_2
6	Na_2SO_3	$Pb(NO_3)_2$	Li_2S	LiOH	$FeBr_3$	SrF_2	PbF_2	SnO	PH_3	Ag_2CO_3	N_2O_5	$Mg(NO_3)_2$
7	H_2O	Ag_2O	$BaSO_4$	$HMnO_4$	Fe	$Fe(NO_3)_2$	SrS	K_3PO_4	$HgBr_2$	$CuCl_2$	Li_2SiO_3	Cl_2O_7
8	Fe_3O_4	$CaCO_3$	Na_2S	MnO	AgCl	$CuBr_2$	ZnF_2	Sr_3P_2	$Fe(OH)_2$	$LiNO_2$	$KClO_3$	NiF_2
9	KCl	$Zn(NO_3)_2$	$Pb(OH)_2$	$FeSiO_3$	H_2MnO_4	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	$Zn_3(PO_4)_2$	AlP	CaS	CuI_2	$Ba(NO_2)_2$	NH_3
10	$Pb(OH)_4$	Na_2O	Zn	MnS	BaF_2	MnO_2	Mn_2O_7	Cl_2O_3	Sr_3N_2	NO_2	Li_3PO_4	$SnCl_2$
11	MgS	HNO_3	$Ni(OH)_2$	$BaBr_2$	AlH_3	$H_2Cr_2O_7$	H_2CrO_4	MgI_2	AlF_3	BaO	$CuSO_3$	$Mn(NO_3)_2$
12	AgBr	$Ba(OH)_2$	Al_4C_3	H_2CO_3	CuS	$CrSO_4$	P_2O_3	SiH_4	Ag_2SO_3	$AlPO_4$	$SnBr_2$	$BaCl_2$
13	$NaNO_3$	HgS	NO	NaBr	$Sr(OH)_2$	PbI_2	$(NH_4)_2CO_3$	KNO_2	OF_2	O_3	Cu_2O	$(NH_4)_2SO_4$
14	SiO_2	CaF_2	NH_4NO_3	$Cu(NO_3)_2$	$MgCO_3$	$ZnSO_4$	$CaSO_3$	I_2O	BaI_2	$NaNO_2$	$Mg(OH)_2$	$PbCl_2$
15	Mg	MgO	Ca_3N_2	BeS	HgI_2	$NiSO_4$	Cl_2O	CuO	K_2MnO_4	K_2CO_3	$SrCO_3$	$Mn(OH)_4$
16	Fe_2O_3	$KMnO_4$	BaS	$FeSO_4$	CuOH	$Mg_3(PO_4)_2$	ZnS	$HClO_3$	I_2O_3	Na_2O_2	NiS	$Cr_2(SO_4)_3$
17	NH_4Cl	Ca	$K_2Cr_2O_7$	NiI_2	$Cu_3(PO_4)_2$	H_2Se	$FeCl_3$	$MgBr_2$	FeO	$Fe(NO_3)_3$	SrH_2	Na_2CO_3
18	AlN	Br_2O_5	Na_3PO_4	$BaSO_3$	BeF_2	NaI	Li_2SO_3	$Ni(OH)_3$	CaO	Li_2SO_4	$PbSO_3$	$MnCO_3$
19	K_2O	HCl	K_2SO_4	$Zn(OH)_2$	Ba	$BeCl_2$	CO	$CuCO_3$	$HClO_4$	MnI_2	P_4	Cl_2
20	H_3PO_4	SnO_2	$AlCl_3$	H_2SO_4	$Ba(NO_3)_2$	$CuSO_4$	$BeBr_2$	$LiNO_3$	$ZnCl_2$	$HClO_2$	$Ca_3(PO_4)_2$	ZnO
21	Al_2S_3	NaCl	$Fe_2(SO_4)_3$	$Ba_3(PO_4)_2$	$Mn(SO_4)_2$	N_2O	$BaCO_3$	S_8	Na_2O	$MnSiO_3$	$Al(NO_3)_3$	AlI_3
22	LiCl	LiF	$Sn(OH)_4$	$Cu(OH)_2$	B_2O_3	$Cr(OH)_3$	$Fe(OH)_3$	HBr	Li_2O	$Al(OH)_3$	HClO	Cr_2O_3
23	$Sn_3(PO_4)_2$	$CaSiO_3$	$ZnBr_2$	$Be(OH)_2$	$Sn(OH)_2$	MnF_2	NaF	BeI_2	NH_4I	I_2O_5	$AgNO_3$	Ca_3P_2
24	$Hg(NO_3)_2$	NH_4Br	PbO	$MgSO_3$	$NiBr_2$	$BaSiO_3$	AgI	Ni_2O_3	LiI	$AgNO_2$	I_2O_7	NaOH
25	H_2S	$Ca(OH)_2$	$Mn(OH)_2$	PbO_2	CaH_2	$NiCl_2$	N_2	$MgSO_4$	Na_2SiO_3	Ag_2S	LiBr	Al_2O_3

– Выбрать формулы кислотных (основных, амфотерных) оксидов и составить формулы соответствующих им гидроксидов, и наоборот.

– Выбрать формулы одноосновных (двухосновных) кислот, назвать их.

– Выбрать формулы кислородсодержащих кислот, назвать их, составить формулы соответствующих им оксидов.

– Выбрать формулы бескислородных кислот, назвать их.

– Выбрать формулы щелочей. На примере одной из них составить уравнения реакций, характеризующих общие химические свойства сильных оснований.

– Выбрать формулы сильных кислот, на примере одной из них составить уравнения реакций, характеризующих общие химические свойства растворов кислот.

– Выбрать формулы растворимых средних солей. На примере одной из них составить уравнения реакций, характеризующих общие химические свойства солей.

– Выписать формулы веществ только с ионной (ковалентной) связью.

– Выписать формулы веществ, в которых есть и ковалентная и ионная связь.

– Выписать формулы веществ, имеющих атомное (ионное, молекулярное) строение.

– Определить степень окисления элементов в соединениях.

– Вычислить относительную молекулярную массу данных веществ.

– Определить массовые доли элементов в предложенных соединениях.

– С какими из представленных веществ будет взаимодействовать какое-либо заданное вещество. Составить уравнения реакций.

Вариантов заданий можно подобрать еще много, хотя тренажер всего один.

Отмечу плюсы этой разработки. Работу с использованием таблицы можно:

– организовать фронтально, по группам или индивидуально, в зависимости от задач урока;

– использовать при освоении новой темы, а также при закреплении и повторении ранее изученного;

– использовать при проведении проверочных работ, разбивая по вариантам по своему усмотрению, например, первому ученику – строчки 1 и 2, второму – 3 и 4, третьему – столбик А, четвертому – В и т.д.;

– вносить коррективы, добавлять или заменять формулы, а также добавлять или убирать столбцы, строчки;

– видоизменять таблицу, например, в ячейках записать названия веществ, убрав формулы, тогда расширится спектр заданий.

Немаловажным плюсом такой разработки является отсутствие готовых ответов в интернете, что позволяет выявлять объективный уровень сформированности предметных УУД.

Использование подобных дидактических средств существенно облегчает подготовку учителя к занятиям, сокращает объем печатных материалов. При этом качество освоения программного материала нисколько не страдает.

Библиографический список

1. Пак М.А. Дидактика химии. СПб.: ООО «ТРИО», 2012. 457 с.
2. Шорова Ж.И., Татаева Х.А. Эффективность использования дидактических средств при изучении основных классов неорганических соединений в средней школе // Наука: комплексные проблемы. 2017. № 1 (9). С. 31–38.

ИЗУЧЕНИЕ ИСТОРИИ ГРАДООБРАЗУЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

STUDYING THE HISTORY OF A CITIZING ENTERPRISE THROUGH DESIGN ACTIVITY

Н.Н. Поддубецкая, И.В. Рыженков
МБОУ Школа № 9, г. Железногорск

N.N. Poddubetskaya, I.V. Ryzhenkov
MBOU School № 9, Zheleznogorsk

История градообразующего предприятия, ГХК, учебный проект, этапы проекта, проектная деятельность учащихся, воспитательная функция учебного проекта.
Авторы статьи делятся опытом изучения истории градообразующего предприятия ГХК в рамках проектной деятельности обучающихся.

The history of the city-forming enterprise, Mining and Chemical Combine (MCC), the educational project, the stages of the project, the design activities of students, the educational function of the educational project.
The authors of the article share their experience in studying the history of the city-forming enterprise of the Mining and Chemical Combine in the framework of the students' project activities.

Учебный проект – это изменения от ситуации (проблемы), которая нас по каким-то причинам не устраивает, к идеальной ситуации (решению этой проблемы). В рамках проекта можно решить много задач развития и воспитания школьников [1]. Например, по результатам социологического исследования нас не устраивает уровень знаний учащихся школы об истории уникальных градообразующих предприятий.

ЗАТО город Железногорск – уникальное поселение со всех точек зрения. Изучение его истории, географии, эколо-

гии, экономики представляет большой интерес для научного и педагогического сообщества. Наш город, с одной стороны, – символ ушедшего 20 века, «Знак холодной войны». С другой стороны, лидер инновационных ядерных и космических технологий 21 века.

Основу экономики города составляют два градообразующих предприятия, – представители «Росатома» и «Роскосмоса». И это тоже абсолютно уникально, поскольку среди закрытых городов России (как раньше говорили, «почтовых ящиков») такой ситуации нет. Прародителем Железногорска по праву считают ФГУП Горно-химический комбинат. Именно он дал толчок рождению и развитию города Железногорск. Историческую уникальность города подчеркивает и то, что именно Л.П. Берия подписал документы в 1949 году о геологических изысканиях на правом берегу Енисея, ниже по течению от Красноярска на несколько десятков километров, послуживших стартом строительства ГХК. Постановление Совета Министров СССР от 26 февраля 1950 года за подписью Иосифа Виссарионовича Сталина дало старт строительству уникального, не имеющего аналогов в мире подземного атомного комбината, основной задачей которого долгое время была деятельность по наработке оружейного плутония для ядерного оружия. В дальнейшем построенные поочередно три атомных реактора выполнили эту задачу, обеспечили ядерное сдерживание США, позволили избежать третьей мировой войны, попутно обеспечивая существование города за счет «атомной» ТЭС [4–6].

Этот год для ГХК юбилейный – 70 лет деятельности. Сейчас комбинат разрабатывает комплекс уникальных научных направлений, главным из которых является работа с отработанным ядерным топливом, производство «мокстоплива» для атомных станций, что позволяет обеспечить ядерную, энергетическую и экологическую безопасность и независимость современной России.

Изменение выявленной негативной ситуации и стало идеей наших проектов. Для изменения ситуации совместно с ребятами организуется проектная деятельность. Некоторые темы проектов:

– История ГХК;
– Пути дальнейшего развития ГХК;
– Химик – профессия, востребованная на ГХК;
– Атомные реакторы – одна из славных страниц ГХК;
– Атомщик – профессия будущего.

Первый этап – обсуждение с целевой группой идеи проекта. Результат этого обсуждения: удается уточнить идею и сделать будущий проект более востребованным целевой группой. Учащиеся 8–11 классов – это целевая группа проекта. После проведения анализа проблемного поля обсуждаем ожидаемые результаты проекта с представителями целевой группы, выясняем, насколько они нужны в том виде, в котором мы предполагаем их получить. Как правило, в ходе обсуждения мы получаем важную информацию, корректируем цели и планируемые результаты проекта. Понимание потребностей, особенностей и характеристик целевой группы проекта позволяет нам, выполняя проект, наилучшим образом решать их проблемы и максимально полно удовлетворять их потребности [2].

Итак, идея и цель проекта четко сформулированы. Переходим к следующему этапу разработки проекта. Второй этап проекта – командно-собирательный. Команда не противопоставляется личности. Наоборот. Собравшись в команду, личности становятся еще сильнее. И это тоже факт. В проекте обычно одновременно и последовательно осуществляется несколько видов деятельности. Одному учащемуся очень сложно выполнить все работы хорошо и вовремя. В команде это вполне возможно. Плюс – в команде всегда есть взаимовыручка, поддержка и сотрудничество. Это – слагаемые успеха проекта. Третий этап проекта – планирование. В

ходе выполнения проекта тщательно разработанный календарный план позволяет контролировать, все ли идет так, как задумано, не выходит ли проект из графика, каких участников проектного коллектива и когда необходимо задействовать для выполнения деятельности по проекту. Таким образом, календарный план – это «дорожная карта» нашего проекта, по нему мы и наша проектная группа (команда) постоянно сверяем направление и темпы реализации проекта [3].

В ходе реализации проектов проектная группа (команда):

– изучила разные источники информации;

– посетила музей ГХК (несколько тематических экскурсий);

– встретилась со специалистами и ветеранами ГХК;

– провела и проанализировала социологические исследования;

– создала продукты и представила их учащимся школы.

Продукты проектов:

– созданы материалы для классных часов: презентации и материалы для сопровождения презентации, видеоролики, видеоряды;

– проведены тематические классные часы, конкурсы.

После осуществления учащимися просветительской деятельности через классные часы проведены повторные социологические исследования.

Анализ результатов показал: уровень знаний о градообразующем предприятии изменился в положительную сторону.

Наши проекты ежегодно принимают участие в городском конкурсе «Парад проектов» и всегда получают призовые места.

Проектная деятельность с учащимися школы у учителя занимает большое количество времени, но это компенсируется положительными результатами:

1. Обучающиеся самостоятельно изучили историю создания атомной отрасли, градообразующего предприятия

и познакомили учащихся школы с основными этапами развития ГХК.

2. Проектная деятельность создает условия для формирования интереса к истории ГХК, чувство уважения к людям, работающим на предприятии, и гордости за уникальное предприятие, которое дало жизнь городу Железногорску, сохранило мир на планете, способствует профилактике радиофобии.

3. В ходе сбора информации, встреч с сотрудниками и ветеранами предприятия, посещения музея ГХК, создания продуктов проекта учащиеся приобрели знания о профессиях, востребованных на предприятии, что будет способствовать их правильному профессиональному выбору.

Продукты проектов могут быть использованы в образовательных организациях на уроках и элективных занятиях по истории, географии, химии, экономике, экологии, основам регионального развития.

Библиографический список

1. Пахомова Н.Ю. Проектное обучение – что это? // Методист. 2004. № 1.
2. Ступницкая М.С. Что такое учебный проект? М.: Первое сентября. 2012.
3. Организация проектной деятельности в образовательном учреждении / Сост. С.Г. Щербакова. Волгоград: ИТД «Корифей», 2007. 96 с.
4. Скала. Книга, посвященная 60-летию ФГУП «ГХК». Красноярск: ООО «Платина плюс», 2010. 176 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа https://www.sibghk.ru/images/pdf/skala/skala.pdf (дата обращения: 01.05.2020).
5. Народная книга ГХК. [Электронный ресурс]. Режим доступа http://elib.biblioatom.ru/text/narodnaya-kniga-ghk_2014/go,0/ (дата обращения: 01.05.2020).
6. Вестник ГХК. [Электронный ресурс]. Режим доступа https://sibghk.ru/press-center/vestnikghk/releasevestnikghk.html (дата обращения: 01.05.2020).

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ ТУРБИННОГО МАСЛА
COMPUTER SIMULATION OF THE COMBUSTION TURBINE OIL

И.Н. Пожаркова
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железногорск

I.N. Pozharkova
Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, Zheleznogorsk

Компьютерное моделирование, имитационное моделирование, горючие жидкости, турбинное масло, Fire Dynamics Simulator.
Обоснована актуальность внедрения в образовательный процесс компьютерных программ имитационного моделирования при изучении процессов горения. Описаны особенности компьютерного моделирования горения горючих жидкостей в программе Fire Dynamics Simulator. Исследовано влияние линейной скорости распространения пламени по поверхности турбинного масла на динамику изменения температуры газовой среды в помещении.

Computer modeling, simulation modeling, flammable liquids, turbine oil, Fire Dynamics Simulator.
The relevance of introduction of computer programs of simulation modeling in the study of Gorenje processes in the educational process is proved. Features of computer simulation of Gorenje of combustible liquids in the Fire Dynamics Simulator program are described. The influence of the linear velocity of flame propagation over the surface of turbine oil on the dynamics of changes in the temperature of the gas environment in the room is studied.

В настоящее время образовательный процесс по естественнонаучным дисциплинам зачастую включает не только проведение обучающимися физических экспериментов с использованием лабораторного оборудования, но и компьютерное моделирование явлений и процессов с применением про-

грамм имитационного моделирования, виртуальных тренажеров, симуляторов и т. п. Применение компьютерного моделирования открывает новые возможности для изучения теории и отработки практических навыков, являясь более дешевой альтернативой традиционным методам обучения, а иногда и единственно возможной, если речь идет об изучении процессов, представляющих потенциальную опасность для обучающихся, таких как ядерные реакции, взрывы, горение; работе с высоким напряжением, опасными химическими веществами, токсичными соединениями; знакомстве с аварийными ситуациями на опасных производственных объектах и т.д. Следовательно, задача внедрения в образовательный процесс специалистов различного профиля современных средств компьютерного моделирования является актуальной.

При подготовке обучающихся по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность в ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» учебный план предполагает лабораторное исследование процессов горения при изучении ряда дисциплин, в том числе: «Химия процессов горения», «Теория горения и взрыва», «Физико-химические основы развития и тушения пожаров», «Прогнозирование опасных факторов пожара» и др.

В данной статье рассмотрены особенности компьютерного моделирования процессов горения горючих жидкостей (ГЖ) на примере турбинного масла в программе Fire Dynamics Simulator (FDS), предназначенной для моделирования развития пожара в помещениях по вычислительной гидродинамической модели тепломассопереноса при горении. Горение турбинного масла отличается высокой скоростью выгорания и большим удельным тепловыделением и представляет интерес при исследовании динамики пожаров на объектах топливно-энергетического комплекса.

Моделирование пожаров, связанных с ГЖ, имеет ряд сложностей. В целом динамика горения жидкости зависит от ее

пожароопасных свойств: температуры вспышки, температуры воспламенения, теплоты испарения и др. Исходными данными для описания горения в FDS являются стехиометрические коэффициенты для реакции горения, количество атомов каждого элемента в молекуле материала, молярная масса топлива, тепловой выход реакции, отнесенный к массе кислорода, максимальная удельная мощность горения, которые задаются пользователем при настройке параметров моделирования. Кроме того, должны учитываться: дымообразующая способность топлива, низшая теплота сгорания, удельная скорость выгорания, коэффициент полноты горения, линейная скорость распространения пламени. Целесообразно использовать информацию о свойствах веществ, приведенную в различных справочниках [1–2], а также в ряде случаев расчетные методы определения показателей пожаров взрывоопасности веществ и материалов [3].

Линейная скорость распространения пламени вдоль поверхности жидкости зависит не только от ее пожароопасных свойств, но и от температуры жидкости. Если температура жидкости не превышает температуру вспышки, то скорость перемещения пламени небольшая. С ростом температуры ГЖ скорость увеличивается и достигает значений, соответствующих распространению пламени по паровоздушной смеси. Поэтому, в зависимости от интенсивности теплового излучения от зоны пламени на незагоревшиеся соседние участки жидкости, а также взаимного расположения очага пожара и зон пролива ГЖ на разных уровнях будет наблюдаться различная динамика пожара [4].

При моделировании пожара с использованием FDS по умолчанию в программе считается, что вся поверхность зеркала ГЖ мгновенно охватывается пламенем, т. е. линейная скорость распространения пламени по поверхности жидкости от источника зажигания принимается бесконечно большой. Как было отмечено выше, данная величина

конечна и имеет определенные значения в зависимости от конкретных условий.

В программе FDS существует возможность самостоятельного задания пользователем линейной скорости распространения пламени вдоль поверхности жидкости. В справочной [1–2] и нормативной литературе зачастую отсутствует информация о данной величине для ГЖ. Расчетный метод определения максимальной скорости распространения пламени над поверхностью жидкости [3] применим для случая, когда начальная температура ГЖ существенно превышает нижний температурный предел ее воспламенения. Данное условие не соответствует начальным условиям моделирования горения турбинного масла, имеющего нижний температурный предел воспламенения 148 ºС [1], что значительно больше начальной температуры жидкости, даже с учетом возможности ее нагрева во время рабочего цикла. В [5] указана только приблизительная величина скорости распространения пламени по разлитому нефтепродукту, которая составляет для жидкости, имеющей температуру ниже температуры вспышки, 0,05 м/с. В [6] на основании результатов исследования скорости распространения пламени над разливом горючей жидкости предложена формула для оценки линейной скорости перемещения пламени для ГЖ с высокой температурой воспламенения:

$$V_л = \frac{A}{T_{вос} - T_0}, \qquad (1)$$

где $V_л$ – линейная скорость перемещения пламени, см/с; A = 28 см·ºС/с – коэффициент (на практике для обеспечения запаса увеличивается вдвое); $T_{вос}$, T_0 – соответственно, температура воспламенения ГЖ и ее начальная температура, ºС.

Следует принимать во внимание ограничения данного метода. В частности, формула (1) не учитывает динамику движения жидкости при растекании, а также увеличе-

ние скорости перемещения пламени при нагреве жидкости излучением. Необходимо отметить, что при значительных площадях разлива линейная скорость распространения пламени по поверхности ГЖ может оказывать существенное влияние на развитие пожара, особенно на начальной стадии.

Перечисленные факторы создают сложности и неопределенности при выборе алгоритма моделирования горения. Учитывая рассмотренные выше изменения параметров горючей жидкости, моделирование развития пожара при ее горении не всегда дает достоверный результат.

Для оценки влияния линейной скорости распространения пламени по поверхности ГЖ на динамику пожара выполнено два компьютерных эксперимента в программе FDS (с использованием графического интерфейса PyroSim), где основной пожарной нагрузкой является турбинное масло ТП-22С, разлитое на нескольких уровнях (0 м, 4 м, 8 м, 12 м) общей площадью около 200 кв. м (рис. 1):

Эксперимент 1 – в момент начала моделирования воспламеняется вся поверхность разлива ГЖ, т.е. линейная скорость полагается бесконечно большой.

Эксперимент 2 – пламя по поверхности жидкости распространяется от источника зажигания с линейной скоростью, рассчитанной по формуле (1).

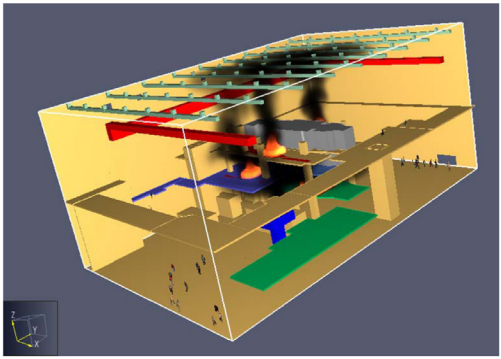
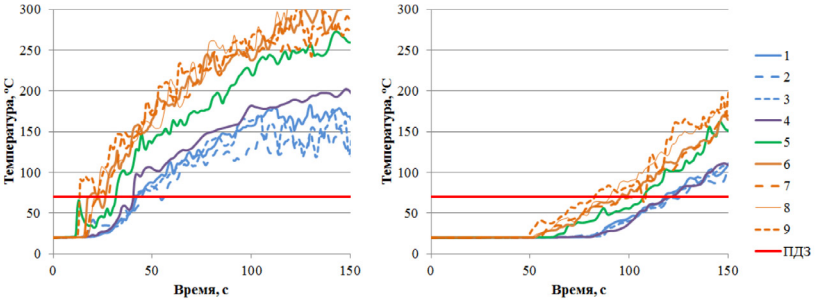


Рис. 1. Визуализация компьютерного эксперимента

Для сравнения динамики развития пожара при различных условиях распространения пламени по поверхности ГЖ сопоставляется температура газовой среды в различных точках помещения (рис. 2), а также время достижения ею предельно допустимого значения для человека (ПДЗ).



а) б)

Рис. 2. Временные графики температуры газовой среды на уровнях 0 м (точки 1–3), 4 м (точка 4), 8 м (точка 5), 12 м (точки 6–9); а – эксперимент 1; б – эксперимент 2

Как следует из полученных результатов, в случае с мгновенным воспламенением ГЖ (эксперимент 1) температура в расчетных точках на различных отметках достигает предельно допустимого значения в течение первых 10–45 секунд пожара, составляя на момент окончания моделирования (150 с) 120–310 °С. При постепенном распространении пламени (эксперимент 2) значения температуры растут медленнее, ПДЗ на различных отметках превышается после 80–125 секунд от начала пожара, максимальные достигнутые значения температуры газовой среды лежат в диапазоне 100–200 °С.

Таким образом, выбор скорости распространения пламени по поверхности горючей жидкости может значительно влиять на результаты исследования при оценке динамики пожара. Следовательно, при моделировании пожаров го-

рючих жидкостей целесообразно применять рекомендации, представленные в [6] с учетом ограничений метода.

Использование программ компьютерного моделирования пожара в образовательном процессе позволяет развить у обучающихся понимание физической сущности процессов горения, дополняя традиционные методы обучения по естественнонаучным дисциплинам, предусматривающим проведение лабораторных занятий. Компьютерный эксперимент, обладающий высокой степенью наглядности при возможности проведения широкого спектра опытов, безусловно, будет способствовать более эффективному **формированию соответствующих** профессиональных компетенций **у обучающихся.**

Библиографический список

1. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. 2-е изд., перераб.и доп. М.: Асс. Пожнаука, 2004. Ч. 1. 713 с.; Ч. 2. 774 с.
2. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие. М.: Академия ГПС МВД России, 2005. 118 с.
3. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов: Руководство. М.: ВНИИПО, 2002. 77 с.
4. Пожаркова И.Н., Елфимова М.В., Лагунов А.Н. Моделирование пожаров в машинных отделениях объектов теплоэнергетического комплекса // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник». 2019. № 1. С. 39–45.
5. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 1999.
6. Моделирование пожаров и противопожарная защита зданий и сооружений. Поисковые исследования по разработке расчетно-экспериментального метода определения скорости распространения пламени над разливом горючей жидкости: отчет о НИР по теме П.3.4.П.01.2004 «Разлив», п. 3.4.2 ЕТП-2005 / отв. исп. Н.Л. Полетаев [и др.]; УОП МЧС России, ВНИИПО, г. Балашиха, 2005.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

THE USE OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN CHEMICAL EDUCATION: PROBLEMS AND SOLUTIONS

В.В. Тропникова
Научный руководитель **Г.С. Качалова**,
кандидат педагогических наук, доцент,
профессор кафедры химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск

V.V. Tropnikova
Scientific adviser **G.S. Kachalova**,
PhD of pedagogical Sciences,
Associate Professor, Professor Department of Chemistry,
Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk

Технология электронного обучения; дополненная и виртуальная реальность, учебный процесс, дисциплина «Химия».
Рассмотрены возможности использования технологий электронного обучения на примере дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности. Выявлены основные проблемы. Предложены пути решения. Сделан вывод о необходимости дальнейшего изучения использования технологий AR и VR в учебном процессе по дисциплине «Химия».

E-learning technology; augmented and virtual reality, the educational process, discipline «Chemistry».
The possibilities of using the e-learning technologies of the future are examined using the example of augmented (AR) and virtual (VR) reality. The main problems are identified. Ways to solve problems are proposed. The conclusion is drawn on the need to further study the use of AR and VR technologies in the educational process in the discipline «Chemistry».

Актуальность темы связана с тем, что технологии дополненной и виртуальной реальности становятся частью информационного пространства и находят применение в сфере образования в целом и по дисциплине «Химия» в том числе. Проблема применения современных технологий связана с отсутствием умения внедрять данные технологии в образовательный процесс, отсутствием образовательного контента и высокой стоимостью его разработки, а также с необходимостью соблюдения санитарных временных норм при обучении.

Базовые понятия и основные отличия дополненной и виртуальной реальности следующие: дополненная реальность (AR – augmented reality) – это результат введения в поле восприятия данных для дополнения сведений и улучшения восприятия информации; виртуальная реальность (VR – virtual reality) – это искусственный, имитируемый или созданный компьютерным синтезом мир, воспринимаемый обучающимися через зрение, слух, осязание [1; 2; 3]. В дополненной реальности контент цифрового формата накладывается на реальную пользовательскую среду. Например, графическое изображение химической реакции и присутствующий звуковой эффект. Интеграции в пользовательскую среду не происходит. Технология виртуальной реальности погружает пользователя в виртуальный мир посредством взаимодействия с информацией через каналы восприятия. Например, при химической реакции имитируется движение молекул, пользователь чувствует высокую температуру реакции, может управлять химической реакцией и др.

Внедрение в образование «виртуализации» законодательно трактуется во введенном в действие с 01.09.2018 Национальным стандарте РФ – ГОСТ Р №57721-2017, в котором определено, что виртуальная реальность – это высокоразвитая форма виртуальной среды, обладающая высокой степенью достоверности визуализации, имити-

рующей как воздействие на изучаемый объект, так и реакции на это воздействие [4].

Возможности использования данной технологии для дисциплины «Химия» связаны с наличием практических занятий в лабораториях и необходимостью проводить эксперименты. Многие эксперименты не могут быть проведены без использования определенного оборудования и расходных материалов, а также без соблюдения требований безопасности. При нерешенных проблемах материально-технического оснащения образовательных организаций, обеспечения дидактическим оборудованием, технологиями образования детей-инвалидов и лиц с ОВЗ возможно использовать AR и VR-технологии, суть которых сводится к моделированию экспериментов в виртуальной среде [5, с. 4].

По данным исследований, мнение педагогов и преподавателей различно. Однако более 70% преподавателей считают, что с помощью технологий виртуальной реальности можно увидеть то, что недоступно.

Использование приложения Mel Chemistry «Уроки химии Mel VR» на занятиях по общей химии в Новосибирском медицинском колледже по темам позволило выделить определенные достоинства и недостатки. Основное достоинство состояло в том, что студенты представили реальную химическую лабораторию и использовали возможности технологии для изучения молекулярного уровня, собрали атомы, увидели их структуру, узнали разницу между структурной и скелетной формулой. Недостатком технологии явилась высокая стоимость VR гарнитуры Google Daydream View (79 дол.), отсутствие необходимого для системы среднего профессионального образования образовательного контента.

Выводы. Современным трендом образования становится присутствие участников процесса в виртуальной среде. Достоинством использования AR и VR-технологий является создание визуальной учебной среды, при которой акцент

делается на использование резервов визуального мышления, наличие не только традиционных наглядных средств, но специальных средств и приемов, которые активизируют зрительный аппарат для получения продуктивных познавательных результатов. Основными проблемами использования AR и VR-технологий являются отсутствие образовательного контента и высокая стоимость его разработки. Пути решения основных проблем возможны в расширении обмена передовым опытом использования разработок. Данные технологии, наряду с традиционным обучением, являются полезным образовательным дистанционным ресурсом, особенно при инклюзии, так как они способны расширить границы доступности образовательных услуг, минимизируют риски и издержки при сложных и дорогостоящих экспериментах.

Библиографический список

1. Дополненная реальность. Статьи и новости дополненной реальности. Загл. с экр. [Электронный ресурс] URL: https://rb.ru/tag/ar/ (дата обращения: 23.04.20).
2. Удивительные инновации VR. Загл. с экр. .[Электронный ресурс] URL: https://caersidi.net/blog/vr-astonishing-innovations (дата обращения: 23.04.20).
3. Яцюк О.Г. Мультимедийные технологии в проектной культуре дизайна: гуманитарный аспект. дис. ... докт. исскуств. наук. 2009. 447 с.
4. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р № 57721-2017 «Информацинно-коммуникационные технологии в образовании. Эксперимент виртуальный. [Электронный ресурс] http://docs.cntd.ru/document/1200156823 (дата обращения: 20.04.20).
5. Рубцов В.В. Психология образования в интересах детей [Электронный ресурс] // Психологопедагогические исследования. 2017. Том 9. № 3. С. 2–18. DOI: 10.17759/psyedu.2017090302 [Электронный ресурс] https://psyjournals.ru/files/87955/psyedu_2017_n3_all.pdf (дата обращения: 20.04.20).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АВЛИЯКУЛЫЕВА Айлар Мередовна – студентка медико-психолого-фармацевтического факультета Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: ailara@bk.ru

АГАРИЗАЕВА Ифриз Закировна – магистрант факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: ifriz198@gmail.com

АКЫЛБЕКОВ Нургали Икрамович – кандидат химических наук, руководитель лаборатории инженерного профиля «Физико-химические методы анализа», заместитель директора Института химических исследований и технологий Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан, e-mail: nurgali_089@mail.ru

АЛЯКРИНСКИЙ Дмитрий Евгеньевич – студент факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: dima.alyakrinskiy.99@mail.ru

БАБАРЫКИН Григорий Александрович – студент лечебного факультета Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: tongrisha@gmail.com

БАГАВИЕВА Татьяна Камильевна – старший преподаватель кафедры химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск, e-mail: bagavieva.tanya@mail.ru

БОБРОВ Павел Сергеевич – ассистент кафедры органической химии и технологии органических веществ Сибирского государственного университета науки и технологий им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, e-mail: pavel.bobrov96@mail.ru

БОБРОВА Анастасия Викторовна – магистрант Института химических технологий Сибирского государственного университета науки и технологий им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, e-mail: anastasiya-an-96@mail.ru

БОЙЦОВА Елизавета Борисовна – младший научный сотрудник НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: elizaveta.boicova@mail.ru

БОЯРИНОВА Светлана Петровна – старший преподаватель кафедры гражданской защиты и управления в кризисных ситуациях Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: sveta1208@mail.ru

БРИЛЕНКОВ Евгений Владиславович – обучающийся 10 класса ГБОУ гимназии №526 Московского района г. Санкт-Петербурга, e-mail: ebrilenkov@mail.ru

БУРИЛОВ Александр Романович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией элементоорганического синтеза им. А.Н. Пудовика Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань, e-mail: burilov@iopc.ru

ВАРЛАМОВА Екатерина Антоновна – магистрант Института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва, e-mail: kate_kate196@mail.ru

ВОЛОШИНА Александра Дмитриевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией микробиологии Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН», г. Казань, e-mail: microbi@iopc.ru

ВОРОБЬЕВА Дарья Олеговна – студентка медико-психолого-фармацевтического факультета Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: post.sparrow@mail.ru

ГАЦКО Наталья Витальевна – студентка факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: gacko1997@mail.ru

ГЕННАДЬЕВА Александра Сергеевна – учитель КГКОУ «Краевая вечерняя (сменная) общеобразовательная школа № 10», г. Красноярск, e-mail: Kelli87@bk.ru

ГОРИНА Яна Валерьевна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, научный сотрудник научно-исследовательского института молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: yana_20@bk.ru

ГОРНОСТАЕВ Леонид Михайлович – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: gornostaev@kspu.ru

ДМИТРИЕВ Александр Игоревич – старший преподаватель кафедры химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск, e-mail: alexxx_dmitriev@mail.ru

ДРОЗДОВ Владислав Дмитриевич – курсант факультета инженеров пожарной безопасности Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: drozdov_vladislav@bk.ru

ЕМЕЛЬЯНОВА Ирина Артемовна – магистрант Института естественных и социально-экономических наук Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск, e-mail: airina95@mail.ru

ЕФРЕМОВА Ирина Евгеньевна – доктор химических наук, профессор кафедры органической химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: eie2000@mail.ru

ЖАРОВ Александр Олегович – магистрант факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: azharov@herzen.spb.ru

ЗАХАРОВ Фёдор Андреевич – обучающийся 10 класса ГБОУ лицея № 214 г. Санкт-Петербурга, e-mail: zakfedya@yandex.ru

ИСАЕВА Екатерина Игоревна – кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: katiavolkova@yandex.ru

КАРГИНА Ольга Ивановна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры фармации и химии Уральского государственного медицинского университета, г. Екатеринбург, e-mail: kargina-usma87@yandex.ru

КАРПОВ Денис Вадимович – магистрант Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, г. Красноярск, e-mail: denikarp@mail.ru

КАЧАЛОВА Галина Семеновна – кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск, e-mail: kachalova_gs_met@list.ru

КИНДЯКОВА Екатерина Константиновна – студентка медико-психолого-фармацевтического факультета Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: kindyakova13@mail.ru

КОВАЛЬ Юлия Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: a_yulya@inbox.ru

КОЗЛОВ Вячеслав Алексеевич – обучающийся 10 класса ГБОУ гимназия № 526 г. Санкт-Петербурга, e-mail: slavakozlov2003@mail.ru

КРАСНОЩЕКОВА Анастасия Дмитриевна – обучающаяся 10 класса ГБОУ лицея № 214 г. Санкт-Петербурга, e-mail: fbraun2002@inbox.ru

КУДРЯВЦЕВА Наталья Васильевна – учитель химии МАОУ Гимназии № 13 «Академ», г. Красноярск, e-mail: knb33@mail.ru

КУЗНЕЦОВА Надежда Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры химии Забайкальского государственного университета, г. Чита, e-mail: kns2702@yandex.ru

ЛАВРИКОВА Татьяна Ильинична – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: lavrikova@kspu.ru

ЛЕБЕДЕВА Лилия Александровна – учитель МБОУ «Тинская СШ № 1», с. Тины Нижнеингашского района Красноярского края, e-mail: dvnkur1@yandex.ru

ЛЕБЕДЕВА Элла Сергеевна – учитель МБОУ «Тинская СШ № 1», с. Тины, Нижнеингашского района Красноярского края, e-mail: ella.lebedeva2011@yandex.ru

ЛОПАТИНА Ольга Леонидовна – доктор биологических наук, профессор кафедры биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, руководитель Российско-японской лаборатории изучения социального мозга научно-исследовательского института молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: ol.lopatina@gmail.com

ЛУКЬЯНЦЕВ Владимир Иванович – студент факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail vlukancev@gmail.com

ЛЮБЯШКИН Алексей Викторович – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии и технологии органических веществ Сибирского государственного университета науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, e-mail: lubyashkin@mail.ru

МАКАРЕНКО Сергей Валентинович – доктор химических наук, доцент, декан факультета химии Российского государственного педагогического университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: makarenko.sv@gmail.com

МАКАРЕНКОВА Вероника Геннадьевна – студентка факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: makarenkova3veronika@gmail.com

МАЛИНОВСКАЯ Наталия Александровна – доктор медицинских наук, профессор кафедры биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, старший научный сотрудник НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск, e-mail: malinovskaya-na@mail.ru

МАРКОВСКАЯ Валентина Александровна – старший преподаватель Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: markovskaya.v@list.ru

МАТЕРОВА Светлана Ильинична – преподаватель кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: materova53@mail.ru

МЕХРЯКОВА Елизавета Денисовна – студентка факультета биологии, географии и химии Красноярского педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: liza.mex@yandex.ru

МИРОНОВ Фёдор Николаевич – обучающийся ГБОУ школа № 197 Центрального района г. Санкт-Петербурга, e-mail: fed_mironov@mail.ru

МОРГУН Андрей Васильевич – доктор медицинских наук, доцент кафедры педиатрии ИПО, ведущий научный сотрудник НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: 441682@mail.ru

МОРОЗОВА Нина Георгиевна – канд. хим. наук, доцент кафедры химии и технологии биологически активных соединений им. Н.А. Преображенского Института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва, e-mail: ngmoroz@mail.ru

МОСЯГИНА Ангелина Ивановна – старший лаборант НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: angelina.mosiagina@gmail.com

НАЗАРОВА Анастасия Михайловна – студентка факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: nastii351202@gmail.com

НИКОЛАЕВ Глеб Александрович – преподаватель кафедры гражданской защиты и управления в кризисных ситуациях Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: 89082194153@mail.ru

ОСИПОВА Елена Дмитриевна – старший преподаватель кафедры биохимии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, научный сотрудник НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: elena.hilazheva@mail.ru

ПАВЛИКОВ Александр Юрьевич – магистрант Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, e-mail: hahanka@yandex.ru

ПАНИНА Юлия Анатольевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: yulia.panina@list.ru

ПАШКОВА Марина Александровна – кандидат биологических наук, учитель химии и биологии, заместитель руководителя по УВР МАОУ СОШ №8 г. Шарыпово Красноярского края, e-mail: pmakbn@mail.ru

ПЕЛИПКО Василий Васильевич – аспирант факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: v.pelipko@mail.ru

ПОДДУБЕЦКАЯ Неонила Николаевна – учитель химии МБОУ Школа № 98, г. Железногорск, e-mail: nnp98@mail.ru

ПОЖАРКОВА Ирина Николаевна – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Железногорск, e-mail: pozharkova@mail.ru

РУДЕНКО Дарья Сергеевна – старший преподаватель кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, ассистент кафедры биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: darya.taldykina@yandex.ru

РУКОВЕЦ Татьяна Анатольевна – аспирант факультета биологии, географии и химии, Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, старший преподаватель кафедры биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: tatyana_xim@mail.ru

РЫЖЕНКОВ Игорь Валерьевич – учитель географии МБОУ Школа № 98, г. Железногорск, e-mail: sch98@k26.ru

САЙКОВА Диана Игоревна – магистрант Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, e-mail: diana.saykova@mail.ru

САЙКОВА Светлана Васильевна – доктор химических наук, профессор кафедры химической и неорганической химии Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, г. Красноярск, e-mail: ssai@mail.ru

САЛМИНА Алла Борисовна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии, руководитель НИИ молекулярной медицины и патобиохимии, советник ректора – руководитель центра международных программ Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: allasalmina@mail.ru

САМСОНОВ Владимир Анатольевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: samson@nioch.nsc.ru

СКОРИКОВА Анастасия Александровна – студентка факультета химии Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: anastasia_skorikova98@mail.ru

СТЕПУРА Ульяна Владимировна – студентка факультета химии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, e-mail: USTEPURA@yandex.ru

ТОВБИС Михаил Семенович – доктор химических наук, профессор кафедры органической химии и технологии органических веществ Сибирского государственного университета науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, e-mail: tovbis@bk.ru

ТРОПНИКОВА Валерия Валерьевна – аспирант кафедры химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск, e-mail: tropnikova@inbox.ru

ТРОФИМОВА Татьяна Владимировна – аспирант Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, e-mail: tv91@mail.ru

ФОКИНА Мария Андреевна – студентка факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: kinfetka_678@mail.ru

ФОМИНЫХ Ольга Игоревна – старший преподаватель кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: kripan88@gmail.com

ХАЛЯВИНА Юлия Геннадьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры биологии, химии и экологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: khalyavina@kspu.ru

ХАРИТОНОВА Екатерина Викторовна – научный сотрудник научно-исследовательского института молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: ekaterinav1201@gmail.com

ХОМЧЕНКО Алексей Сергеевич – кандидат химических наук, доцент кафедры химии, заместитель директора Института естественных и социально-экономических наук по общим вопросам и воспитательной работе Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск, e-mail: a.homchenko@mail.ru

ЧЕРНИГОВА Агния Сергеевна – студентка факультета биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск, e-mail: dark.agnes@mail.ru

ЧУГУНОВА Елена Александровна – кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории элементоорганического синтеза им. А.Н. Пудовика (ЭОС) Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН», г. Казань, e-mail: chugunova.e.a@gmail.com

ШИШЕЛОВА Ксения Олеговна – аспирант кафедры биологической химии с курсом медицинской, фармацевтической и токсикологической химии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: quetrum@gmail.com

ШТИЛЬ Александр Альбертович – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией механизмов гибели опухолевых клеток Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Блохина, г. Москва, e-mail: shtilaa@yahoo.com

ШУВАЕВ Антон Николаевич – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИИ молекулярной медицины и патобиохимии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, e-mail: shuvaevanton2016@gmail.com

ШУКШТУЛИС Александр Александрович – обучающийся 10 класса ГБОУ лицея № 214 г. Санкт-Петербурга, e-mail: alphabet194@gmail.com

ЯСТРЕБОВА Арина Руслановна – обучающаяся 7 класса МБОУ СОШ № 1 г. Чита, e-mail: kns8433@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

Агаризаева И.З., Макаренкова В.Г., Степура У.В.
Синтез новых нитросульфодиенов ряда тиолен-1,1-диоксида
и их реакции с нуклеофилами 3

Боброва А.В., Бобров П.С., Любяшкин А.В.
Хлорацетилирование 1-алкилзамещенных 4-аминопиразолов 7

Дроздов В.Д.
Взаимосвязь энергии активации
со скоростью процесса термической деструкции
полимерных материалов..... 11

Каргина О.И., Горностаев Л.М.
Разработка эффективных способов получения
функционализированных нафто[1,2,3-cd]индол-6(2H)-онов..... 16

Карпов Д.В., Сайкова С.В., Трофимова Т. В., Павликов А.Ю.
Синтез наночастиц магнетит-золото
со структурой «ядро-сателлит» 22

Назарова А.М.
Фотохимический синтез наночастиц палладия..... 24

Павликов А.Ю., Сайкова С.В., Трофимова Т.В., Карпов Д.В.
Синтез магнитных гибридных наночастиц $CoFe_2O_4$@Au..... 28

Пелипко В.В., Бриленков Е.В., Козлов В.А.
Флуоресцеин и эозин: синтез и исследование строения 32

Пелипко В.В., Захаров Ф.А., Краснощекова А.Д., Шукштулис А.А.
5,10,15,20-Тетра(*n*-хлорфенил)порфирин: синтез и строение
(из опыта реализации исследовательского проекта) 36

Руденко Д.С., Фоминых О.И., Халявина Ю.Г.
О функционализации 2-ариламино-1,4-нафтохинон-1-оксимов 39

Руковец Т.А., Киндякова Е.К., Авлиякулыева А.М., Воробьева Д.О., Фоминых О.И., Лаврикова Т.И.
Реакция (4Е)-2-(R-амино)-4-(гидроксиимино)-нафталин-1(4Н)-онов с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом 45

Сайкова Д.И.
Оптимизация условий синтеза наноразмерных частиц феррита никеля 51

Скорикова А.А.
Синтез, исследование состава и свойств NiO/CeO_2 наноструктур 55

Хомченко А.С., Дмитриев А.И.
Синтез 4-[(алкилтио)метил]-2,6-диэтилфенолов 60

Чернигова А.С.
Исследование кислотно-основных свойств 2-ариламино-1,4-нафтохинонов 62

Ястребова А.Р.
Анализ содержания каротина в овощах и фруктах разных производителей 69

Секция II. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

Варламова Е.А.
Нейтральные гликоглицеролипиды – новые синтетические противоопухолевые агенты 73

Малиновская Н.А., Панина Ю.А., Мосягина А.И., Шишелова К.О.
Желатиновые скаффолды с различными покрытиями для культивирования перитонеальных макрофагов 79

Мосягина А.И., Моргун А.В., Осипова Е.Д., Бойцова Е.Б., Малиновская Н.А., Шуваев А.Н., Салмина А.Б.
Интенсификация постнатального нейрогенеза путем адресной фотоактивации астроцитов в модели нейрогенной ниши *in vitro* 86

Панина Ю.А., Мосягина А.И., Бабарыкин Г.А.
Экспрессия вазопрессина и V1aR
в базолатеральной миндалине при экспериментальном аутизме 90

Харитонова Е.В., Горина Я.В., Лопатина О.Л., Салмина А.Б.
Митохондриальная дисфункция как один из факторов
развития астроглиоза при болезни Альцгеймера 94

Чугунова Е.А., Акылбеков Н.И., Самсонов В.А.,
Волошина А.Д., Бурилов А.Р.
Новые синтетические возможности бензофуроксановой платформы
для создания биологически активных систем 99

Секция III. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Алякринский Д.Е.
Химический эксперимент на ОГЭ 105

Багавиева Т.К., Емельянова И.А., Хомченко А.С., Качалова Г.С.
Повышение мотивации обучающихся общеобразовательных школ
при изучении химии средствами эксперимента 111

Бояринова С.П., Николаев Г.А.
Исследование экологического состояния учебной аудитории 116

Гацко Н.В.
Фронтальные методы контроля на уроках химии в 8 классе 126

Геннадьева А.С.
Методы преподавания химии
в условиях пенитенциарной системы 129

Жаров А.О., Миронов Ф.Н.
Организация внеурочной деятельности по химии
в начальной школе 134

Коваль Ю.Н.
Метод проектов и его использование в образовательном процессе ... 139

Кудрявцева Н.В.
Дистанционное обучение как одно из самых свободных
и простых методов обучения 143

Лебедева Э.С., Лебедева Л.А.
Особенности изучения химии
в условиях дистанционного обучения 149

Лукьянцев В.И.
Химическая учебная задача как модель проблемной ситуации 152

Марковская В.А., Бояринова С.П.
Организация самостоятельной работы студентов
на примере изучения дисциплины химия..... 160

Матерова С.И.
Применение креативных заданий
на химических дисциплинах в целях самовыражения
и формирования компетенций обучающихся..... 167

Мехрякова Е.Д., Фокина М.А.
Визуализация в обучении химии.
Анализ программ, визуализирующих материал курса
неорганической химии 174

Пашкова М.А.
Разработка и использование на уроках химии
многофункциональных тренажеров 178

Поддубецкая Н.Н., Рыженков И.В.
Изучение истории градообразующего предприятия
через проектную деятельность 184

Пожаркова И.Н.
Компьютерное моделирование горения турбинного масла 189

Тропникова В.В.
Использование технологий дополненной
и виртуальной реальности в химическом образовании:
проблемы и пути решения..... 196

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... 200

ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА
И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ

Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции
в рамках XXI Международного научно-практического форума
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Молодежь и наука XXI века»

Красноярск, 14–15 мая 2020 г.

Редактор *Н.А. Агафонова*
Корректор *А.П. Малахова*
Верстка *Н.С. Хасаншина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.
Редакционно-издательский отдел КГПУ им. В.П. Астафьева,
т. 217-17-52, 217-17-82

Подписано в печать 11.05.20. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 13,4. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ № 05-РИО-004

Отпечатано в типографии «Литера-принт»,
т. 295-03-40

ДЛЯ ЗАМЕТОК