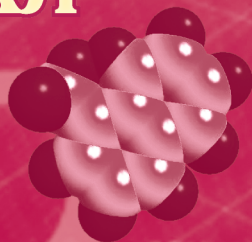


# ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ



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

Красноярск, 18–20 мая 2023 г.



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. В.П. Астафьева»

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. Д.И. Менделеева

# **ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ**

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

*Красноярск, 18–20 мая 2023 г.*

КРАСНОЯРСК  
2023

ББК 24  
Х 462

Редакционная коллегия:

*Л.М. Горностаев* (отв. ред.)

*Ю.Г. Ромашкова*

*О.И. Фоминых*

**Х 462 Химическая наука и образование Красноярья:** материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXIV Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века». Красноярск, 18–20 мая 2023 года / отв. ред. Л.М. Горностаев; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2023. – 212 с.

ISBN 978-5-00102-641-9

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 978-5-00102-641-9

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2023

---

# І СЕКЦІЯ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

---

**ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИТОВ  
ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (Cu, Mn),  
ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛОЖЕНИЕМ  
ОКСАЛАТНЫХ ПРЕКУРСОРОВ**  
STUDY OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES  
OF TRANSITION METAL FERRITE (Cu, Mn)  
NANOPARTICLES OBTAINED BY DECOMPOSITION  
OF OXALATE PRECURSORS

**Ю.В. Антипова, Д.В. Карпов**  
Научный руководитель **С.В. Сайкова**  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**Yu.V. Antipova, D.V. Karpov**  
Scientific adviser **S.V. Saikova**  
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Наночастицы, феррит марганца, феррит меди, цитрат-ионы, стабилизация.  
*В статье описывается методика синтеза наночастиц ферритов переходных металлов (Mn, Cu). Приведены результаты исследования феррита марганца и феррита меди методами TGA, DSC, XRD, DLS.*

Nanoparticles, manganese ferrite, copper ferrite, citrate ions, stabilization.  
*The article describes the method of synthesis of transition metal ferrite nanoparticles (Mn, Cu). The results of the study of manganese ferrite and copper ferrite by TGA, DSC, XRD, DLS methods are presented.*

**Н**аночастицы ферритов переходных металлов – перспективный материал для применения в биомедицине, катализе, устройствах магнитной записи, очистке сточных вод [1–4].

Цель работы – изучение физико-химических свойств наночастиц феррита марганца и феррита меди, полученных разложением оксалатных прекурсоров.

В качестве химических реагентов использовали следующие реактивы:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , натрий щавелевокислый. Отдельные водные растворы оксалатных предшественников готовили путем смешивания водного раствора оксалата натрия и водного раствора  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  с солью переходного металла:  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (prec1 для получения  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ) и  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (prec2 для получения  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ). Отделяли выпавшие желтые осадки путем центрифугирования, промывали водой до нейтральной реакции и высушивали при  $100^\circ\text{C}$ . Затем прокаливали при  $300^\circ\text{C}$ , пока цвет порошков не изменился с желтого на черный.

Термическое разложение оксалатных прекурсоров осуществляется в две стадии. Первая стадия сопровождается потерей 20,6% и 18,5% массы по ТГ-кривой для prec1 (рис. 1А) и prec2 (рис. 1Б) соответственно и эндотермическими эффектами на ДСК-зависимостях (удаление кристаллогидратной воды). На второй стадии безводная смесь разлагается с потерей 34,1% массы для prec1 и 37,7% для prec2. Совмещенные эндо- и экзотермические эффекты обусловлены, соответственно, разложением прекурсоров и окислением продуктов разложения кислородом воздуха. Наблюдаем относительно низкую температуру разложения (до  $300^\circ\text{C}$ ).

Рентгенограммы для prec1 и prec2 (рис. 2А, 2Б) соответствуют рентгенограмме  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , марганец и медь изоморфно замещают часть железа в prec1 и prec2 соответственно.

По данным РФА, продукт прокаливания *prec1* представлен монофазой  $MnFe_2O_4$  (рис. 2В). Рефлексы, полученные для продукта прокаливания *prec2*, соответствуют фазе  $CuFe_2O_4$  кубической структуры (рис. 2Г). Рефлекс при  $38^\circ$  отвечает фазе  $CuO$  ( $< 2$  масс. %). Размеры ОКР составляют  $7,3\pm 0,3$  нм и  $12,3\pm 0,6$  нм для  $MnFe_2O_4$  и  $CuFe_2O_4$  соответственно. Параметры ячейки хорошо согласуются с литературными данными [5, 6].

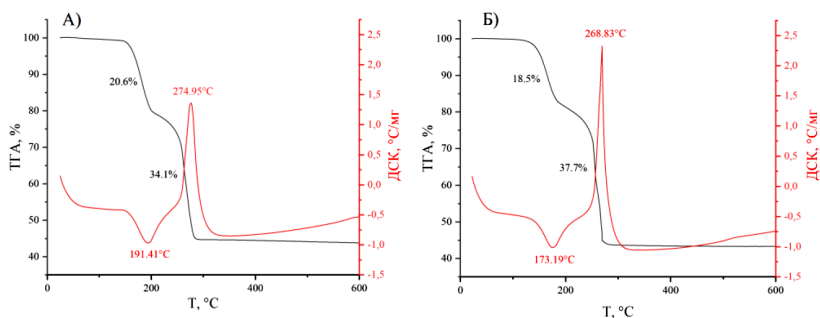


Рис. 1. Термограммы оксалатных прекурсоров: А) *prec1*; Б) *prec2*

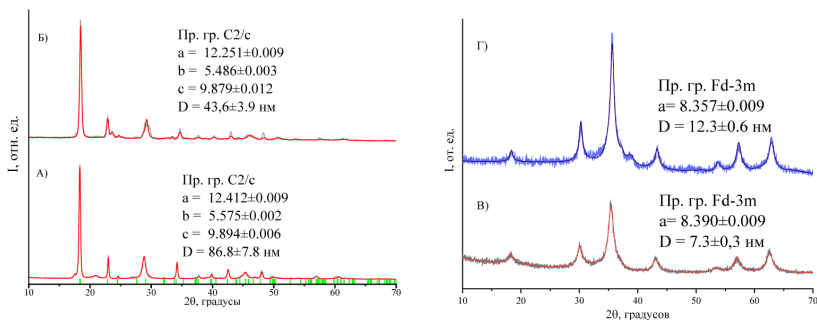


Рис. 2. Рентгенограммы оксалатных прекурсоров: А) *prec1*; Б) *prec2* и полученных наночастиц: В)  $MnFe_2O_4$ ; Г)  $CuFe_2O_4$

Коллоидные растворы ( $C=1$  г/л) полученных ферритов стабилизировали добавлением 100 мкл 0,1 М однозамещенного цитрата натрия. По результатам визуального

наблюдения, золь феррита марганца стабилен в течение 6 месяцев, золь феррита меди – в течение 1 часа.

По данным DLS, среднее значение  $\zeta$ -потенциала обеих золь составляет -30 мВ (рис. 4А, 4Б), что может свидетельствовать о стабилизации за счет электростатического фактора.

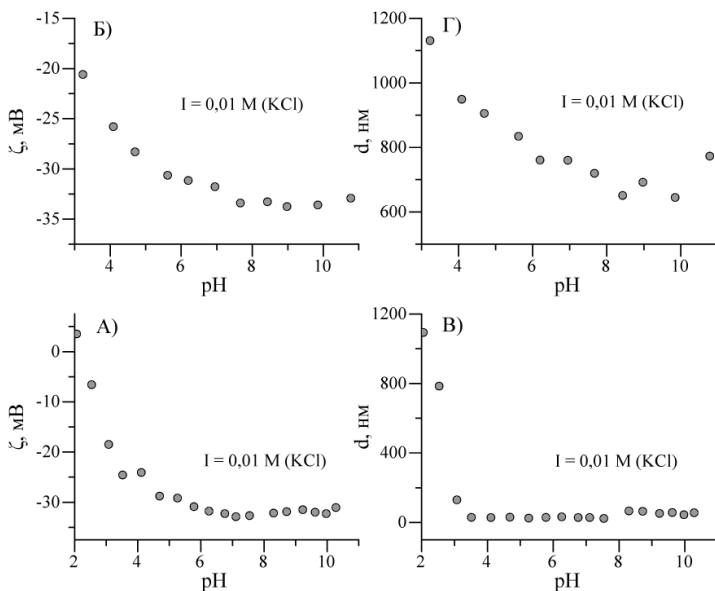


Рис. 4. Зависимость  $\zeta$ -потенциала:  
 А)  $MnFe_2O_4$ ;  
 Б)  $CuFe_2O_4$  и гидродинамического диаметра:  
 В)  $MnFe_2O_4$ ;  
 Г)  $CuFe_2O_4$  частиц от pH

Среднее значение гидродинамического диаметра частиц феррита марганца составило 44 нм (рис. 4В), гидродинамический диаметр частиц феррита меди – 769 нм (рис. 4Г). Эти значения соответствуют размерам агрегатов наночастиц, которые содержатся в исследуемых суспензиях.

Таким образом, были получены наночастицы феррита марганца и феррита меди. Методика синтеза характеризуется высокой воспроизводимостью и простотой реализации, позволяет получать наночастицы  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  и  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  за относительно короткое время, без использования дорогостоящего оборудования. Планируется дальнейшая работа по разделению агрегатов наночастиц.

#### *Библиографический список*

1. Liu C., Zou B., Rondinone A.J., Zhang Z.J. Reverse micelle synthesis and characterization of superparamagnetic  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  spinel ferrite nanocrystallites // The Journal of Physical Chemistry B. 2000. V. 104. P. 1141–1145.
2. Faham M., Shokrollahi H., Yousefi G., Abbasi S. // PEG decorated glycine capped Mn–ferrite nanoparticles synthesized by co-precipitation method for biomedical application Advanced Materials Research. 2014. V. 829. P. 274–278.
3. Karimipourfard D., Eslamloueyan R., Mehranbod N. Novel heterogeneous degradation of mature landfill leachate using persulfate and magnetic  $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}$  nanocatalyst // Process Safety and Environmental Protection. 2019. V. 131. P. 212–222.
4. Muroi M., Street R., McCormick P.G., Amighian J. Magnetic properties of ultrafine  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  powders prepared by mechanochemical processing // Physical Review. 2001. V. 63. P. 171–178.
5. Dhiman R.L., Taneja S.P., Reddy V.R. Preparation and Characterization of Manganese Ferrite Aluminates // Advanced in Condensed Matter Physics. 2008. V. 3. P. 1–7.
6. Zuo X., Yang A., Vittoria C., Harris V. G. Computational study of copper ferrite ( $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ) // Journal of Applied Physics. 2006. V. 99. P. 127–130.



**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ  
3-АЛКИЛ(БЕНЗИЛ)АМИНО-1,4-НАФТОХИНОН-  
4-ОКСИМОВ С НИНГИДРИНОМ**  
A NEW INFORMATION ON THE INTERACTION  
OF 3-ALKYL(BENZYL)AMINO-1,4-NAPHTHOQUINONE-  
4-OXIMES WITH NINGIDRIN

**А.Н. Биль<sup>1</sup>, Д.Д. Донская<sup>1</sup>, Д.С. Руденко<sup>2</sup>**

Научный руководитель **Л.М. Горностаев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

<sup>2</sup>КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск

**A.N. Bil<sup>1</sup>, D.D. Donskaya<sup>1</sup>, D.S. Rudenko<sup>2</sup>**

Scientific adviser **L.M. Gornostaev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

<sup>2</sup>Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk

1,4-Нафтохинон, оксимирование, гетероциклы, 2,2-дигидрокси-1,3-индандион, нингидрин.

*В статье приводятся новые данные о взаимодействии 3-алкил(бензил)-амино-1,4-нафтохинон-4-оксимов с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом (нингидрином). Показано, что при взаимодействии 3-алкил(бензил)-амино-1,4-нафтохинон-4-оксимов с нингидрином в диметилсульфоксиде (ДМСО) в присутствии метансульфокислоты (MeSO<sub>3</sub>H) предположительно образуются новые гетероциклические производные, содержащие пиррольное и изохроменное кольца. Приведена методика синтеза данных соединений.*

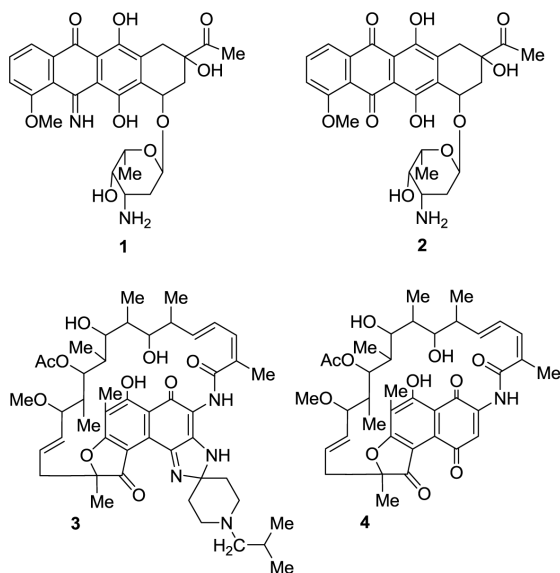
1,4-Naphthoquinone, oximation, heterocycles, 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione, ninhydrin.

*The article presents a new information on the interaction of 3-alkyl(benzyl)-amino-1,4-naphthoquinone-4-oximes with 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione (ninhydrin). It has been shown that the interaction of 3-alkyl(benzyl)amino-1,4-naphthoquinone-4-oximes with ninhydrin in dimethyl sulfoxide (DMSO) in the presence of methanesulfonic acid (MeSO<sub>3</sub>H) leads to new heterocyclic derivatives containing pyrrole and isochromene rings supposedly. The synthesis technique of these substances is given.*

**Н**афтохиноны и их различные гетероциклические производные обладают рядом ценных свойств. Так, например, аминафтохиноны и их азотистые гетероциклические производные оказывают цитостатическое и противоопухолевое действие [1–3]. Однако известна способность хиноидного кольца восстанавливаться ферментами-редуктазами клетки до семихинонового радикала, что в дальнейшем приводит к образованию супероксидных анион-радикалов, оказывающих кардиотоксичное действие (окислительный стресс) [4].

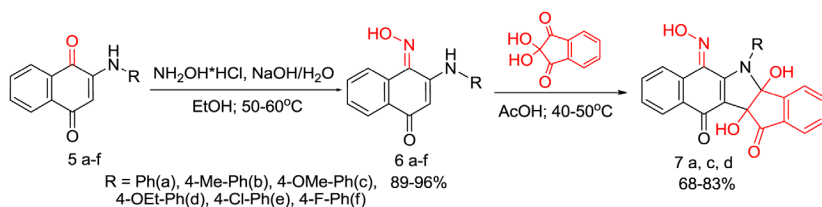
Замена карбонильной группы на имино-фрагмент – один из возможных путей решения данной проблемы. Так, согласно данным [5] 5-иминодаунорубицин **1** сохраняет свою противоопухолевую активность по сравнению с даунорубицином **2** и при этом оказывает меньшее кардиотоксичное действие, а полусинтетический антибиотик рифабутин **3** оказался более эффективным в сравнении с рифамицином **4** по действию на резистентные бактерии [6], схема 1.

Схема 1



Ранее [7] на кафедре биологии, химии и экологии КГПУ им. В.П. Астафьева из 2-ариламино-1,4-нафтохинонов **5 a-f** были получены соответствующие 3-ариламино-1,4-нафтохинон-4-оксимы **6 a-f** и исследовано их отношение к нингидрину в уксусной кислоте [8] по аналогии с данными работы [9]. Установлено, что при добавлении нингидрина к суспензии оксимов **6 a, c, d** в ледяной уксусной кислоте при 40–50°C образуются (6*E*)-5-ариламино-6-гидроксиимино-4*b*,11*b*-дигидрокси-4*b*,5-дигидробензо[*f*]индено[1,2-*b*]-индол-11,12(6*H*,11*bH*)-дионы **7 a, c, d** (схема 2).

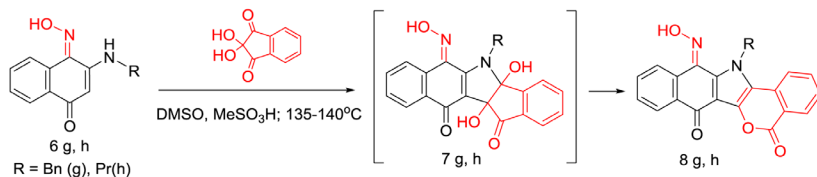
Схема 2



Взаимодействие нингидрина с субстратами **6**, содержащие остатки алкил или бензиламинов, ранее не исследовалось.

В данной работе нами получены 3-алкил(бензил)-амино-1,4-нафтохинон-4-оксимы **6 g, h** по методике [10] и исследовано их отношение к нингидрину в более жестких условиях по аналогии с [11]. Показано, что 3-алкил(бензил)-амино-1,4-нафтохинон-4-оксимы **6 g, h** реагируют с нингидрином в ДМСО в присутствии метансульфо кислоты. Реакция протекает в течение 20–30 минут при 135–140°C, при этом из теплого ДМСО в осадок выпадают продукты желтого цвета, предположительно являющиеся (4*E*)-13-алкил-12-(гидроксиимино)-12,13-дигидробензо[*f*]изохромено[4,3-*b*]-индол-5,7-дионами **8 g, h** (схема 3).

### Схема 3



Стоит отметить, что с помощью метода тонкослойной хроматографии спустя 5–7 минут после начала реакции, представленной на схеме 3, нами фиксировалось образование промежуточных продуктов, идентичных **7 a, c, d**, которые в дальнейшем превращались в конечные продукты **8 g, h**. То есть реакция **6**→**8** протекает ступенчато и включает стадию образования изохроменов **8** из индолдионов **7**.

*Общая методика получения продуктов 8:* к раствору 0.1 моль 3-алкил(бензил)амино-1,4-нафтохинон-4-оксима **6 g, h** в 10 мл ДМСО и 1 мл MeSO<sub>3</sub>H добавляют 0.1 моль нингидрина и выдерживают на магнитной мешалке в течение 20–30 минут при 135–140°C. Продукты желтого цвета, выкристаллизовавшиеся из теплого ДМСО, отфильтровывают, промывают одной порцией этилового спирта (~2 мл) и после высыхания перекристаллизовывают из хлороформа. Выход 25–30%.

#### *Библиографический список*

1. Tandon V.K., Maurya H.K. Design, synthesis and biological evaluation of novel nitrogen and sulfur containing hetero-1,4-naphthoquinones as potent antifungal and antibacterial agents // Eur. J. Med. Chem. 2009. Vol. 44. P. 3130–3137.
2. Beachy P.A., Chen J.K., Mann R.K. US Patent WO200533048.
3. Gornostaev L.M., Tsvetkov V.B., Lavrikova T.I., Khalyavina Y.G., Shtil A.A. The Oxime Derivatives of 1-R-1H-Naphtho[2,3-d][1,2,3]triazole-4,9-dione 2-oxides: Synthesis and Properties // Anti-Cancer Agents Med. Chem. 2017. Vol. 17. P. 1814–1823.

4. O'Brien P.J. Molecular mechanisms of quinone cytotoxicity // *Chem. Biol. Interact.* 1991. Vol. 80. P. 1–41.
5. Lown J.W., Chen H.H., Plambeck J.A. Diminished superoxide anion generation by reduced 5-iminodaunorubicin relative to daunorubicin and the relationship to cardiotoxicity of the anthracycline antitumor agents // *Biochem. Pharmacol.* 1979. Vol. 28. P. 2563–2568.
6. Щекотихин А.Е., Олсуфьева Е.Н., Янковская В.С. Антибиотики и родственные соединения М.: Лаборатория знаний, 2022. 511 с.
7. Горностаев Л.М., Арнольд Е.В., Руденко Д.С. Синтез 5-гидрокси-10-*R*-бензо[*a*]феназин-12-оксидов циклизацией 2-ариламино-1,4-нафтохинон-1-оксимов под действием нитрующей смеси // *Бут. сообщения.* 2020. Т. 61, № 2. С. 12–23.
8. Горностаев Л.М., Руденко Д.С., Руковец Т.А. Реакции (4*E*)-3-ариламино-4-(гидроксиимино)нафталин-1(4*H*)-онов и (4*E*)-2-[ариламино(алкиламино)]-4-(гидроксиимино)нафталин-1(4*H*)-онов с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом // *ЖОрХ.* 2021. Т. 57, № 2. С. 194–200.
9. Горностаев Л.М., Фоминых О.И. Особенности взаимодействия 2-амино-1,4-нафтохинонов с 2,2-дигидрокси-1*H*-инден-1,3(2*H*)-дионом // *ЖОрХ.* 2019. Т. 11, № 1. С. 1751–1761.
10. Goldstein H., Grandjean P. Sur l'oximation de la 2-oxy- et de la 2-anilino-1,4-naphtoquinon // *Helv. Chim. Acta.* 1943. Vol. 43, No 9. P. 468–475.
11. Горностаев Л.М., Халявина Ю.Г. Синтез 13-алкилбензо[*f*]-изохромено[4,3-*b*]индол-5,7,12(13*H*)-трионов реакцией 2-алкиламино-1,4-нафтохинонов с нингидрином // *ЖОрХ.* 2016. Т. 52, № 1. С. 80–86.

**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ  
В ПРЭСНЫХ ВОДОЕМАХ  
QUANTITATIVE COPPER CONTENT  
IN FRESH WATER BODIES**

**В.В. Бусыгина**

Научный руководитель **А.А. Сутягин**  
*ЮУрГГПУ, г. Челябинск*

**V.V. Busygina**

Scientific adviser **A.A. Sutyagin**  
*YUrGGPU, Chelyabinsk*

Количественное определение меди, фотометрический метод, микроэлементы, химия, тяжелые металлы, пресные воды.

*В статье анализируется важность количественного определения содержания соединений меди в пресных водах, находящихся в черте города. Приводятся результаты фотометрического метода определения меди с помощью диэтилдитиокарбамата натрия с использованием проб с поверхности реки Миасс – город Челябинск.*

Quantitative determination of copper, photometric method, trace elements, chemistry, heavy metals, fresh water.

*The article analyzes the importance of quantifying the content of copper compounds in fresh waters located within the city. The results of a photometric method for determining copper using sodium diethyldithiocarbamate using samples from the surface of the Miass River – Chelyabinsk city are presented.*

**В**ода – это часть неживой природы и важнейший элемент жизни. Она содержится в реках, озерах, болотах, морях и океанах, а также глубоко под землей, формируя гидросферу планеты. В природе не существует ни одного тела, не включающего в свой состав какого-либо количества воды. В то же время, выступая в качестве среды жизни, вода сама становится объектом ее воздействия,

находясь в постоянном массо- и энергообмене с окружающими ее компонентами [1].

Река Миасс – водная артерия, источник питьевого водоснабжения г. Челябинска и ряда территорий Челябинской области. Проходя по территории Челябинска, воды реки претерпевают значительное антропогенное загрязнение, и территории после города получают для использования воду пониженного качества. В связи с этим воды реки на территории города нуждаются в контроле качества, в том числе по показателям загрязнения тяжелыми металлами, как распространенными загрязнителями. Распространенным поллютантом природных вод на Южном Урале являются соединения меди, которые поступают в речную воду как от естественных, так и от антропогенных источников. Выступая в качестве микроэлемента, необходимого живым системам, в избыточных количествах медь приводит к появлению серьезных заболеваний, в том числе канцерогенеза. В результате тяжелые металлы относят к группе суперэкотоксикантов, изучение поведения которых в окружающей среде имеет значительную актуальность [3].

Производство меди и использование ее соединений в последние десятилетия значительно увеличилось, что приводит к росту ее поступления в объекты окружающей среды. Большинство соединений меди, поступивших в водную среду, оседают и связываются с водными отложениями, но значительные количества могут переноситься с водным потоком, но при этом они не теряют потенциальной способности воздействовать на биологические системы, например, при процессах вторичного загрязнения [2].

Источником загрязнения вод реки соединениями меди являются воды, омывающие промышленные отходы, канализационные стоки, ливневые воды, аэрозольные переносы

продуктов сжигания топлива и автотранспорта. В связи с этим медь относят к приоритетным загрязнителям, контроль за содержанием которых является одной из важных задач мониторинга [4].

Так, для работы были отобраны поверхностные воды с трех участков реки:

1) в районе Заячьего острова – неблагоустроенная территория с одичавшей растительностью и большим количеством мусора;

2) вблизи кольца металлурга – территория в зоне действия крупных производственных объектов, например, Челябинского цинкового завода;

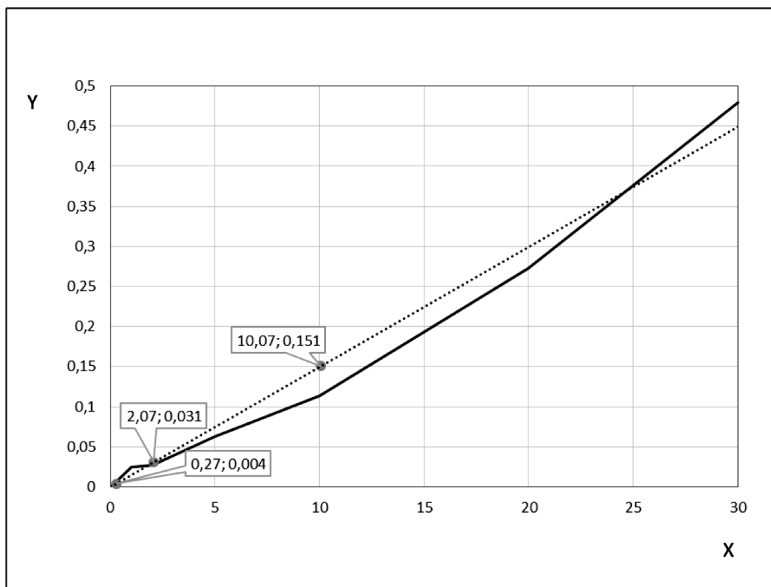
3) в районе Челябинской ГРЭС.

Отбор проб поверхностных вод проводился в октябре 2022 г. в первой половине дня при отсутствии атмосферных осадков. Пробы консервировали концентрированной азотной кислотой и хранили до проведения анализа в холодильнике.

Определение меди проводили фотометрическим методом с помощью диэтилдитиокарбамата натрия. Метод основан на взаимодействии ионов меди (II) с диэтилдитиокарбаматом натрия в слабо-аммиачном растворе с образованием диэтилдитиокарбамата меди желто-коричневого цвета. Преимуществом данного метода является возможность количественного определения меди в присутствии распространенных ионов железа, мешающее влияние которых устраняется путем связывания последних тартратом калия – натрия.

В лаборатории аналитической химии ЮУрГГПУ с помощью прибора КФК-3 с использованием шкалы стандартных растворов меди построен график зависимости оптической плотности раствора от концентрации ионов меди.





*Рис. График зависимости оптической плотности растворов (Y) от содержания меди (X, мкг)*

По полученным результатам определения оптической плотности исследуемой воды, обработанной аналогично стандартным раствором, установлено содержание меди в исследуемых образцах речной воды. Установлено, что для проб в районе Заячьего острова содержание меди составляет 41,4 мкг/л. В пробе № 2 это значение составляет 5,4 мкг/л, а в пробе № 3 – 201,4 мкг/л.

Значение ПДК меди в природных водах составляет 0,1 мг/л. Результаты показывают, что воды, взятые в зоне действия ЧГРЭС, значительно загрязнены медью (двукратное превышение ПДК). Проба 2 отобрана в зоне ниже по течению от точки 3, до ее достижения вода самоочищается в результате осаждения соединений меди.

Автор выражает благодарность за консультацию зав. кафедрой химии, экологии и МОХ ЮУрГТТУ А.А. Сутягину.

### **Библиографический список**

1. Подчайнова В.Н. Медь. М., Свердловск: Металургиздат, 1991. 249 с.
2. Смирнов В.И. Metallургия меди и никеля. М., Свердловск. 1950. 234 с.
3. Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крымская О.В. Анализ и оценка качества поверхностных вод: учебное пособие. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. 252 с.
4. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 1 (23). С. 182–182.

**СИНТЕЗ (ЭТАН-1,2-ДИИЛБИС(ОКСИ))БИС-  
(ЭТАН-2,1-ДИИЛ) БИС(2-(3,5-ДИМЕТИЛ-4-НИТРОЗО  
-1Н-ПИРАЗОЛ-1-ИЛ)АЦЕТАТА)  
SYNTHESIS (ETHANE-1,2-DIYL BИС(OXY))BIS-  
(ETHANE-2,1-DIYL) BИС(2-(3,5-DIMETHYL-4-NITROSO-  
1H-PYRAZOL-1-YL)ACETATE)**

**Э.И. Голенко, А.В. Боброва**

Научный руководитель **Е.В. Рюот**

*Сибирский государственный университет науки  
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,  
г. Красноярск*

**E.I. Golenko, A.V. Bobrova**

Scientific adviser **E.V. Root**

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,  
Krasnoyarsk*

Алкилирование, 4-нитрозопиразол, (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-хлорацетат), динитрозосоединения, электронная спектроскопия.

*Впервые проведена реакция 3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразола с (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-хлорацетатом) и доказано строение ранее неизвестного выделенного продукта методом электронной спектроскопии.*

Alkylation, 4-nitrosopyrazole, (ethane-1,2-diylbis(oxy))bis(ethane-2,1-diyl) bis(2-chloroacetate), dinitroso compounds, electron spectroscopy.

*The reaction of 3,5-dimethyl-4-nitroso-1H-pyrazole with (ethane-1,2-diylbis(oxy)) was carried out for the first time bis(ethane-2,1-diyl) bis(2-chloroacetate) and the structure of a previously unknown isolated product was proved by electron spectroscopy.*

**В** современной химии производные пиразолов вызывают интерес в связи с проявлением такими соединениями различных видов биологической активности и высокой реакционной способности [1–3].

Методы N-алкилирования 4-нитрозопиразолов впервые были показаны в работах [4; 5]. В качестве продолжения исследований данной реакции представляло интерес провести реакцию нитрозопиразолов с алкилирующими агентами, имеющими два активных центра. Выбор данного направления обусловлен тем, что синтез биспроизводных 4-нитрозо-1H-пиразола актуален для их использования в качестве эффективных вулканизирующих агентов и модификаторов каучуков [6]. Таким образом, цель данной работы – проведение реакции (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо-4,5-дигидро-1H-пиразол-1-ил)ацетата) с (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-хлорацетатом) и доказательство строения нового N-замещенного продукта.

Синтез осуществляли на основании разработанных ранее методик алкилирования 4-нитрозо-1H-пиразолов [4]. Метод проведения реакции заключался в кипячении алкилирующего агента и натриевой соли пиразола в ацетоне (рис. 1). Выход продукта составил 26%. Бирюзовые кристаллы (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо-1H-пиразол-1-ил)ацетата) выделяли методом колоночной хроматографии, используя в качестве элюента смесь гексана и этилацетата.

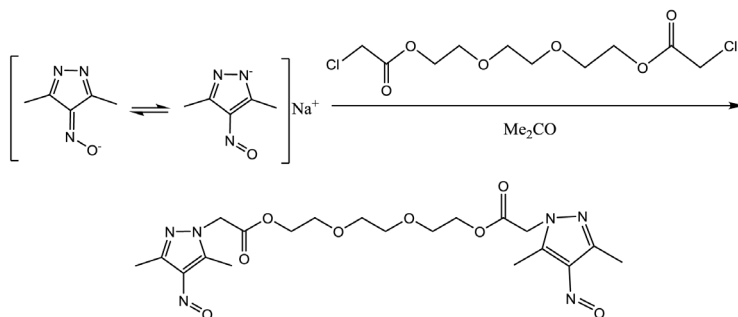


Рис. 1. Синтез (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразол-1-ил)ацетата)

Доказательство строения данного соединения было произведено с помощью УФ-спектроскопии, данные представлены на рисунке 2. Также косвенным доказательством того, что полученный продукт имеет отличное от исходных веществ строение, является разница температур плавления веществ: температура плавления 3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразола равна 125–129°C, полученного продукта – 132–134°C, алкилирующий агент – жидкий при комнатной температуре. Использование метода ТСХ показало, что  $R_f$  3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразола равен 0,769,  $R_f$  биснитрозозамещенного продукта – 0,538 (гексан:этилацетат (5:6)).

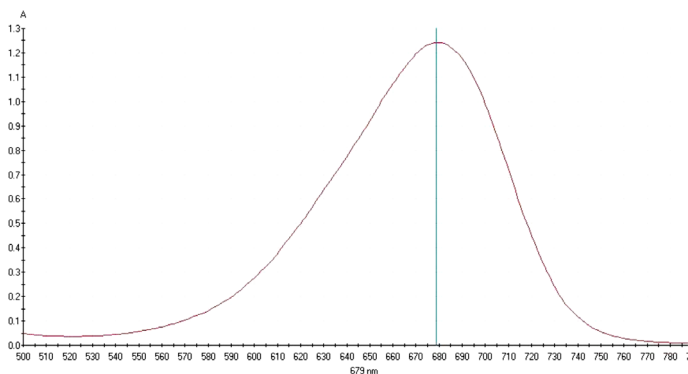


Рис. 2. Спектральные данные (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразол-1-ил)ацетата)

**Экспериментальная часть.** К смеси 0,24 г (1,6 ммоль) натриевой соли 3,5-диметил-4-нитрозопиразола и 7 мл ацетона при перемешивании вводили 0,247 г (0,816 ммоль) (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-хлорацетата). Реакционную массу кипятили с обратным холодильником в течение 3,5 ч, при этом цвет смеси менялся от оранжевого до зеленого. Реакционную массу упаривали и выделяли бирюзовые кристаллы (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразол-1-ил)ацетата) с помощью колоночной хроматографии (силикагель, гексан:этилацетат (градиент 30:50-1:1)) с выходом 0,103 гр (26%).

**(Этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо -1Н-пиразол-1-ил)ацетат):** (силикагель, гексан:этилацетат (градиент 30:50-1:1)) бирюзовые кристаллы,  $T_{пл} = 132-134^{\circ}\text{C}$ ; УФ-спектр (ацетонитрил):  $\lambda_{max}(\epsilon) = 679 \text{ нм} (124) (N=O)$ .

#### ***Библиографический список***

1. Alka C., Sharma P.K., Niranjana K. Pyrazole: a Versatile Moiety // International Journal of ChemTech Research. 2011. V. 3, № 1. P. 11–17.
2. Christodoulou M.S., Sandra L., Kasiotis K.M., Harotounian S.A. Novel pyrazole derivatives: synthesis and evaluation of anti-angiogenic activity // Bioorg. Med. Chem. 2010. V. 18. P. 4338–4350.
3. Orth R.E. Biologically active pyrazoles // J. Pharm Sci., 1968. 57. P. 537.
4. Боброва А.В., Поздеева А.Н., Кулиева Э.Ш., Роот Е.В. Алкилирование и ацилирование 4-нитрозо-1Н-пиразолов // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXIII Международной науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулева и Н.М. Кижнера, 16–19 мая 2022 г., Томск. Т. 1. С. 208–209.
5. Боброва А.В., Рибий П.С., Роот Е.В. N-алкилирование 3(5)-метил-5(3)-фенил-4-нитрозо-1Н-пиразола // Решетневские чтения: материалы XXV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти генерального конструктора

- ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева, 10–12 ноября 2021 г., Красноярск, 2022. Т. 1. С. 628–629.
6. Ключников О.Р., Дебердеев Р.Я., Заиков Г.Е. Холодная вулканизация непередельных каучуков Снитрозными системами // Каучук и резина. 2005. № 5. С. 2–5.

**ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА  
МЕЛИССЫ ЛИМОННОЙ,  
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ  
EXTRACTIVE SUBSTANCES OF LEMON BALM  
GROWING IN KRASNOYARSK TERRITORY**

**А.А. Ефремов<sup>1,2,3</sup>, Е.Е. Савельева<sup>2</sup>, Н.А. Булгакова<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет,*

*<sup>2</sup>Красноярский государственный медицинский университет  
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

*<sup>3</sup>Институт космических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН,  
г. Красноярск*

**A.A. Efremov<sup>1,2,3</sup>, E.E. Saveleva<sup>2</sup>, N.A. Bulgakova<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Siberian Federal University*

*<sup>2</sup>Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University,*

*<sup>3</sup>Institute of Space Technologies FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk*

Мелисса лимонная, водно-спиртовые экстракты, экстрактивные вещества, жидкостная хроматография.

*В статье исследованы экстрактивные вещества мелиссы лимонной, извлекаемые из исходного сырья водой, спиртом и водно-спиртовыми растворами с содержанием спирта 20, 40 и 70%. Методом количественного химического анализа определено общее содержание в экстрактах фенольных соединений и флавоноидов. С использованием ВЭЖХ определен компонентный состав органических соединений в полученных экстрактах. Показано, что в экстрактах присутствуют не менее 18 соединений, представляющих фенолкарбоновые кислоты и гликозиды лютеолина и апигенина. Полученные данные свидетельствуют о том, что мелисса лимонная может использоваться для получения отваров, настоев и чайных композиций.*

Lemon balm, water-alcohol extracts, extractives, liquid chromatography. *The article investigates the extractive substances of lemon balm, extracted from the feedstock with water; alcohol and water-alcohol solutions with an alcohol content of 20, 40 and 70%. The total content of phenolic compounds and flavonoids in the extracts was determined by the method of quantitative chemical analysis. Using HPLC, the component composition of organic compounds in the obtained extracts was determined. It was shown that the extracts contain at least 18 compounds representing phenolcarboxylic acids and glycosides of luteolin and apigenin. The data obtained indicate that lemon balm can be used to obtain decoctions, infusions and tea compositions.*

**В** семействе Lamiaceae известны как минимум три вида Melissa: Melissa лекарственная; Melissa лимонная (котовник кошачий) и Melissa турецкая (змееголовник молдавский) [1–2]. Наиболее распространенным видом Melissa в диком виде в Сибирском регионе является Melissa лимонная – котовник кошачий. Распространен котовник практически во всех областях средней полосы России, в Сибири и на Алтае.

Учитывая тот факт, что котовник кошачий по морфологическим признакам похож на Melissa лекарственную и имеет явно выраженный лимонный запах, можно ожидать, что в нем может содержаться значительное количество экстрактивных веществ, которые придавали бы ему лечебные свойства.

С этой целью в данной работе получены водно-спиртовые экстракты котовника кошачьего, исследован их состав методом жидкостной хроматографии и методами количественного химического анализа исследован состав экстрактивных веществ полученных экстрактов.

Экстрактивные вещества из исходного сырья выделяли методом экстракции водой или водно-спиртовыми смесями (использовали 20% спирт, 40% спирт, 70% спирт и 95% спирт) при температуре их кипения в течение 1,0 часа. Навеска сырья составляла 1,000 грамм, объем раствора – 100 мл. После фильтрования полученные растворы подвергались дальнейшим исследованиям на компонентный состав,

а остаток высушивался и взвешивался. По убыли массы при экстракции определяли количество экстрактивных веществ.

Общее содержание фенольных соединений и флавоноидов проводили по общепринятым методикам [3–4].

### Результаты и их обсуждение

Количество экстрактивных веществ, извлекаемых из мелиссы лимонной, приведено в табл. 1.

*Таблица 1*

#### Количество экстрактивных веществ, извлекаемых из мелиссы лимонной

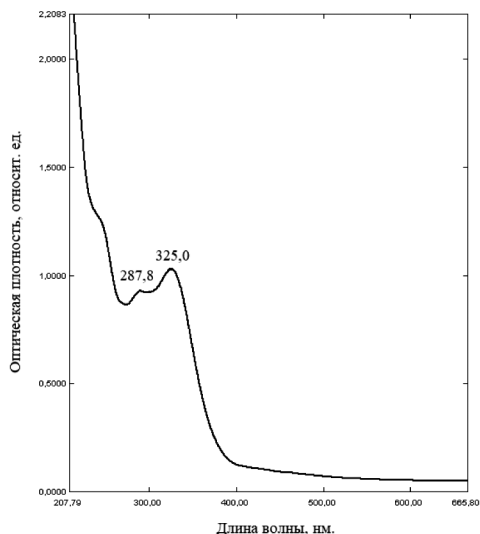
Экстрагент	Количество экстрактивных веществ, % от воздушно сухой навески сырья
Вода	21,3±0,5
20% этанол	19,7±0,5
40% этанол	18,6±0,6
70% этанол	18,4±0,6
95% этанол	15,4±0,4

Видно, что вода извлекает наибольшее количество веществ, что может быть связано с тем, что, кроме органических соединений, в воду могут переходить соли и некоторые водорастворимые витамины или другие соединения.

В водный и спиртовые экстракты извлекаются, как известно, фенольные соединения, дубильные вещества, флавоноиды, хлорофилл, неорганические соли и, возможно, витамины.

В электронных спектрах поглощения всех экстрактов присутствуют полосы поглощения в области 280–325 нм (рис.). Поглощение в данной области спектра однозначно указывает на присутствие в экстрактах фенолкарбоновых кислот, которыми, согласно литературным данным, могут быть галловая, хлорогеновая, цикориевая, кофейная, салициловая и феруловая кислоты, часто встречающиеся в растениях данного семейства.





*Рис. Электронный спектр экстрактивных веществ котовника, выделенных 40% этанолом*

Методом ВЭЖХ нами установлено, что в экстрактах котовника действительно присутствуют следующие кислоты: галловая; хлорогеновая; кофейная и феруловая. Кроме них, присутствуют также некоторые полифенолы, идентифицированные с использованием внутренних стандартов и приведенные в таблице 2. Следует указать, что на хроматограммах присутствуют как минимум 18 отдельных пиков, идентифицировать которые все в настоящее время затруднительно ввиду отсутствия стандартных образцов. Очевидно, что идентифицированные соединения обладают противовоспалительной, спазмолитической и жаропонижающей активностью и могут использоваться в качестве лечебно-профилактических средств. Более того, вполне очевидно, что практически все полифенольные соединения обладают антирадикальной активностью, что существенно повышает ценность экстрактов котовника в борьбе с возникновением онкологических заболеваний [9–11].

Таким образом, мелисса лимонная содержит значительное количество экстрактивных веществ, что позволяет использовать ее для получения настоев и отваров, а также в качестве чайных композиций.

Таблица 2

**Состав полифенолов в водном экстракте  
котовника кошачьего**

Время выхода, мин	Вещество	Содержание во фракции, % вес.
7,86	Галловая кислота	0,1
8,82	Кофеилхинная кислота	9,8
10,38	Хлорогеновая кислота	18,5
11,00	Кофейная кислота	12,4
12,73	Лютеолин-7-дигликозид	10,4
13,77	Рутин	0,8
14,02	Апигенин-7-дигликозид	16,1
14,64	Лютеолин-7-гликозид	4,1
15,62	Феруловая кислота	2,4

**Библиографический список**

1. Зузук Б.М., Куцик Р.В. Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.) (аналитический обзор) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.Provisor.co.ua/2002/1>.
2. Куркин В.А., Мазур Л.И., Алексеева А.В., Авдеева Е.В. Мелисса лекарственная: перспективы использования в педиатрии. Самара: Офсет, 2010. 164 с.
3. Mondal S., Hossain I., Islam Md.N. Determination of antioxidant potential of Cucurbita pepo Linn. (An edible herbs of Bangladesh) // J. of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. V. 6. № 5. P. 1016–1019.
4. Ломбоева С.С., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н. Методика количественного определения суммарного содержания флавоноидов в надземной части ортилии однобокой (*Orthilia secunda* (L.) House) // Химия растительного сырья. 2008. № 2. С. 65–68.

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
ДОДЕЦИЛТИОМЕТИЛЗАМЕЩЕННЫХ  
ПРОИЗВОДНЫХ  
ИЗОБОРНИЛФЕНОЛОВ**  
INVESTIGATION OF THE ANTIRADICAL ACTIVITY  
OF DODECYLTHIOMETHYL SUBSTITUTED  
DERIVATIVES OF ISOBORNYLPHENOLS

**А.П. Забабурина, И.А. Емельянова, С.Е. Ягунов**  
Научный руководитель **Н.В. Кандалинцева**  
*ИЕСЭН НГПУ, г. Новосибирск*

**A.P. Zababurina, I.A. Yemelyanova, S.E. Yagunov**  
Scientific adviser **N.V. Kandalintseva**  
*IESEN NSPU, Novosibirsk*

Антиоксиданты, антирадикальная активность, терпенофенолы, изоборнилфенолы.

*В работе проведено сравнительное исследование антирадикальной активности додецилтиометильных производных, синтезированных ранее на основе 2-изоборнил-6-метилфенола и 4-изоборнил-6-метилфенола.*

Antioxidants, antiradical activity, terpenophenols, isobornylphenols.

*A comparative study of the antiradical activity of dodecylthiomethyl derivatives synthesized earlier on the basis of 2-isobornyl-6-methylphenol and 4-isobornyl-6-methylphenol was carried out.*

Среди фенольных антиоксидантов с фармакологически ценными свойствами особый интерес представляют алкилированные фенолы, содержащие терпеноидные заместители, в частности изоборнилфенолы. Ранее были получены додецилтиометильные производные на основе 2-изоборнил-6-метилфенола и 4-изоборнил-6-метилфенола.

В настоящей работе проведено сравнительное исследование антирадикальной активности изоборнилфенолов

и их додецилтиометильных производных в модельной реакции AIBN-инициированного окисления кумола при 60 °С (рис. 1). Измерены константы скорости взаимодействия соединений с пероксидными радикалами и стехиометрические коэффициенты ингибирования [0].

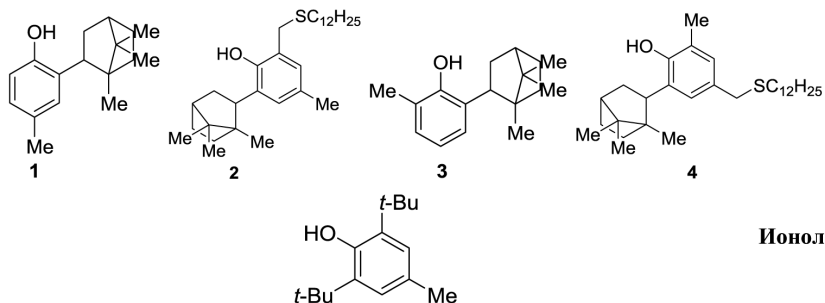


Рис. Структуры соединений 1–4 и ионол

Стехиометрические коэффициенты ингибирования  $f$  для соединений **1–4** составили 1.9–2.0. Найденные значения  $k_7$  для производных **1–4** превосходят величину  $k_7$  ионола в 1.4 – 7.6 раза (табл.). Для фенолов **1** и **3** увеличение константы  $k_7$  в сравнении с ионолом, по всей видимости, связано со снижением стерических затруднений у фенольной группы.

Таблица

**Константы скорости взаимодействия  
с кумилпероксидными радикалами кумола  $k_7$  при 333 К,  
стехиометрические коэффициенты ингибирования  $f$   
для ионола и соединений **1, 2, 3** и **4****

Соединение	$k_7 \cdot 10^{-4} / \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$	$f$
<b>Ионол</b>	$2.2 \pm 0.4$	$2.0 \pm 0.1$
<b>1</b>	$16.7 \pm 0.1$	$2.0 \pm 0.2$
<b>2</b>	$3.0 \pm 0.3$	$2.0 \pm 0.1$
<b>3</b>	$7.0 \pm 0.5$	$1.9 \pm 0.1$
<b>4</b>	$15.1 \pm 0.3$	$2.1 \pm 0.1$

Для серосодержащего производного **2**  $k_7$  в 5.5 раза меньше, чем для исходного фенола **1**, что может быть обусловлено образованием внутримолекулярной водородной связи O—H...S между OH-группой и атомом серы додецилтиометильной группы. Ранее в работе [2] было доказано образование внутримолекулярной водородной связи с последующим снижением антирадикальной активности для ряда *орто*-бензилсульфидов. В то же время для серосодержащего производного **4** значение константы  $k_7$  в 2.2 раза больше, чем для исходного фенола **3**. Наблюдаемое увеличение  $k_7$  соединения **4** связано с введением алкилтиометильного заместителя. При введении метильных и алкилтиометильных групп в *пара*-положение 2,6-диалкилфенолов сопровождается существенным увеличением величины константы скорости  $k_7$ : в 2.5 раза при переходе от 2,6-ди-*трет*-бутилфенолу к ионолу и в 2.1 раза при переходе от 2,6-ди-*трет*-бутилфенола к 2,6-ди-*трет*-бутил-4-(додецилтио)метилфенолу [0,0,5].

Таким образом, полученные изоборнилфенолы и их серосодержащие производные активно взаимодействуют с пероксидными радикалами и превосходят промышленный антиоксидант (ионол) по способности ингибировать процесс окисления кумола. Синтезированные соединения представляют интерес для дальнейшего изучения как перспективные полифункциональные биоантиоксиданты.

#### **Библиографический список**

1. Забабурина А.П., Емельянова И.А., Ягунов С.Е., Кандалинцева Н.В. Синтез серосодержащих производных изоборнилфенолов // Свободные радикалы и антиоксиданты в химии, биологии и медицине: материалы всероссийской конференции с международным участием, посвященной 75-й годовщине со дня рождения профессора Александра Евгеньевича Просенко. Новосибирск, 19–20 мая 2022 г. / Новосиб. гос. пед. ун-т. Новосибирск, 2022. С. 65–68.

2. Емельянова И.А., Ягунов С.Е., Хольшин С.В., Кандалинцева Н.В., Просенко О.И. Синтез и антиоксидантные свойства (додецилсульфанил)метильных производных гидрохинона // Известия Академии наук. Серия химическая. 2022. № 10. С. 2199–2206.
3. Denisov E.T., Denisova T.G. Handbook of Antioxidants: Bond Dissociation Energies, Rate Constants, Activation Energies, and Enthalpies of Reactions // 2nd ed. CRC Press LLC, 2000. 289 p.
4. Просенко А.Е. Полифункциональные серо-, азот-, фосфор-содержащие антиоксиданты на основе алкилированных фенолов: синтез, свойства, перспективы применения // дис. ... д-ра хим. наук. Новосибирск, 2010. 451 с.
5. Просенко А.Е., Дюбченко О.И., Терах Е.И., Марков А.Ф., Горох Е.А., Бойко М.А. Синтез и исследование антиоксидательных свойств алкилзамещенных гидроксибензилдодецилсульфидов // Нефтехимия. 2006. Т. 46, № 4. С. 310–315.

**ПОЛУЧЕНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННОУСТОЙЧИВЫХ  
НАНОФЛОИДОВ ФЕРРИТА НИКЕЛЯ**  
PREPARATION OF SEDIMENTATION-RESISTANT  
NICKEL FERRITE NANOFLOUIDS

**А.Е. Кроликов, Д.И. Немкова**

Научный руководитель **С.В. Сайкова**

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**A.E. Krolikov, D.I. Nemkova**

Scientific adviser **S.V. Saikova**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Нанофлюид, гидрозоль, соосаждение, полиэтиленимин, борогидрид натрия, феррит никеля.

*В статье предложен одностадийный метод синтеза стабильных гидрозолей феррита никеля, основанный на соосаждении ионов никеля и железа в присутствии борогидрида натрия и полиэтиленимина (ПЭИ) без стадии прокаливания конечного продукта.*

Nanofluid, hydrosol, co-deposition, polyethylenimine, sodium borohydride, nickel ferrite.

*The article proposes a one-stage method for the synthesis of stable nickel ferrite hydrosols based on the co-deposition of nickel and iron ions in the presence of sodium borohydride and polyethylenimine (PEI) without the calcination stage of the final product.*

**В** настоящее время проблема получения седиментационно-устойчивых нанофлюидов является актуальной. Перспективным направлением применения флюидов является медицина, солнечные батареи, жидкие теплоносители и др.

Для синтеза наножидкостей применяются два метода: двухстадийный и одностадийный.

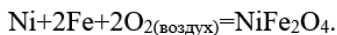
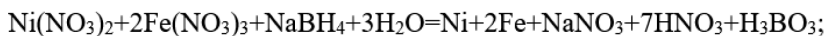
Двухстадийный метод наиболее часто используется для приготовления гибридных наножидкостей. В этом методе наночастицы сначала получают различными физическими и химическими методами, затем их смешивают с дисперсной средой [1].

В одностадийном методе синтез и диспергирование наночастиц в дисперсной среде осуществляются одновременно. Этот метод считается наиболее эффективным для получения более стабильных дисперсных систем. Кроме того, он исключает все промежуточные процессы, такие как хранение, сушка, диспергирование, перемешивание, обработка ультразвуком, которые могут вызвать окисление наночастиц металлов [2].

В наших исследованиях был предложен новый метод синтеза стабильных гидрозолей феррита никеля, основанный на соосаждении ионов никеля и железа в присутствии борогидрида натрия и полиэтиленimina (ПЭИ) без стадии прокаливания конечного продукта.

Методом математического планирования и обработки результатов (ДФЭ 2<sup>7-4</sup>) изучено влияние реакционных параметров и подобраны оптимальные условия синтеза наноразмерных частиц феррита никеля.

Схематично процесс образования феррита никеля можно представить уравнениями:



ПЭИ в данном процессе играет роль стабилизатора, повышающего агрегативную и седиментационную устойчивости дисперсной системы. Молекулы ПЭИ, адсорбируясь на поверхности частиц дисперсной фазы, способствуют уменьшению межфазного натяжения и образованию сольватного или двойного электрического слоя. При стабилизации поверхность частиц приобретает свойства вещества – стабилизатора. Адсорбция молекул полиэтиленimina на поверхности наночастиц, обеспечивающая стабилизацию их золь, подтверждается данными ПЭМ.

Частицы феррита никеля, синтезированные в оптимальных условиях реакционных параметров системы, имеют близкую к сферической форму и медианный размер 11,2 нм.

По данным рентгенофазового анализа размер кристаллитов, рассчитанный по формуле Шеррера для пяти наиболее интенсивных рефлексов ( $\langle 30,35 \rangle$ ;  $\langle 35,72 \rangle$ ;  $\langle 43,39 \rangle$ ;  $\langle 57,45 \rangle$ ;  $\langle 63,0 \rangle$ ), составил  $11,4 \pm 2,6$  нм (рис.).

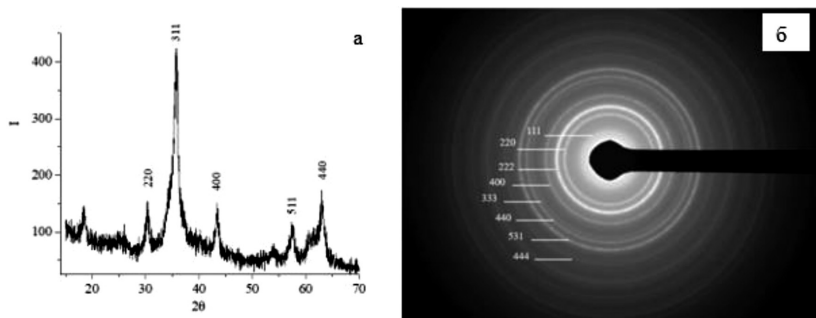


Рис. Рентгенограмма (а), картина микродифракции электронов (б) полученных частиц феррита никеля



### **Библиографический список**

1. Goharshadi E.K., Sajjadi S.H., Mehrkhah R., Nancarrow P. Sonochemical synthesis and measurement of optical properties of zinc sulfide quantum dots // Chemical Engineering Journal. 2012. Vol. 209. P. 113–117.
2. Eastman J.A., Choi S.U., Li S., Yu W., Thompson L.J. Anomalous increase in effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles // Applied Physics Letters. 2001. Vol. 78. 718 p.

## **КОАГУЛЯЦИЯ ГИДРОФОБНЫХ ЗОЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА КОАГУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА**

### **COAGULATION OF HYDROPHOBIC SOLS UNDER THE ACTION OF ELECTROLYTES AND DETERMINATION OF THE THRESHOLD OF ELECTROLYTE COAGULATION**

**В.А. Мевший, А.П. Юхминов**

Научный руководитель **Е.А. Коробейникова**  
*МБОУ «Лицей № 10», г. Красноярск*

**V.A. Mevshiy, A.P. Yukhminov**

Scientific adviser **E.A. Korobeynikova**  
*MBOU «Lyceum No. 10», Krasnoyarsk*

Дисперсные системы, золи, коагуляция, порог коагуляции, правило Шульца–Гарди.

*В статье рассмотрено, как разные электролиты влияют на золь железа (III). Проведен анализ литературы и интернет-источников на данную тему и опыты для изучения порога коагуляции и коагулирующей способности электролита. По итогам исследования мы вывели гипотезу, что коагулирующая способность электролита зависит от заряда иона – коагулятора. Результаты исследования для удобства оформлены в таблицу.*

Disperse systems, sols, coagulation, coagulation threshold, Schulz-Hardy rule. *The article discusses how different electrolytes affect the sol of iron (III). The analysis of literature and Internet sources on this topic and experiments to study the threshold of coagulation and coagulating ability of the electrolyte. Based on the results of the study, we hypothesized that the coagulating ability of the electrolyte depends on the charge of the coagulator ion. The results of the study are arranged in a table for convenience.*

Золи, как и многие другие химические вещества, используются в фармацевтике, но для чего они используются, знает далеко не каждый. Есть множество разных статей о том, как применяются гидрофобные золи. Коагуляционные процессы часто происходят в природе, например, в местах впадения рек в моря. В речной воде всегда содержатся коллоидные частицы ила, глины, песка или почвы. В биологических системах, например, в крови человека, содержатся малорастворимые соли кальция, магния, а также холестерин и другие малорастворимые вещества, существующие в виде лиофобных коллоидных растворов, которые принято называть золями [3].

Золь – высокодисперсная коллоидная система с жидкой или газообразной дисперсионной средой, в объеме которой распределена другая фаза в виде капелек жидкости, пузырьков газа или мелких твердых частиц, размер которых лежит в пределе от 1 до 100 нм [4].

Коллоидными растворами называются высокодисперсные гетерогенные системы, в которых хотя бы одно вещество находится в коллоидном состоянии. Коллоидное состояние – это высокодисперсное состояние, когда вещество раздроблено до частиц размерами  $10^{-7}$ – $10^{-5}$  см, невидимых в оптический микроскоп, но представляющих собой агрегаты, состоящие из множества молекул или ионов, такого множества, что этим частицам присущи свойства отдельной термодинамической фазы, называемой дисперсной фазой. Дисперсная система – образования из фаз, которые практи-

чески не смешиваются и не реагируют друг с другом химически. В типичном случае двухфазной системы первое из веществ (дисперсная фаза) мелко распределено во втором (дисперсионная среда). Если фаз несколько, их можно отделить друг от друга физическим способом (центрифугировать, сепарировать и т.д.) [5].

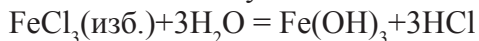
Для того чтобы изучить коагуляцию, нужно получить агрегативно устойчивый золь, а для этого есть общие условия: нерастворимость или очень малая растворимость вещества дисперсной фазы в дисперсионной среде и наличие в среде веществ, которые способны стабилизировать частицы дисперсной фазы – стабилизаторов. Лиофобные золи занимают промежуточное положение между истинными растворами и грубодисперсными системами. Следовательно, получить коллоидные растворы можно измельчением крупных частиц до коллоидных размеров (диспергационные методы) и укрупнением молекул и ионов (конденсационные методы). В этих случаях вещество, образующее дисперсную фазу, получается в результате химической реакции. Чтобы в ходе реакции образовался коллоидный раствор, а не истинный раствор или осадок, необходимо соблюдение, по крайней мере, трех условий: 1) вещество дисперсной фазы было нерастворимо в дисперсионной среде; 2) скорость образования зародышей кристаллов дисперсной фазы была гораздо больше, чем скорость роста кристаллов (это условие выполняется обычно тогда, когда концентрированный раствор одного компонента вливается в сильно разбавленный раствор другого компонента при интенсивном перемешивании); 3) одно из исходных веществ было взято в избытке, именно оно является стабилизатором. Методы химической конденсации разнообразны – практически любая химическая реакция, приводящая к образованию новой фазы, может служить способом получения коллоидного раствора. Среда, в которой распределены частицы дисперсной фазы,

называется дисперсионной средой. Обычно дисперсные системы – это коллоидные растворы (золи). К дисперсным системам относят также случай твердой дисперсной среды, в которой находится дисперсная фаза. Растворы высокомолекулярных соединений также обладают всеми свойствами дисперсных систем [1].

Коагуляция – это процесс слипания, укрупнения частиц дисперсной фазы и выпадения их в осадок. Порог коагуляции – это критическое значение концентрации, при которой данный электролит вызывает коагуляцию. Его выражают в ммоль/л или моль/л [7].

По правилу Шульца–Гарди коагулирующим действием обладает тот ион электролита, который имеет заряд, противоположный заряду коллоидной частице; коагулирующее действие тем сильнее, чем выше заряд иона-коагулятора. В ходе изучения проведены опыт получения агрегативно устойчивого золя железа (III) и его коагуляции под действием электролитов.

*Опыт № 1. «Получение агрегативно устойчивого золя гидроксида железа (III) по реакции гидролиза».* В колбу наливаем 150 мл дистиллированной воды и нагреваем до кипения. В кипящую воду порциями приливаем 15 мл 5%-го раствора хлорного железа и продолжаем кипячение получившегося раствора еще 7 минут до получения красновиншного цвета. Остужаем до комнатной температуры.



*Результаты эксперимента:* получили агрегативно устойчивый золь гидроксида железа (III) по реакции гидролиза.

*Опыт № 2. «Коагуляция гидрофобных зелей под действием электролита».* В 3 пробирки с помощью пипетки налили 5 мл полученного и охлажденного до комнатной температуры золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . В каждую пробирку по каплям добавили из бюретки раствор электролитов  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  до появления первых признаков коагуляции (мутности).

**Влияние электролитов на золь железа (III)**

Наименование электролита	Концентрация электролита	Объем электролита, прошедшего на коагуляцию (мл)	Объем электролита, прошедшего на коагуляцию в пересчете на 0,001 N раствора (мл)	Log V эл
NaCl	3 N	1,6	4800	3,7
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,01 N	0,5	500	0,7
K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	0,001 N	1,1	1100	0,4

*Результаты эксперимента:* Для золя Fe(OH)<sub>3</sub> с положительно заряженными коллоидными частицами по правилу Шульца–Гарди ионами-коагуляторами во вводимых в золь электролитах: NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] будут являться анионы: Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>, т.к. их заряд противоположен заряду коллоидных частиц. Чем больше заряд иона-коагулятора, тем меньше объем электролита необходим, чтобы вызвать коагуляцию, тем выше коагулирующая способность электролита.

**Библиографический список**

1. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юрстратов В.П. Коллоидная химия. М.: АГАР, 2004. 320 с.
2. Справочник химика / под ред. Б.П. Никольского. Л.: Химия, 1971. 540 с.
3. Гидрофобные золи [Электронный ресурс]. URL: <https://inlnk.ru/G6jZNy>
4. Золи [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Золи?searchToken=9vr092jovwn53eute4cmc53yn>
5. Дисперсная среда [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Дисперсная\\_система](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Дисперсная_система)
6. Полежаева Н.И. Поверхностные явления и Дисперсные системы. Коллоидная химия: учеб. пособие для студ. хим. факультетов. Минск: Федеральное агентство по образованию ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», 2010. 95 с.

# ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК МАНГАНИТА НИКЕЛЯ OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF QUANTUM DOTS OF NICKEL MANGANITE

**Д.И. Немкова, А.Е. Кроликов, А.Ю. Павликов**

Научный руководитель **С.В. Сайкова**

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**D.I. Nemkova, A.E. Krolikov, A.Y. Pavlikov**

Scientific adviser **S.V. Saikova**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Квантовые точки, наночастицы, манганит никеля, соосаждение, ультразвуковое воздействие.

*В статье предложен способ получения квантовых точек  $NiMnO_3$  путем комбинации химического соосаждения ионов никеля и марганца и жидкостной ультразвуковой обработки. Полученные квантовые точки исследованы методами оптической спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии.*

Quantum dots, nanoparticles, nickel manganite, coprecipitation, ultrasonic treatment.

*The article proposes a method for obtaining  $NiMnO_3$  quantum dots by a combination of chemical coprecipitation of nickel and manganese ions and liquid ultrasonic treatment. The resulting quantum dots were studied by optical spectroscopy and transmission electron microscopy.*

$MnNiO_3$  – это ферримагнитный материал со структурой ильменита [1]. Манганит никеля относится к мультиферроикам, т.е. сочетает магнитные и диэлектрические свойства. Как известно, для мультиферроиков характерно появление ионных сдвигов в кристаллической решетке при наложении внешнего магнитного поля, что позволяет использовать данный материал для создания сенсоров, каталитического разложения воды, а также в суперконденсаторах [2]. Наиболее перспективным направлением примене-

ния манганита никеля является фотокаталитическое разложение органических соединений. Одним из возможных способов улучшения свойств данного материала является получение квантовых точек на его основе. Квантовые точки (КТ) представляют собой наночастицы размером от 1 до 10 нм, обладающие уникальными электронными и оптическими свойствами, которые зависят от их размеров и формы.

В данной работе предложен способ получения квантовых точек  $\text{NiMnO}_3$  путем комбинации химического соосаждения ионов никеля и марганца и жидкостной ультразвуковой обработки.

Синтез частиц манганита никеля проводили методом щелочного соосаждения при двух температурах – 25 °С (образец 1) и 80 °С (образец 2). Результаты рентгенофазового анализа полученных осадков приведены на рисунке 1. Видно, что при 25 °С формируется чистая фаза  $\text{NiMnO}_3$  (рис. 1а), тогда как при 80 °С наблюдается образование примесей  $\text{NiMn}_2\text{O}_4$  и  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  (рис. 1б).

Из данных просвечивающей электронной микроскопии (рис. 2) следует, что в ходе синтеза получены частицы, близкие к сферическим размером около 10 нм. Кроме того, на микрофотографии частиц видны наностержни шириной около 10 нм и длиной до 70–100 нм. В ходе дальнейших исследований использовали образец 1.

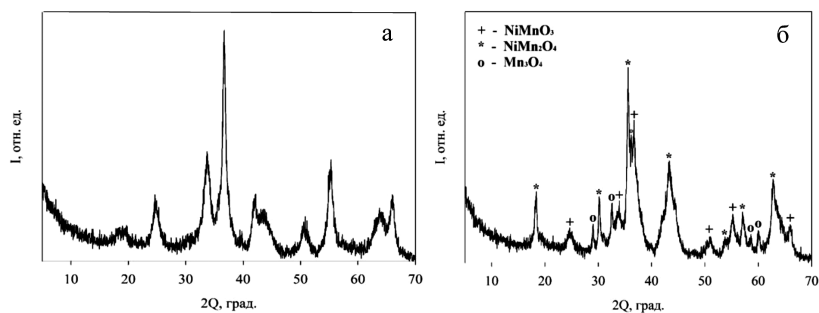
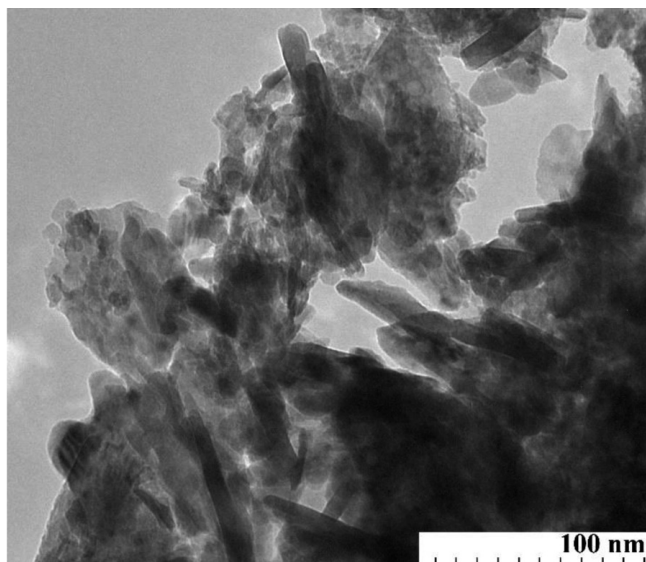


Рис. 1. Рентгенограмма полученных образцов



*Рис. 2. Микрофотография (ПЭМ) частиц манганита никеля*

Синтез квантовых точек манганита проводили с использованием ультразвукового воздействия. В качестве растворителей для данного процесса выбрали диметилформамид (ДМФА), диметилсульфоксид (ДМСО), а также метилпирролидон (МП). К 150 мг  $\text{NiMnO}_3$  добавляли 30 мл органического растворителя и подвергали ультразвуковому воздействию в течение 15–70 ч. Процесс синтеза проводили до видимого изменения окраски раствора. Наночастицы, полученные при синтезе в диметилформамиде, исследовали методами просвечивающей электронной микроскопии (рис. 3) и атомно-силовой микроскопии (рис. 4). Результаты анализа показывают низкую эффективность для получения квантовых точек диметилформамида. Результаты АСМ показывают формирование «стопок», которые могут являться намагниченными друг на друга мелкими частицами манганита никеля.



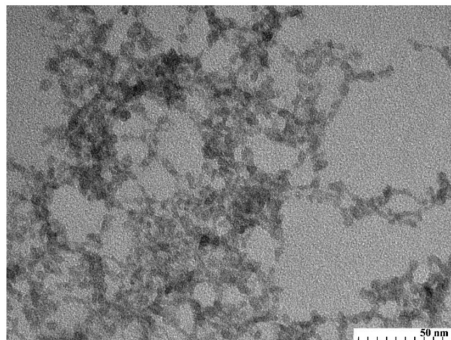


Рис. 3. Микрофотография (ПЭМ) частиц  $\text{NiMnO}_3$  в ДМФА

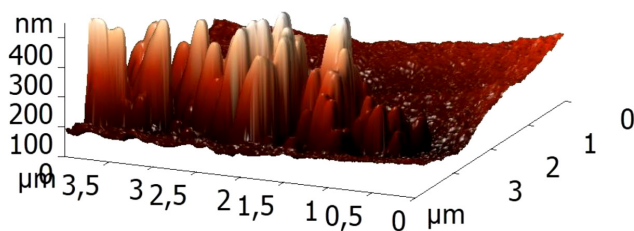


Рис. 4. Микрофотография (АСМ) частиц  $\text{NiMnO}_3$  в ДМФА

Синтез квантовых точек в МП проводили в течение 70 ч, в результате ультразвукового воздействия был получен стабильный гидрозоль. По данным ПЭМ (рис. 5), были получены квантовые точки размером около 2 нм.

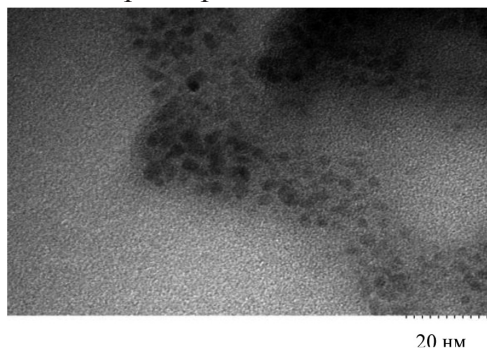


Рис. 5. Микрофотография полученных квантовых точек манганита никеля

В ходе исследования получены квантовые точки манганита никеля, которые могут использоваться для фотокаталитического разложения органических красителей.

***Библиографический список***

1. Bertaut E.F. Structure and ferrimagnetism of the ilmenite compound NiMnO<sub>3</sub> // J. of Appl. Phys. 2008. V. 29, № 3. P. 247.
2. Cloud W.H. Crystal structure and ferrimagnetism in NiMnO<sub>3</sub> and CoMnO<sub>3</sub> // Phys. Rev. 1958. V. 111. P. 1046.

**ОБЩАЯ ФОРМУЛА ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ  
АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ  
GENERAL FORMULA OF POLYCYCLIC  
AROMATIC HYDROCARBONS**

**Омар А.М. Юссеф Юссеф**

Научный руководитель **Д.С. Руденко**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**Omar A.M. Youssef Youssef**

Scientific adviser **D.S. Rudenko**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Общая формула, углеводороды, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

*В статье приведена возможная общая формула полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которая заполняет такую пропущенную формулу в ряду органических соединений и является эмпирической формулой ПАУ и более сложных полициклических систем.*

General formula, hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).  
*The article presents a variant of a general formula for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), which fills a skipped formula in an organic compounds row and it's an empirical formula for PAHs and other complex polycyclic systems.*

Ароматические соединения – крайне разнообразная группа органических веществ. Среди них встречаются моно- и полициклические ароматические углеводороды, которые представляют собой молекулы, содержащие одно или несколько ароматических колец, а также могут иметь не ароматический фрагмент. Нынешнее определение понятия «ароматическое соединение» не имеет никакого отношения к их запаху и включает не только углеводороды, но и многие другие соединения, в том числе гетероциклические.

Как мы знаем, классификация многих органических соединений базируется на их общей структурной особенности и может описываться общей формулой данного класса/ группы соединений. Общая формула – это формула, которая представляет композицию любого члена целого класса соединений и является типом эмпирической формулы. В химии эмпирическая формула химического соединения – это наименьшее целочисленное отношение атомов, присутствующих в данной молекуле.

Однако у полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) она не описана вследствие сложности строения таких молекул и их высокого разнообразия. В литературе встречаются данные о номенклатуре таких веществ, о свойствах или способах получения, но в изученных мною источниках нигде не встречается данных об общей формуле таких систем [1–8].


После нескольких попыток я пришел к общей эмпирической формуле для таких веществ (рис. 1).



Рис. 1. Общая формула полициклических ароматических углеводородов

1. (n) представляет количество атомов углерода во всей структуре, если она состоит из одного кольца или более.

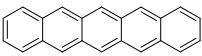

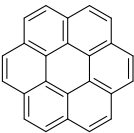

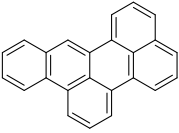

2. (Y) представляет количество двойных связей во всей структуре, если она состоит из одного кольца или более.

3. Этот  шестиугольник с плюсом представляет количество колец, добавленных к материнскому кольцу, или количество дочерних колец, которое равно (количество колец во всей структуре минус один). Если есть только одно кольцо, то значение будет равно нулю.

Я пробовал эту формулу на многих ароматических соединениях и понял три типа структур, где эта формула работает (табл. 1).

Таблица 1

**Примеры применения общей формулы  
полициклических ароматических углеводородов**

Группа	Пример структурной формулы	Молекулярная формула	Пример использования общей формулы
Простые, состоящие из колец в одном линейном направлении		$C_{22}H_{14}$	 = 4 $n = 22$ $Y = 11$ $H = 2n - (2*4) + (11*2)$ $H = 44 - (8 + 22)$ $H = 14$
Симметричные кольца, которые имеют однородную форму		$C_{24}H_{12}$	 = 6 $n = 24$ $Y = 10$ $H = 2*24 - (2*6) + (10*2)$ $H = 48 - (12 + 20)$ $H = 16$
Сложные, ветвистые и не имеющие однородной формы		$C_{24}H_{14}$	 = 5 $n = 24$ $Y = 2$ $H = 2*24 - (2*5) + (12*2)$ $H = 48 - (10 + 24)$ $H = 14$

Эта формула в основном предназначена для ПАУ, но на самом деле она может применяться и для более сложных структур. Так, например, на рисунке 2 приведена структурная формула 1,2,3,4-тетрагидронафталина. Как видно, в данной молекуле присутствует алифатический и ароматический циклы.

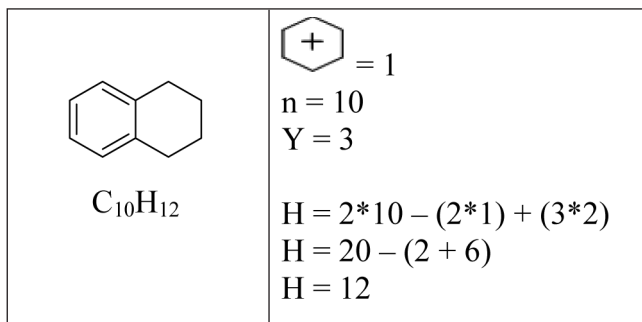


Рис. 2. 1,2,3,4-Тетрагидронафталин и пример использования общей формулы для него

На рисунке 3 представлена структурная формула, составленная случайно и содержащая несколько разночленных колец, ароматические и алифатические фрагменты.

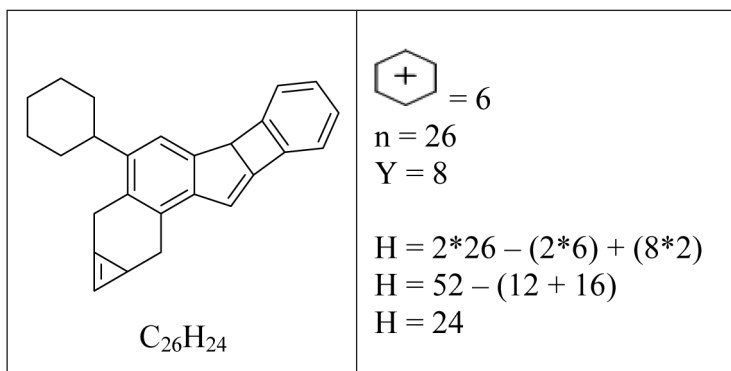


Рис. 3. Пример использования общей формулы для сложносоставных систем

Цель этой общей формулы – показать количество колец, двойных связей и количество атомов водорода. Она также может работать как уравнение для решения неизвестного значения, например, количество колец, если известно количество водорода и двойных связей.

Таким образом, общая формула, выведенная в результате данной работы, заполняет пропущенную формулу в ряду органических соединений и является эмпирической формулой полициклических ароматических углеводородов и более сложных полициклических систем.

### ***Библиографический список***

1. Abdel-Shafy H.I., M. Mansour M.S. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation // Egyptian Journal of Petroleum. 2016. 25 (1): 107–123.
2. Chen T.A., Liu R.S. Synthesis of Polyaromatic Hydrocarbons from Bis(biaryl)diynes: Large PAHs with Low Clar Sextets // European Journal of Chemistry. 2011. 17 (21): 8023–8027.
3. Fetzer J.C. The chemistry and analysis of large PAHs. Polycyclic Aromatic Compounds. 2007. 27 (2): 143–162.
1. Portella G., Poater J., Sola M. Assessment of Clar's aromatic  $\pi$ -sextet rule by means of PDI, NICS and HOMA indicators of local aromaticity // Journal of Physical Organic Chemistry. 2005. 18 (8): 785–791.
2. Moss G.P. IUPAC nomenclature for fused-ring systems. Pure and Applied Chemistry. 1998. 70 (1): 143–216.
3. Herbststein F.H., Schmidt G.M.J. The structure of overcrowded aromatic compounds. Part III. The crystal structure of 3:4-benzophenanthrene // Journal of the Chemical Society (Resumed). 1954: 3302–3313.
4. Harvey R.G. Environmental Chemistry of PAHs. PAHs and Related Compounds: Chemistry. The Handbook of Environmental Chemistry. Springer, 1998. P. 54.
5. Gutman I., Cyvin S. J. Introduction to the Theory of Benzenoid Hydrocarbons. Springer, 2012. P. 152.

**СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИТА МЕДИ:  
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ  
И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ  
ПОЛУЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**  
SYNTHESIS OF COPPER FERRITE NANOPARTICLES:  
STUDY OF THE STRUCTURAL  
AND MAGNETIC PROPERTIES  
OF THE OBTAINED OBJECTS

**А.Ю. Павликов, Д.И. Немкова, Д.В. Карпов**  
Научный руководитель **С.В. Сайкова**  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**A.Yu. Pavlikov, D.I. Saykova, D.V. Karpov**  
Scientific adviser **S.V. Saykova**  
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Наночастицы, феррит меди, анионообменный синтез, полисахариды, магнитные материалы.

*Предложен метод анионообменного синтеза феррита меди с использованием сильноосновного анионита АВ-17-8. Полученные продукты охарактеризованы методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), рентгенофазового анализа, вибрационной магнитометрии и ИК-Фурье спектроскопии. Установлено, что продукт, полученный в присутствии декстрана-40, представляет чистую монофазу  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ . Он состоит из частиц, имеющих размер 15–20 нм.*

Nanoparticles, copper ferrite, anion-exchange precipitation, polysaccharides, magnetic materials.

*The method of anion-exchange precipitation of copper ferrite using a strongly basic anionite AB-17-8 is proposed. The obtained products are characterized by transmission electron microscopy (TEM), XRD analysis, VSM and IR-Fourier spectroscopy. It was found that the product obtained in the presence of dextran-40 is a pure  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  monophasе. It consists of particles having a size of 15–20 nm.*

**Ш**пинельные ферриты являются востребованными магнитными материалами. Так, например, наночастицы

феррита меди нашли свое применение в биомедицине (доставка лекарств, магнитно-резонансная томография, магнитное разделение клеток, выделение ДНК, а также в различных технологических применениях (накопители энергии, магнитные носители информации, спинтронные и электромагнитные устройства) [1–3].

В настоящей работе для получения наноразмерных порошков феррита меди предложен реакционно-ионообменный процесс – анионообменное осаждение, которое, как показано нами ранее [4], проводят в стационарных легко контролируемых условиях. С целью контроля размера и стабилизации получаемых частиц прекурсора на стадии осаждения нами были оптимизированы условия анионно-обменного осаждения и использованы стабилизаторы – полисахариды с различной молекулярной массой и строением цепи (декстран-40, декстран-70 и инулин).

Важным фактором, определяющим применение материалов, содержащих феррит меди, является его структура. Особенность  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  заключается в искажении при обычных условиях кубической решетки объемного материала с образованием тетрагональной фазы ( $t\text{-CuFe}_2\text{O}_4$ , пространственная группа  $I41/amd$ ), стабильной при комнатной температуре.

Цель данной работы – изучение влияния добавок полисахаридов и режимов синтеза на выход, химический и фазовый состав, а также размер и структуру частиц феррита меди, полученных с использованием метода анионообменного осаждения.

В ходе синтеза совместно осажденных гидроксидов меди и железа установлено, что наличие стабилизатора, его природа и молярная масса оказывают влияние как на химический состав и выход продукта анионообменного осаждения, так и на его фазовый состав после прокаливания. При использовании полисахаридов (декстран-40, инулина) и без использования полисахаридов после прокаливания при  $850\text{ }^\circ\text{C}$  были



получены, по данным РФА (рисунок 1), продукты, содержащие чистую фазу феррита меди. В случае использования декстрана-70 продукты содержали примеси гематита.

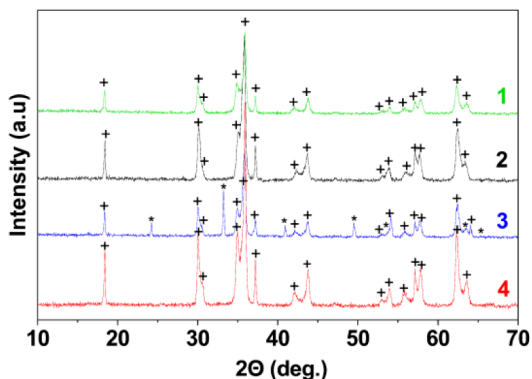


Рис. 1. Рентгенограммы  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  :  
 1 – образец, полученный без полисахаридов,  
 2 – полученный с декстраном-40,  
 3 – полученный с декстраном-70,  
 4 – полученный с инулином; + –  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ; \* –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Согласно полученным нами результатам, при прокаливании продуктов анионообменного осаждения при  $900\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 1 ч формируется смесь двух модификаций феррита меди: кубической (с- $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ) и тетрагональной (t- $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ). Более подробно влияние температуры на формирование структуры феррита меди изучали методом высокотемпературной рентгенографии. На рисунке 2 представлены фрагменты рентгенограммы образцов в температурном интервале  $400\text{--}900\text{ }^\circ\text{C}$  в интервале углов ( $33\text{--}37^\circ 2\theta$ ), соответствующих основному рефлексу кубической шпинели  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ . Образцы демонстрируют низкую степень кристалличности до  $500\text{--}600^\circ\text{C}$  и формирование кубической структуры при дальнейшем повышении температуры. Однако кристаллизация образца, полученного с использованием декстрана -40, происходит при более высокой температуре, что, вероятно,

связано с дополнительным «разрыхлением» структуры выделяющимся при разложении полисахаридов газами. При температуре 900 °С в обоих образцах представлена только кубическая фаза феррита меди.

Минимальный размер нанокристаллитов получен при использовании декстрана со средней молекулярной массой ~40 000 г/моль. В процессе синтеза формируются однородные нанопорошки, состоящие из частиц размером 15–20 нм (рисунок 3).

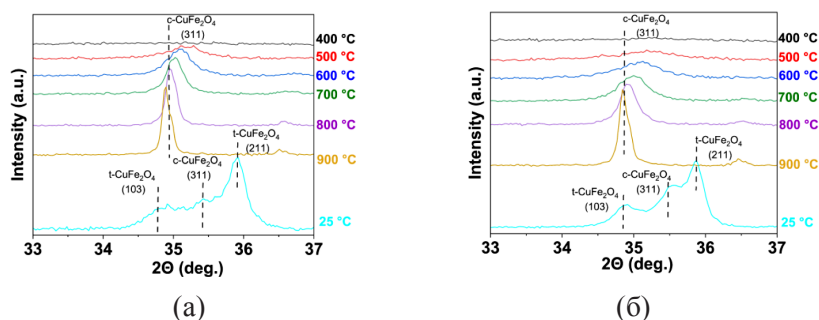


Рис. 2. Рентгенограммы образцов в температурном интервале 400–900 °С в угловом интервале, соответствующему основному рефлексу кубической шпинели  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  : а) без использования полисахаридов, б) с использованием декстрана-40

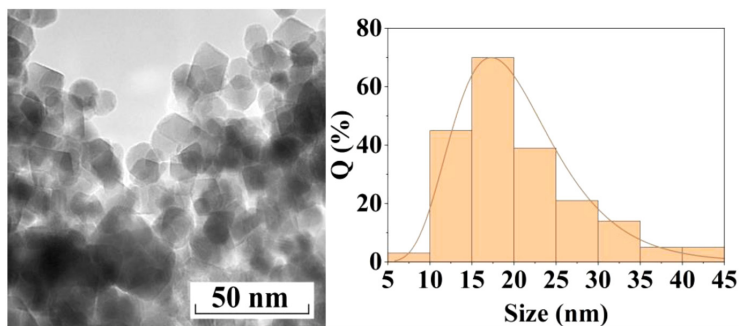


Рис. 3. Микрофотография и диаграмма распределения размеров частиц  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ , полученных с использованием декстрана со средней молекулярной массой ~ 40 000 г/моль

### **Библиографический список**

1. Mohamed I.A.A.M., Mohamed M.G.; et al. Nanotechnology Reviews 2022. V. 11. P. 372–413.
2. Avasthi A., Caro C., et al. Surface-modified Nanobiomaterials for Electrochemical and Biomedicine Applications 2020. V. 378. P. 49–91.
3. Nam J.-H., Joo Y.-H., et al Journal of Magnetism and Magnetic Materials 2009. V. 321. P. 1389–1392.
4. Saikova S., Pavlikov A., et al Metals 2021. V. 11. P. 705.

## **О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ 3-ХЛОР-5-БРОМАНТРА-[1,9-CD]-6-ИЗОКСАЗОЛОНА С ХИТОЗАНОМ ON THE INTERACTION OF 3-CHLORO 5-BROMANTRA[1,9-CD]-6-ISOXAZOLONE WITH CHITOSAN**

**О.И. Фоминых, О.С. Бачурина**

Научный руководитель **Л.М. Горностаев**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**O.I. Fominykh, O.S. Bachurina**

Scientific adviser **L.M. Gornostaev**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

Комплексообразование, изоксазолон, хитозан, хиноны, гетероциклы.  
*В статье предложен оптимальный способ взаимодействия 3-хлор-5-бромантра[1,9-сd]-6-изоксазолонa с хитозаном. Изучены спектральные характеристики продукта взаимодействия. Методами УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии подтверждена структура целевого продукта.*

Complexation, isoxazolone, chitosan, quinones, heterocycles.  
*The article proposes an optimal method for the interaction of 3-chloro-5-bromanthra[1,9-cd]-6-isoxazolone with chitosan. The spectral characteristics of the interaction product are studied. The structure of the target product was confirmed by UV, IR, NMR spectroscopy.*

Известно, что производные хитозана, связанные с различными органическими остатками, проявляют различные виды биологической активности. Полагаем, что полученный нами целевой продукт целесообразно исследовать на предмет полезных свойств в области медицинской химии.

На рисунках 1, 2 приведены УФ-спектры N-(3-хлор-6Н-антра[1,9-сd]-6-изоксазолон)хитозана (**3**), записанные в ДМСО и в присутствии хлорида алюминия. Заметим, что полосы поглощения в длинноволновой области 400–500 нм остаются неизменными, в то время как в области 250–330 нм имеются существенные различия. По-видимому, эти различия объясняются тем, что хитозановый фрагмент реагирует с хлоридом алюминия, образуя продукты за счет участия гидроксильных групп.

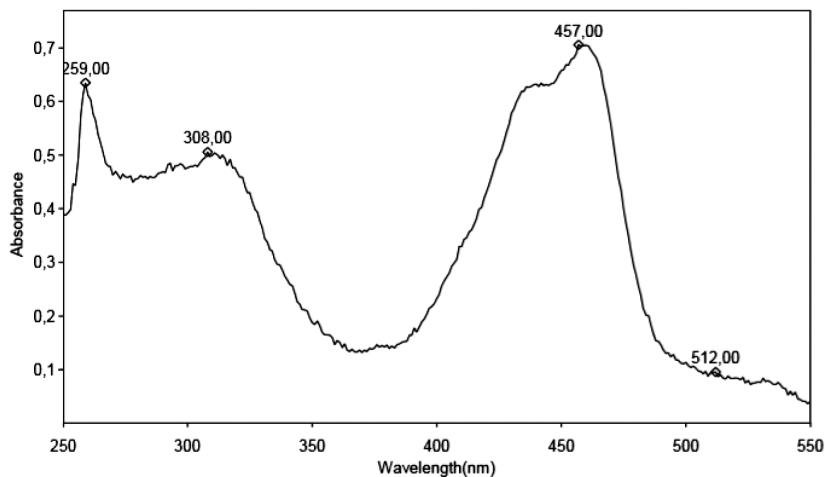


Рис. 1. УФ-спектр  
N-(3-хлор-6Н-антра[1,9-сd]-6-изоксазолон)хитозана (**3**) в ДМСО  
( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л)

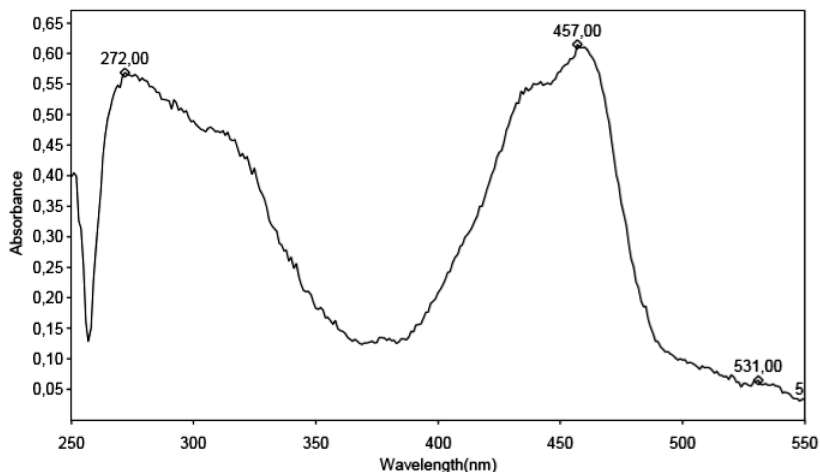
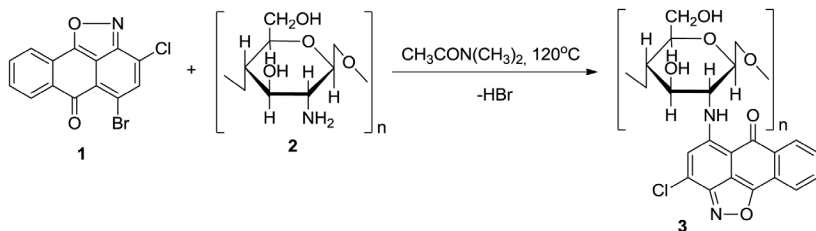


Рис. 2. УФ-спектр *N*-(3-хлор-6*H*-антра[1,9-*cd*]-6-изоксазолон)хитозана (**3**) в ДМСО ( $C=1 \cdot 10^{-4}$  моль/л) в присутствии  $AlCl_3$

ИК-спектры имеют существенные различия в области  $3500\text{--}3100\text{ см}^{-1}$ , в целевом продукте в этой области широкая полоса, что связано с наличием гидроксильных групп хитозанового фрагмента.

### Экспериментальная часть

В 40 мл диметилацетамида растворили 3,34 г (0,01 моль) 3-хлор-5-бром-6*H*-антра[1,9-*cd*]-6-изоксазолон (**1**) и 1,6 г (0,01 моль) хитозана (**2**), нагревали при перемешивании с обратным холодильником при  $120\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 5 часов. Затем охладили, осадок (**3**) отфильтровали, промыли этанолом, диэтиловым эфиром. Выход 3,77 г (91%),  $t_{пл}=120\text{ }^\circ\text{C}$ .



### **Библиографический список**

1. Skryabin K.G., Vikhoreva G.A., Varlamov V.P., editors. Chitin and chitosan production properties and usage. Production, Properties and Usage. Ed. M.: Nauka, 2002. 368 p.
2. Petrova V.A., Chernyakov D.D., Moskalenko Yu.E., Gasilova E.R., Strelina I.A., Okatova O.V., Balagina Yu.G., Vlasova E.N., Skorik Yu.A. O,N-(2-sulfoethyl)chitosan: synthesis and properties of solutions and films. Carbohydrate Polymers. 2017. Vol. 157. P. 866–874.
3. Nudga L.A., Plisko E.A., Danilov S.N. Synthesis and properties of sulfoethylchitosan. Zhurnal Prikladnoi Khimii. 1974. Vol. 47 (4). P. 872–875.

## **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 3-ХЛОП-5-БРОМ-АНТРА[1,9-CD]ИЗОКСАЗОЛ-6-ОНА SYNTHESIS AND PROPERTIES OF 3-CHLORO 5-BROMANTRA[1,9-CD]-6-SOXAZOLONE**

**Д.О. Шенфельд, Д.Е. Иванов, О.И. Фоминых**  
Научный руководитель **Л.М. Горностаев**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева,*  
*г. Красноярск*

**D.O. Schoenfeld, D.E. Ivanov, O.I. Fominykh**  
Scientific adviser **L.M. Gornostaev**  
*KSPU named after V.P. Astafyev,*  
*Krasnoyarsk*

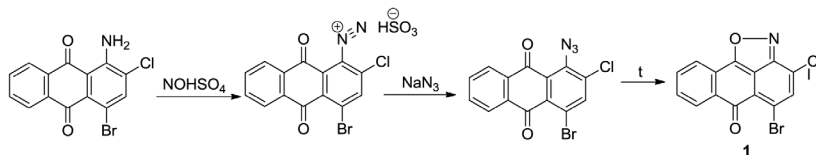
1-Амино-2-хлор-4-бром-9,10-антрахинон, 1-азидо-2-хлор-4-бром-9,10-антрахинон, 3-хлор-5-бромантра[1,9-сd]изоксазол-6-он, диазотирование, биологическая активность.

*В статье описан способ получения 3-хлор-5-бромантра[1,9-сd]изоксазол-6-она из 1-амино-2-хлор-4-бром-9,10-антрахинона. Приводятся спектральные данные исходных и конечного продуктов, прогнозируется биологическая активность целевого продукта.*

1-Amino-2-chloro-4-bromo-9,10-anthraquinone, 1-azido-2-chloro-4-bromo-9,10-anthraquinone, 3-chloro-5-bromantra[1,9-cd]isoxazole-6-one, diazotization, biological activity.

*The article describes a method for producing 3-chloro-5-bromantra[1,9-cd]isoxazole-6-one from 1-amino-2-chloro-4-bromo-9,10-anthraquinone. Spectral data of the initial and final products are given, the biological activity of the target product is predicted.*

Известно, что производные антра[1,9-cd]изоксазол-6-она проявляют различные виды биологической активности. Кроме того, их функционализация может служить для получения веществ, также обладающих биологической активностью. Например, показано, что продукты взаимодействия хитозана с 2-бромэтан-сульфонокислотой проявляют противоопухолевые свойства [1; 2]. В связи с этим нами изучены способы получения и химические свойства 3-хлор-5-бромантра[1,9-cd]изоксазол-6-она (**1**). Этот продукт был получен нами впервые. Синтез вещества 3-хлор-5-бромантра[1,9-cd]изоксазол-6-она (**1**) осуществляется по следующей схеме:



Спектральные свойства полученного 3-хлор-5-бромантра[1,9-cd]изоксазол-6-она (**1**) подтверждают его строение. Так, УФ-спектр и ИК-спектр продукта **1** практически не отличается от описанного ранее УФ-спектра и ИК-спектра 5-бромантра[1,9-cd]-6-изоксазолонна [3].

1-Азидо-2-хлор-4-бром-9,10-антрохинон циклизовался нами 3-хлор-5-бромантра[1,9-cd]изоксазол-6-она без выделения, однако, в ИК-спектре 1-азидо-2-хлор-4-бром-9,10-антрохинона присутствует полоса в области при  $2120 \text{ см}^{-1}$ .

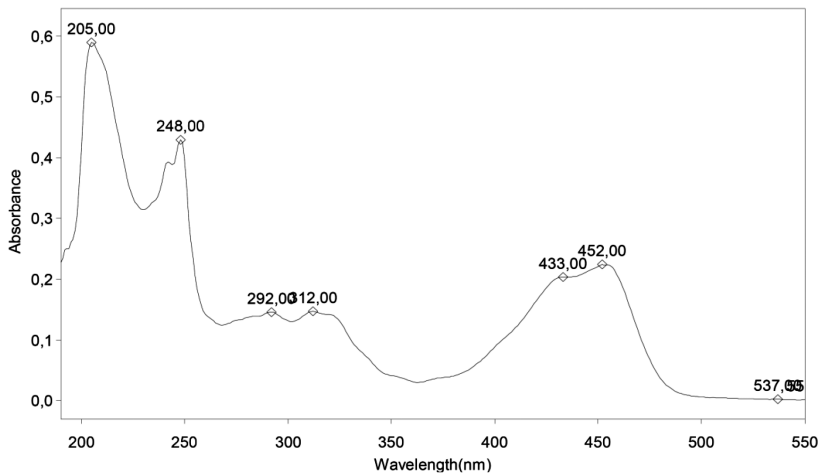


Рис. 1. УФ-спектр 3-хлор-5-бромантра[1,9-*cd*]изоксазол-6-она (1)

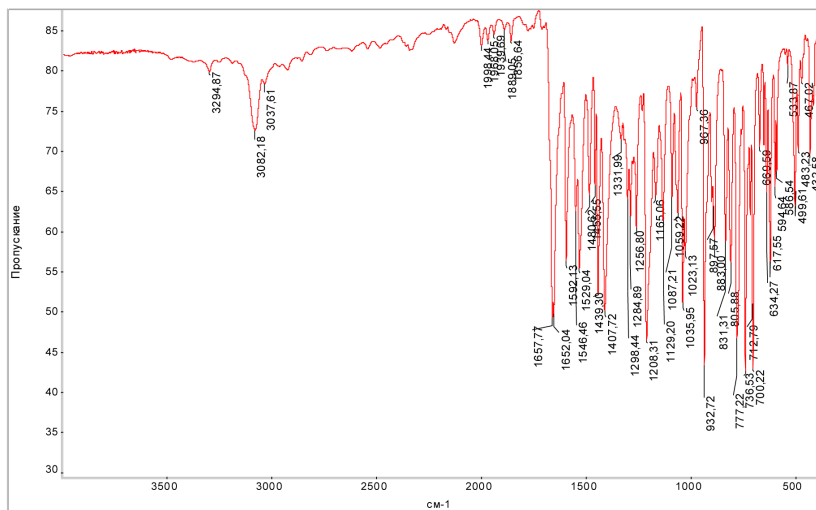


Рис. 2. ИК-спектр 3-хлор-5-бромантра[1,9-*cd*]изоксазол-6-она (1)

Нами обнаружено, что 3-хлор-5-бромантра[1,9-*cd*]изоксазол-6-она (1) обладает заметно большей растворимостью, чем 5-бромантра[1,9-*cd*]-6-изоксазолон.



### ***Библиографический список***

1. Gornostaev L.M., Tsvetkov V.B., Markova A.A., Lavrikova T.I., Khalyavina Y.G., Kuznetsova A.S., Kaluzhny D.N., Shunayev A.V., Tsvetkova M.V., Glazunova V.A., Chernyshev V.V., Shtil A.A. The Oxime Derivatives of 1-R-1H-Naphtho[2,3-d][1,2,3]triazole-4,9-dione 2-oxides: Synthesis and Properties // *Anti-Cancer Agents Med. Chem.* 2017. Vol. 17. P. 1814–1823.
2. Bolshakov I.N., Gornostaev L.M., Fominykh O.I., Svetlakov A.V. Synthesis, Chemical and Biomedical aspects of the se of Sulfated Chitosan. *Polymers* 2022. 14. P. 3431.
3. Горностаев Л.М., Сакилиди В.Т. О превращениях антра[1,9-*cd*]изоксазол-6-онов в галогеноводородных кислотах. *ЖОрХ.* 1980. Т. XVI, № 3. С. 642–645.

---

## II СЕКЦИЯ. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

---

### ДЕТЕКТИРОВАНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С КОМПЛЕКСАМИ К РАКОВЫМ КЛЕТКАМ DETECTION AND TRANSPORTATION OF CARBON NANOTUBES WITH COMPLEXES TO CANCER CELLS

**А.А. Асаёнок, К.И. Хакимова**

Научный руководитель **А.А. Асаёнок**  
*МБОУ СОШ № 95, г. Екатеринбург*

**A.A. Asayonok, K.I. Hakimova**

Scientific adviser **A.A. Asayonok**  
*MBEI SES № 95, Ekaterinburg*

Углеродные нанотрубки, нанотехнологии, новые материалы, раковые клетки, медицина, фармацевтика, химия.

*В статье описывается подробный механизм транспорта комплексов одностенных углеродных нанотрубок с лекарственными препаратами к клеткам раковых опухолей. Основная проблематика, которая способствовала формулированию темы исследования, заключается в токсичности традиционной химиотерапии и отсутствии целостного описания механизма транспорта комплексов УНТ с онкопрепаратами к раковым клеткам.*

Carbon nanotubes, nanotechnology, new materials, cancer cells, medicine, pharmaceuticals, chemistry.

*The article describes a detailed mechanism of transport of complexes of single-walled carbon nanotubes with drugs to cancer cells. The main problem that contributed to the formulation of the research topic is the toxicity of traditional chemotherapy and the lack of a holistic description of the mechanism of transport of CNT complexes with cancer drugs to cancer cells.*

**М**атериалы и частицы с ультрамалыми размерами природного и антропогенного происхождения были известны достаточно давно, однако нанотехнологии как самостоятельная область фундаментальных и прикладных исследований возникли только к концу XX века. Они нашли широкое применение в различных областях, включая электронику, энергетику, химическую и фармацевтическую промышленность, агротехнику, медицину и т.д. Наиболее ценной областью применения нанотехнологий для повышения качества жизни людей является медицина.

Одной из глобальных проблем являются онкологические заболевания. Традиционная терапия рака не добилась ожидаемых результатов, не справившись с очень сильными побочными негативными эффектами, ухудшающими качество жизни пациентов. По данным ВОЗ, каждый год в мире от рака умирает 8–9 млн человек. При этом нанотехнологии в медицине позволяют качественно повысить эффективность технологии лечения рака.

Углеродные нанотрубки – молекулярные соединения, принадлежащие к классу аллотропных модификаций углерода. Они представляют собой протяженные цилиндрические структуры, состоящие из свернутых в однослойную (ОСНТ) или многослойную (МСНТ) трубку графитовых слоев [2]. Диаметр нанотрубки лежит в пределах от десятых до сотен десятков нанометров, длина составляет от нескольких микрометров до нескольких сантиметров [3]. Расстояние между соседними графеновыми слоями составляет 0,34 нанометров, как в обычном графите.

Углеродные нанотрубки открывают новые возможности для биологического и медицинского применения: визуализация молекулярных, клеточных и тканевых структур; создание биосенсоров и электродов на их основе; целевая доставка разнообразных веществ; лучевая и фототермическая терапия. Наиболее перспективным свойством углерод-

ных нанотрубок в контексте биомедицинского применения является их способность проникать в различные ткани организма и переносить большие дозы агентов, оказывая терапевтический и диагностический эффекты [1]. Кроме того, функционализированные углеродные нанотрубки являются биodeградируемыми [1]. Благодаря этим преимуществам нанотрубки являются перспективной основой для систем целевой доставки различных веществ.

Механизм транспорта комплексов УНТ с онкопрепаратами к раковым клеткам заключается в следующих стадиях:

1. Фотоактивация: углеродные нанотрубки могут быть активированы фотонами, что позволяет использовать их как кандидаты для целенаправленной доставки к раковым клеткам.

Функционализация УНТ имеет первостепенное значение: во-первых, чтобы гарантировать растворимость УНТ в водных растворах, что крайне важно в биологическом контексте, и, во-вторых, чтобы гарантировать, что желаемый молекулярный агент, будь то лекарство или маркер, связан с нанотрубкой [4; 5].

2. Присоединение к рецепторам: углеродные нанотрубки могут присоединяться к рецепторам на поверхности раковых клеток, что помогает им удерживаться на их поверхности.

3. Внутриклеточный транспорт: после присоединения к рецепторам углеродные нанотрубки могут быть внутриклеточным транспортом перенесены внутрь раковых клеток.

Поскольку УНТ легко усваиваются клетками, они являются идеальными транспортными средствами для доставки терапевтических средств [6] или диагностики. УНТ могут связывать макромолекулы, такие как белки и олигосахариды, что предполагает их потенциальное применение в качестве носителей для доставки активных молекул, таких как лекарства или антигены [4].

4. Релизмент частиц: внутри раковых клеток УНТ высвобождают токсин, что был изначально в них внесен.

Затем этот комплекс воздействует на раковые клетки для их уничтожения.

5. Окончательное воздействие: после внутриклеточного транспорта и релизанта содержимое (лекарственный препарат) углеродных нанотрубок воздействует на раковые клетки для их уничтожения.

Были сделаны выводы, что использование наносенсоров в биологии и медицине открывает новые возможности для диагностики, профилактики и лечения многих распространенных заболеваний [2]. УНТ обладают высоким потенциалом доставки антигенов и должны рассматриваться как новая платформа для вакцинации как от инфекционных заболеваний, так и от рака. Их нанометрический размер позволяет им легко усваиваться клетками.

В дальнейших исследованиях планируется экспериментальным способом получить гибридизированные комплексы УНТ с многообразными структурами и проверить их устойчивость при различных условиях.

#### ***Библиографический список***

1. Митрофанова И.В., Мильто И.В., Суходоло И.В., Васюков Г.Ю. Возможности биомедицинского применения углеродных нанотрубок // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13. № 1. С. 135–144.
2. Постнов В.Н., Королев Д.В., Галагудза М.М., Постнов Д.В. Наносенсоры в биологии и медицине: принципы работы и перспективы применения // Биотехносфера: журнал / под ред. В.В. Лучинина. Санкт-Петербург: Политехника, 2013. № 2. С. 45–55.
3. Смирнов М.И., Лупачев Д.А. Перспективы развития нанотрубок в качестве сверхпроводников // Вопросы науки и образования. 2018. № 3. С. 69–73.
4. Foldvari M., Bagonluri M. Carbon nanotubes as functional excipients for nanomedicines: II. Drug delivery and biocompatibility issues // Nanomedicine. 2008. 4(3):183–200.

5. Gottardi R., Douradinha B. Carbon nanotubes as a novel tool for vaccination against infectious diseases and cancer. J. Nanobio-technol. 2013.
6. Zeinabad H.A., Zarrabian A., Saboury A.A., Alizadeh A.M., Falahatia M. Interaction of single and multi wall carbon nano-tubes with the biological systems: tau protein and PC12 cells as targets. Sci. Rep. 2016; (6): 26508.

**БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ  
РАССЕЯННОГО СКЛЕРОЗА  
BIOCHEMICAL MARKERS  
OF MULTIPLE SCLEROSIS**

**Д.С. Гугина**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**D.S. Gugina**

Scientific adviser **N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Рассеянный склероз, маркеры рассеянного склероза, олигоклональный IgG, N-ацетиласпарт, белок хитиназа-3-подобный-1, нейрофиламенты легкой цепи.

*В данной статье представлен анализ современных данных об основных и потенциальных биохимических маркерах в диагностике рассеянного склероза, а также методах их обнаружения. Сделаны выводы о перспективе изучения маркеров в дальнейшем выявлении и терапии рассеянного склероза.*

Multiple sclerosis, multiple sclerosis markers, oligoclonal IgG, N-acetylaspartate, chitinase-3-like-1 protein, light chain neurofilaments.

*This article presents an analysis of current data on the main and potential biochemical markers in the diagnosis of multiple sclerosis, as well as methods for their detection. Conclusions are drawn about the prospect of studying markers in the further detection and therapy of multiple sclerosis.*

**Актуальность.** Рассеянный склероз (РС) – хроническое аутоиммунное заболевание, в основе которого лежит комплекс демиелинизирующих и нейродегенеративных процессов центральной нервной системы (ЦНС).

Рассеянный склероз – болезнь молодых людей. Заболевание может не беспокоить, вплоть до нескольких лет. Первые проявления симптомов наблюдается чаще всего в 20–35 лет и симптомы носят неспецифический характер, то есть свойственны ряду других неврологических патологий, поэтому прямо на рассеянный склероз не указывают.

Поскольку заболевание быстро прогрессирует, требуется своевременная диагностика, что достигается с помощью основных диагностических маркеров.

**Цель исследования:** анализ современных данных о действующих и потенциальных маркерах рассеянного склероза. Цель исследования достигается за счет следующих задач:

1. Провести поиск и анализ литературы по теме исследования.

2. Отобразить существующие маркеры РС и методы их обнаружения для диагностики РС.

3. Проанализировать, чему может способствовать изучение биомаркеров РС у конкретных пациентов в медицинской практике.

**Материалы и методы.** В процессе работы использовались теоретические методы исследования (изучение соответствующей литературы по теме исследования, анализ, установление логических связей).

**Результаты и их обсуждение.** По данным литературы установлен основной метод обнаружения маркеров – масс-спектрометрия с последующим протеомным анализом, который используется для определения содержания в организме олигоклонального иммуноглобулина (IgG), хитиназа-3-подобного белка 1 (CHI3L1), легкой цепи нейрофиламентов (NFL). Методом магнитно-резонансной спектроскопии

(МРС) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) определяется N-ацетиласпартат.

Олигоклональный IgG является самым достоверным из установленных биомаркеров и регулярно определяется у пациентов с рассеянным склерозом при анализе ликвора. Значение индекса  $IgG > 0,7$  является показателем повышенного специфического иммунного ответа В-клетками в ЦНС и, таким образом, указывает на наличие РС [1].

N-ацетиласпартат также претендует на роль основного биомаркера неврологических нарушений. При рассеянном склерозе у больных снижается концентрация маркера до 80 % при прогрессировании заболевания, что связывают с повреждением аксонов [2].

Белок хитиназа-3-подобный-1 представляет собой гликозидазу, которая секретируется клетками микроглии, моноцитами, астроцитами. Физиологическая роль данного белка в ЦНС неизвестна; однако ее распределение при воспалительных поражениях позволяет предположить, что она может быть важным компонентом астроцитарного ответа для модуляции воспаления ЦНС [3]. Обычно он обнаруживается в ликворе. Высокие уровни СНЗЛ1 также были связаны с более быстрым прогрессированием инвалидности [4]. СНЗЛ1 является многообещающим кандидатом в качестве биомаркера прогноза рассеянного склероза.

Нейрофиламенты являются белками цитоскелета нейронов, состоят из легкой, промежуточной и тяжелой цепей. Они определяют диаметр аксонов, а также способны участвовать в аксональном транспорте. Далее речь пойдет лишь о нейрофиламентах легкой цепи (NFL). Если происходит повреждение аксонов или нейронов, они высвобождаются и могут быть обнаружены не только в ликворе, но и в крови [5]. Измерение NFL в данных биологических жидкостях является достоверным фактом повреждения нейроаксональной системы и перспективным маркером диагностики



рассеянного склероза. Недавнее исследование также показало прогностическую значимость сывороточного NFL при переходе от ремиттирующей стадии в прогрессирующую [6].

**Выводы.** 1) было проанализировано 15 источников литературы, из них отобрано 6 основных; 2) базовые биомаркеры, использующиеся в диагностике РС – олигоклональные IgG. Потенциальные биомаркеры, которые указывают на данный диагноз – CN3L1, NAA, легкая цепь нейрофиламента. Основной метод обнаружения данных биомаркеров – масс-спектрометрия; 3) дальнейшее изучение биомаркеров рассеянного склероза и их выявление у конкретных пациентов или людей из группы риска может привести к более раннему выявлению данного заболевания, более быстрому проведению лечения и более эффективной коррекции терапии РС.

#### *Библиографический список*

1. Ziemssen T., Akgün K., Brück W. Molecular biomarkers in multiple sclerosis // J. Neuroinflammation. 2019. 16(1): 272.
2. Баймеева Н.В., Мирошниченко И.И. N-ацетиласпартат – биомаркер психических и неврологических нарушений // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2015. 8: 94–98.
3. Шедько Е.Д., Тюменцева М.А. Молекулярные биомаркеры в цереброспинальной жидкости при рассеянном склерозе // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. 7: 95–102.
4. Cantó E., Reverter F., Morcillo-Suárez C. et al. Chitinase 3-like 1 plasma levels are increased in patients with progressive forms of multiple sclerosis // Mult. Scler. 2012. 18(7): 983–990.
5. Khalil M., Teunissen C.E., Otto M. et al. Neurofilaments as biomarkers in neurological disorders // Nature Reviews Neurology. 2018. 14(10): 577–589.
6. Matute-Blanch C., Villar L.M., Álvarez-Cermeño J.C. et al. Neurofilament light chain and oligoclonal bands are prognostic biomarkers in radiologically isolated syndrome // Brain. 2018. 141(4): 1085–1093.

**БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА  
КАК САХАРНЫЙ ДИАБЕТ 3 ТИПА  
ALZHEIMER'S DISEASE  
AS TYPE 3 DIABETES MELLITUS**

**А.В. Дегидь, Е.Н. Ригова**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**A.V. Degid, E.N. Rigova**

Scientific adviser **N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Сахарный диабет 3 типа, инсулинорезистентность, болезнь Альцгеймера,  $\beta$ -амилоид, нейродегенеративное заболевание, медицина.

*В данной статье рассматривается патофизиологическая взаимосвязь между сахарным диабетом 2 типа (СД2) и болезнью Альцгеймера (БА). Изучено влияние инсулина и гипергликемии на головной мозг. Сделаны выводы о влиянии инсулинорезистентности на накопление  $\beta$ -амилоида и прогрессировании БА на фоне СД2.*

Type 3 diabetes mellitus, insulin resistance, Alzheimer's disease, beta-amyloid, neurodegenerative disease, medicine.

*This article discusses the pathophysiological relationship between type 2 diabetes mellitus (DM2) and Alzheimer's disease (AD). The effect of insulin and hyperglycemia on the brain has been studied. Conclusions are drawn about the effect of insulin resistance on the accumulation of  $\beta$ -amyloid and the progression of AD against the background of DM2.*

**В** настоящее время многие люди знакомы с сахарным диабетом 1 или 2 типа, однако существует другая форма диабета, которая была описана в некоторых источниках лиетратуры как «сахарный диабет 3 типа» (СД3). Это состояние резистентности к инсулину в головном мозге, знание о котором обладает значительным потенциалом воздействия на нейропознание и вносит вклад в этиологию болезни Альцгеймера. Гиперинсулинемия, нарушение

передачи сигналов инсулина и инсулинорезистентность являются жизненно важными факторами, которые делают целесообразным сохранение инсулина в центре обеих патологий, независимо от генотипа [1; 2].

Инсулин через свои рецепторы (IR) влияет на различные ткани организма. Ранее считалось, что IR есть только в мышечной, жировой и ткани печени, сейчас же известно, что они имеются и в ткани головного мозга (ГМ). Инсулин поступает в ГМ через спинномозговую жидкость (СМЖ) и транспортеры гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), есть также исследования, доказывающие, что ткань ГМ самостоятельно способна вырабатывать инсулин. Данный гормон оказывает анаболическое действие на все виды обмена (белков, жиров и углеводов) и гипогликемический эффект посредством влияния на поступление глюкозы внутрь клеток через GLUT-4, также способен накапливать ионы калия внутри клетки, способствуя тем самым нормальной возбудимости клетки [3].

Считается, что периферическая резистентность к инсулину приводит к инсулинорезистентности в ГМ. Как ранее упоминалось, инсулин обладает анаболическим действием, то есть выполняет защитную роль против накопления А $\beta$  в головном мозге, предотвращая усиление окислительного стресса. Таким образом, инсулинорезистентность приводит к повышению активации киназы гликогенсинтазы-3 (GSK-3), выработке и модификации тау-белков и нейрофибриллярной дегенерации [3].

Сниженные уровни инсулиноподобного фактора роста (IGF-1) и инсулинорезистентность приводят к накоплению  $\beta$ -амилоида в ГМ, что противодействует связыванию инсулина и рецептора IGF-1, вызывая дисфункцию инсулина, что в сочетании с окислительным стрессом усиливает токсичность и концентрацию  $\beta$ -амилоида [4; 5].

Существуют также ферменты, расщепляющие инсулин (IDE). В обычном состоянии они являются основными пеп-

тидазами, расщепляющими  $\beta$ -амилоид. В организме с инсулинорезистентностью уровни инсулина высоки, поэтому IDE перенаправляются на его разрушение, тем самым уменьшая деградацию  $\beta$ -амилоида и его токсическое накопление [4, 5].

В связи с инсулинорезистентностью и нарушением связи инсулина с IR, а также неправильной активацией каскада передачи сигналов инсулина происходит дисфункция инсулина, проявляющаяся снижением поглощения глюкозы нейронами. Происходит нарушение нейропластичности, дефицит нейротрансмиттеров и патологическое накопление  $\beta$ -амилоида [2; 6].

Таким образом, можно утверждать, что СД3 возникает, когда нейроны ГМ перестают реагировать на инсулин, который необходим для выполнения когнитивных функций. Взаимосвязь между СД2 и БА основана на том, что процессинг токсичности белка-предшественника  $\beta$ -амилоида ( $A\beta$ ) обусловлен нарушением передачи сигналов инсулина в головном мозге в той же степени, что и клиренс данного белка. В связи с постоянным увеличением количества пациентов, страдающих СД2 и БА, и об информации о доказанной взаимосвязи между нарушением когнитивных функций и гиперинсулинемией, становится необходимым проведение рутинных обследований на наличие у пациентов, страдающих БА, СД2 типа, с целью назначения терапии, направленной на нормализацию уровня глюкозы в ЦНС и замедление прогрессирования нарушений когнитивных функций.

#### ***Библиографический список***

1. Bedse G., Di Domenico F., Serviddio G., Cassano T. Aberrant insulin signaling in Alzheimer's disease: current knowledge // Front Neurosci. 2015. 9: 204.
2. Hu Z., Jiao R., Wang P., Zhu Y. et al. Shared Causal Paths underlying Alzheimer's dementia and Type 2 Diabetes // Sci Rep. 2020. 10(1): 4107.

3. Kandar C.C., Sen D., Maity A. Anti-inflammatory Potential of GSK-3 Inhibitors // *Curr. Drug Targets*. 2021. 22(13): 1464–1476.
4. Kulas J.A., Franklin W.F., Smith N.A. et al. Ablation of amyloid precursor protein increases insulin-degrading enzyme levels and activity in brain and peripheral tissues // *American magazine J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2019. 316(1): E106–E120.
5. Abramov-Harpaz K., Miller Y. Insights into Non-Proteolytic Inhibitory Mechanisms of Polymorphic Early-Stage Amyloid  $\beta$  Oligomers by Insulin Degrading Enzyme // *Biomolecules*. 2022. 12(12): 1886.
6. Shen S., Liao Q., Wong Y.K., Chen X. et al. The role of melatonin in the treatment of type 2 diabetes mellitus and Alzheimer's disease // *Int. J. Biol. Sci.* 2022. 18(3): 983–994.

**ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН  
В РАЦИОНЕ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА  
THE PROBLEM OF DIETARY FIBER DEFICIENCY  
IN THE DIET OF MODERN PEOPLE**

**В.М. Жидков**

Научный руководитель **О.В. Сенкевич**

*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**V.M. Zhidkov**

Scientific adviser **O.V. Senkevich**

*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Клетчатка, пищевые волокна, углеводы, питание, химия.

*В статье анализируется влияние пищевых волокон на организм и последствия их дефицита в рационе человека. Рассматриваются химические и физиологические свойства пищевых волокон.*

Fiber, dietary fiber, carbohydrates, nutrition, chemistry.

*The article analyzes the influence of dietary fiber on the organism and the consequences of their deficiency in the human diet. Chemical and physiological properties of dietary fiber are considered.*

Питание относится к важнейшим факторам, определяющим качество и продолжительность жизни современного человека. На фоне неблагоприятной экологической ситуации, социальных проблем, хронических стрессов, мало-подвижного образа жизни и вредных привычек наблюдается нарушение основных принципов рационального питания. Все это приводит к уменьшению сопротивляемости организма воздействию окружающей среды и росту числа хронических заболеваний [1].

Актуальность здорового питания подтверждается исследованиями, указывающими на прямую зависимость между иммунным статусом человека и потребляемой им пищи. Согласно Распоряжению Правительства РФ «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года», питание большинства взрослого населения не соответствует принципам здорового питания из-за потребления пищевых продуктов, содержащих большое количество жира животного происхождения и простых углеводов, недостатка в рационе овощей и фруктов, рыбы и морепродуктов, что приводит к росту избыточной массы тела и ожирению, распространенность которых за последние 8–9 лет возросла с 19 до 23%, увеличивая риск развития сахарного диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы и др. [2].

Доля рафинированных продуктов питания достигает в настоящее время в промышленно-развитых странах более 60 % от суточного рациона. Организм человека поступает недостаточное количество растительных пищевых волокон при одновременном увеличении потребления животных белков и жиров [2].

В связи с ухудшением экологической обстановки, а также нарастающим дефицитом пищевых веществ, обладающих физиологической ценностью, в рационе жителей РФ перспективным направлением в пищевой промышленности

является разработка обогащенной пищевой продукции, в том числе использование пищевых волокон [3].

Пищевые волокна (ПВ) определены Комиссией Codex Alimentarius как полимеры углеводной природы с 10 и более мономерными единицами, которые не гидролизуются эндогенными ферментами в тонком кишечнике человека и включают съедобные натуральные полимерные углеводы, находящиеся в составе потребляемой пищи; изолированные углеводные полимеры, полученные из сырого пищевого материала физическими, химическими или энзиматическими методами с физиологическим эффектом действия на здоровье; синтетические углеводные полимеры, обладающие физиологическим эффектом. К ПВ относят также неуглеводное соединение клеточной стенки растений – лигнин. В продуктах растительного происхождения часть ПВ представлена некрахмальными полисахаридами, источником которых являются структурные элементы стенок растительных клеток и ассоциированные с ними компоненты, поддерживающие функции, строение и прочность растений [4].

В соответствии с растворимостью в воде, ПВ подразделяются на растворимые пищевые волокна (РПВ) и на нерастворимые пищевые волокна (НПВ). К РПВ относятся пектиновые вещества, камеди, инулин, альгиновая кислота, каррагинан,  $\beta$ -глюканы и другие некрахмальные полисахариды, уникальным свойством которых является способность их к гидратации, а также способность образовывать вязкие жидкости или гели благодаря наличию гидроксильных и карбоксильных групп в полисахаридных молекулах при их взаимодействии. Основными источниками РПВ являются фрукты, овощи, зелень, бобовые и др. Нерастворимые волокна представлены целлюлозой, резистентным крахмалом, гемицеллюлозами и лигнином. Данные соединения способны впитывать воду за счет заполнения пустых пространств волокнистой структуры и набухать, но не способны образовывать

гелеобразные структуры. Основными источниками этой категории ПВ являются преимущественно зерновые [4].

Физиологическая потребность в пищевых волокнах (клетчатке), утвержденная Минздравом России, составляет 30 г в сутки при энергетической ценности рациона 2500 ккал [2].

Пищевые волокна представляют собой химически гетерогенную группу соединений и поэтому обладают различной физиологической активностью: стимулируют перистальтику желудка и кишечника, а также увеличивают объем стула, предотвращают запоры, дивертикулез, геморрой и другие желудочно-кишечные нарушения [4]; увеличивают массу микрофлоры толстого кишечника, сорбируют желчные кислоты и холестерин, обладают антиоксидантным [5] и антиканцерогенным [4] действием.

Одним из важнейших показателей качества пищевых волокон является их сорбционная способность по отношению к ионам тяжелых и радиоактивных металлов, которая обусловлена содержанием свободных функциональных карбоксильных групп. За счет их наличия пищевые волокна сорбируют низкомолекулярные вещества, а также участвуют в реакциях комплексообразования по отношению к ионам тяжелых металлов [3].

Таким образом, многочисленные исследования подтверждают необходимость включения достаточного количества пищевых волокон в рацион современного человека с целью предупреждения алиментарно-зависимых заболеваний, а также потребность в просвещении населения в этих вопросах.

#### ***Библиографический список***

1. Официальный сайт Управления Роспотребнадзора по городу Москве: <https://77.rospotrebnadzor.ru>
2. Курчаева Е.Е., Попова Я.А. Использование пищевых волокон в составе пищевых систем на мясной основе // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2021. 1(16): 36–46.



3. Тамова М.Ю., Барашкина Е.В., Журавлев Р.А. Исследование сорбционной способности комбинированных пищевых волокон по отношению к ионам свинца // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. статей по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина. 2020. 390-393.
4. Ефимцева Э.А., Челпанова Т.И. Яблоки как источник растворимых и нерастворимых пищевых волокон. Влияние пищевых волокон на аппетит // Физиология человека. 2020. 46(2): 121–132.
5. Merenkova S.P., Zinina O.V., Stuart M. Effects of dietary fiber on human health: A review // Human. Sport. Medicine. 2020. 20(1): 106–113.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О БЕТА-ЛАКТАМНЫХ АНТИБИОТИКАХ THE NOTION OF BETA-LACTAM ANTIBIOTICS

**В.А. Кузубова**

Научные руководители: **М.Ю. Маховых, Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**V.A. Kuzubova**

Scientific advisers: **M.Yu. Makhovykh, N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

$\beta$ -лактамы антибиотики,  $\beta$ -лактаманая структура, антимикробная активность, резистентность микроорганизмов, химия.

*В статье представлены литературные данные об истории появления  $\beta$ -лактаманых антибиотиков и их классификации. Приводится взаимосвязь химического строения с резистентностью микроорганизмов и антимикробной активностью.*

$\beta$ -Lactam antibiotics,  $\beta$ -lactam structure, antimicrobial activity, microbial resistance, chemistry.

*The article presents literature data on the history of the emergence of  $\beta$ -lactam antibiotics and their classification. The relationship of chemical structure with resistance of microorganisms is given and antimicrobial activity.*

**β**-лактамы занимают ведущее место в лечении большинства инфекционных заболеваний и являются самой большой группой среди всех антибактериальных средств. Многообразие объясняется желанием получить усовершенствованные вещества с более широким спектром действия и устойчивостью к новым механизмам резистентности микроорганизмов [1]. Поэтому важно понимать принципы и механизмы воздействия β-лактамов, их классификацию и спектры действия на различные микроорганизмы.

β-лактамы – антибиотики, которые в своем составе содержат β-лактамное кольцо и обладают бактерицидным действием. Бета-лактамы имеют определенное сходство с точки зрения химического строения, механизма действия, фармакологических, клинических и иммунологических эффектов. К ним относятся следующие группы: пенициллины, цефалоспорины, монобактамы, карбопенемы [2; 3].

Пенициллины содержат в своем составе 6-аминопенициллановую кислоту – сложное гетероциклическое соединение, состоящее из двух колец – β-лактамного и тиазолидинового. Пенициллин был впервые выделен Александром Флемингом в 1928 году. Отечественный пенициллин был выделен в чистом виде в 1942 году и с 1944 года стал применяться в качестве лекарственного средства. Автором трудов и научных опытов была Зинаида Ермольева [4; 5].

Цефалоспорины, в отличие от пенициллинов, в основе химического строения имеют 7-аминоцефалоспоровую кислоту, которая состоит из 2 колец: β-лактамного и дигидротиазинового. Делятся на 5 поколений в зависимости от спектра действия и природы замещенных атомов [5].

Структурной основой монобактамов является не бициклическая, а моноциклическая лактамная система. Их

получают синтетическим путем. История монобактамов связана с попытками выделения новых  $\beta$ -лактамных антибиотиков [5].

Карбапенемы характеризуются наиболее широким спектром антибактериального действия в отношении многих микроорганизмов, имеют структуру, которая обуславливает их высокую устойчивость к бета-лактамазам. Карбапенемные антибиотики были первоначально разработаны на основе карбапенема тиенамицина в американской многонациональной фармацевтической компании Merck&Co. В последующем было создано 2 поколения карбопенемов. I поколение содержат циластатин, ингибирующий почечную дегидропептидазу I, разрушающей имипенем в почках; II поколение не разрушается этим ферментом [5].

Все  $\beta$ -лактамные антибиотики имеют одинаковый механизм действия – нарушение синтеза клеточной стенки бактерий. Мишенью действия БЛА в микробной клетке являются ферменты транс- и карбоксипептидазы, участвующие в синтезе основного компонента наружной мембраны как грамположительных, так и грамотрицательных микроорганизмов – пептидогликана [5; 6].

На концах субъединиц находятся тетрапептидные и пентапептидные цепи, эти цепи способны связываться между собой посредством процесса транспептидации. Пептидогликановый каркас приобретает жесткость при образовании между полисахаридными цепями поперечных сшивок. Поперечные сшивки образуются через аминокислотные мостики, замыкание сшивок осуществляют ферменты карбокси- и транспептидазы (ПСБ). Ферменты, связывающие цепи по ошибке, связываются с молекулами антибиотиков и больше не могут выполнять свою основную функцию, что приводит к ослаблению клеточной стенки [5; 6].

Устойчивость к  $\beta$ -лактамам достигается продукцией микроорганизмами ферментов ( $\beta$ -лактамаз), гидролизующих  $\beta$ -лактамное кольцо; появлением ПСБ со сниженной аффинностью к  $\beta$ -лактамам; активным выведением антибиотиков из микробной клетки; нарушением проницаемости внешней мембраны микробной клетки [1; 4].

Таким образом,  $\beta$ -лактамы включают большую группу лекарственных средств, имеющих  $\beta$ -лактамное кольцо. Они составляют основу современной химиотерапии при лечении бактериальных инфекций.

#### ***Библиографический список***

1. Бонда Н.А., Стома И.О., Осипкина О.В., Зятьков А.А., Шафорост А.С. Молекулярно-генетические маркеры резистентности вирулентности инвазивных штаммов *klebsiella pneumoniae* по данным полногеномного секвенирования // Проблемы здоровья и экологии. 2023. 20(1): 7–15.
2. Малофеева Н.А., Бузмакова Н.А. Контроль за содержанием остаточных количеств антибиотиков в животноводческой продукции в странах-членах таможенного союза и европейского союза // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. 1(127): 1–5.
3. Olney K.B., Thomas J.K., Johnson W.M. Review of novel  $\beta$ -lactams and  $\beta$ -lactam/ $\beta$ -lactamase inhibitor combinations with implications for pediatric use // Pharmacotherapy. 2023. [Epub ahead of print].
4. Sethuvel D.P.M., Bakthavatchalam Y.D., Karthik M. et al.  $\beta$ -Lactam Resistance in ESKAPE Pathogens Mediated Through Modifications in Penicillin-Binding Proteins: An Overview // Infect Dis Ther. 2023. 12(3): 829–841.
5. Pandey N., Cascella M. Beta Lactam Antibiotics // Biomol Ther (Seoul): StatPearls, 2023.
6. Kim D., Kim S., Kwon Y. et al. Structural Insights for  $\beta$ -Lactam Antibiotics // Biomol Ther (Seoul). 2023. 31(2): 141–147.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ  
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**  
STUDY OF THE CONTENT OF HEAVY METALS  
IN BIOLOGICAL OBJECTS

**Н.С. Лохматов**  
Научный руководитель **Н.С. Кузнецова**  
*ЗабГУ, г. Чита*

**N.S. Lohmatov**  
Scientific adviser **N.S. Kuznetsova**  
*ZabGU, Chita*

Тяжелые металлы, спектральный анализ, биологический материал, экология, химия.

*В статье приведены результаты исследования накопления тяжелых металлов и мышьяка в волосах и ногтях жителей Забайкальского края. Установлено превышение средних значений содержания никеля, хрома, мышьяка.*

Heavy metals, spectral analysis, biological material, ecology, chemistry.

*The article presents the results of a study of the accumulation of heavy metals and arsenic in the hair and nails of the inhabitants of the Trans-Baikal Territory. An excess of the average values of the content of nickel, chromium, arsenic was established.*

Гомеостаз живого организма является необходимым условием его нормального функционирования, поскольку отклонения в концентрациях химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатическими и географическими факторами или заболеваниями, приводят к широкому спектру нарушений здоровья [1; 2; 5]. Для получения информации о концентрации токсичных элементов в организме человека производные эпидермиса (волосы и ногти) являются доступным, неинвазивным материалом, отражающим состав и соотношения между веществами

и микроэлементами, накопленными в фазу роста. Изучение динамики накопления тяжелых металлов в биологических образцах многочисленны [5], однако актуальных данных по Забайкальскому краю обнаружено не было.

**Цель** – исследование содержания токсичных элементов в организме жителей г. Читы.

**Материалы и методы.** Были отобраны образцы волос и ногтей 95 относительно здоровых людей (средний возраст  $23 \pm 2$  года). Пробоотбор и пробоподготовка проводились согласно МУК 4.1.1483-03 [3], для измерения концентрации элементов использовали масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой NexION модели 300D. Референтные значения предельно-допустимых концентраций были взяты по данным Лабораторной службы «Хеликс», сертифицированной по стандарту ISO 15189:2012. Контроль погрешности методики проведен в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6-94.

Анализ результатов и их обсуждение. Полученные результаты представлены в таблице.

*Таблица*

**Содержание токсичных элементов  
в биообразцах обследованных людей**

Среднее содержание элементов (мкг/г)	As 75	Cd 114	Cr 52	Cu 65	Hg 202	Ni 60	Pb 208	Zn 66
Волосы	0,65	0,10	4,52	27,47	2,22	6,11	30,29	187,94
Ногти	0,15	0,02	6,03	24,01	0,47	7,40	4,12	83,93
Референтные значения (Хеликс)	0,5	2,43	4,1	60,0	12,2	1,8	20,0	320,0

При сравнительном анализе данных можно отметить превышение концентраций As и Pb в волосах на 30,0 и 51,5 % соответственно. Значения по Cr и Ni превосходили референтные во всех образцах: в волосах на 10,2 и 239 %, в ногтях на 47,1 и 311,1 % соответственно.

Оперативный контроль точности проведен методом стандартных добавок, результат контрольной процедуры признан удовлетворительным, как и оперативный контроль сходимости, произведенный на основании расчетов.

Повышенные значения мышьяка, возможно, обусловлены особенностями геологического ландшафта Забайкальского края, где залегающие горные породы обогащены арсенатами и, соответственно, далее по экологическим цепям значительные концентрации As обнаруживаются в почве, воде, растениях. Непосредственно в г. Чите подземные воды загрязнены данным элементом, предполагаемым источником которого являются золошлакоотвалы Читинских угольных ТЭЦ [4]. Высокие значения хрома могут быть связаны с работой предприятий теплоэнергетики и автотранспорта. Высокое содержание Ni также, возможно, обусловлено выбросами металла при сжигании топлива и особенностями геохимии Забайкальского края [2].

**Заключение.** Проведенный скрининг волос и ногтей жителей г. Читы на содержание токсичных элементов выявил риски развития гиперэлементозов по As, Cr, Ni. Для получения полной, объективной эколого-медицинской картины необходимы дальнейшие масштабные исследования, так как обнаруженная тенденция свидетельствует об опасной экологической ситуации.

#### ***Библиографический список***

1. Войтюк Е.А. Аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях в условиях городской среды: на примере г. Чита: автореф. дис... канд. биол. наук. Улан-Удэ: БГУ, 2011. 33 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2020 год. Чита: Мин-во природных ресурсов Забайкальского края, 2020. 210 с.
3. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии

с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 56 с.

4. Солодухина М.А., Помазкова Н.В. Мышьяк в системе «почва-растение» в природных и антропогенных ландшафтах Забайкальского края // Вестник КрасГАУ. 2011. № 10. С. 96–101.
5. Яковлева М.В., Шантырь И.И., Власенко М.А. Накопление токсичных элементов в волосах как отражение экологической ситуации и оценка риска здоровья населения Санкт-Петербурга // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2015. № 4. С. 71–76.

**ВЛИЯНИЕ МЕСТНЫХ  
АНЕСТЕЗИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
НА ТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ**  
THE EFFECT OF LOCAL ANESTHETICS  
ON THE TRANSPORT CHARACTERISTICS  
OF THE BIOLOGICAL MEMBRANE

**А.Д. Наливайко**

Научный руководитель **Т.А. Руковец**

*КрасГМУ им. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**A.D. Nalivayko**

Scientific adviser **T.A. Rukovets**

*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Местные анестезирующие вещества, биологическая мембрана, потенциал-зависимые натриевые каналы, механизм действия, биохимия.

*В статье рассматривается механизм действия местных анестезирующих средств на транспортные характеристики биологической мембраны путем воздействия нервного импульса на потенциал-зависимые натриевые каналы.*



Local anesthetic substances, biological membrane, potential-dependent sodium channels, mechanism of action, biochemistry.

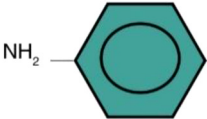
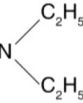
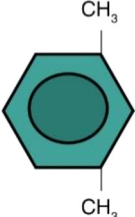
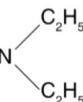
*The article discusses the mechanism of action of local anesthetics on the transport characteristics of the biological membrane by the action of a nerve impulse on potential-dependent sodium channels.*

**И**зучение влияния местных анестезирующих веществ на проницаемость функциональной мембраны открывает возможности для синтеза соединений, которые могут найти широкое применение в разных областях медицины.

Местные анестетики – это лекарства, которые используются для обратимого блокирования болевых ощущений в определенной части тела при выполнении хирургических манипуляций. Основное их действие направлено на функциональную мембрану клетки – эластическую молекулярную структуру, состоящую из белков и липидов [1]. Местным анестетикам присущи некоторые общие особенности их молекулярного строения (таблица).

Таблица

Строение молекул анестетиков

	ЛИПОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ (ароматическая структура)	ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ЗВЕНО (эфир/амид)	ГИДРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ (аминогруппа)	
<b>ЖИРРАСТВОРИМОСТЬ</b>		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$		<b>ВОДРАСТВОРИМОСТЬ</b>
	<b>прокаин</b>	<b>эфир</b>	<b>прокаин</b>	
		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{NH} - \text{C} - \text{CH}_2 \end{array}$		
		<b>амид</b>	<b>лидокаин</b>	

По химической структуре анестетики делятся на сложноэфирные и амидные. К сложноэфирным анестетикам относятся кокаин, новокаин, тетракаин, бензокаин; к амидным – лидокаин, мепивакаин, мупивакаин [2].

**Механизм возбуждения  $K^+$  и  $Na^+$  каналов.** Боль ощущается свободными нервными окончаниями – это нейроны первого порядка в болевом пути. Свободные нервные окончания могут быть активированы несколькими способами: механической, термической или химической стимуляцией. Данные стимулы запускают открытие  $K^+$ -каналов на мембране, что позволяет  $Na^+$  и другим катионам проникать в клетку. Положительный заряд делает клетку менее отрицательной – возникает деполяризация, которая приводит к открытию близлежащих потенциал-зависимых натриевых каналов.

В состоянии покоя канал закрыт. Когда мембрана деполяризуется, канал открывается, и ион  $Na^+$  устремляется в клетку. Через несколько миллисекунд инактивационные ворота закрываются, тем самым блокируя поступление  $Na^+$  в клетку, даже если сам канал все еще открыт (рисунок).

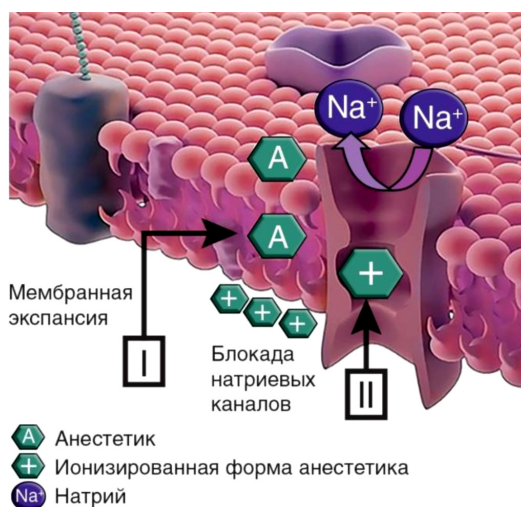


Рис. Схема механизма действия местных анестетиков

На этом заканчивается процесс деполяризации. Когда клетка реполярируется, инактивационные ворота открываются, а активационные ворота закрываются. Канал снова переходит в закрытое состояние, готовый к запуску другого потенциала действия [1–3].

**Механизм действия местных анестетиков.** Попадая на кожу, анестетик всасывается в ткани и достигает нейронов, проникая во внутрь клетки, и связывается с потенциал-зависимым натриевым каналом на цитоплазматической части мембраны. Анестетик прикрепляется к закрытым инактивируемым воротам и продлевает это состояние. Вследствие чего потенциал действия не может перемещаться по аксонам нейрона и боль не ощущается [4]. Анестетик должен связываться с рецептором, чтобы открыть натриевый канал. Чем больше способность анестетика связываться с белками, тем длительнее анестезия. Связывание с белками у артикаина – 95%, мепивакаина – 85%, лидокаина – 65% [5].

К побочным эффектам местных анестетиков можно отнести угнетение центральной нервной системы при попадании в кровоток; угнетение дыхания [6]. Возможно развитие брадикардии по причине снижения скорости потенциала действия на кардиомиоцитах. Кроме того, местные анестетики вызывают расширение сосудов, что может вызывать гипотензию. Аллергические реакции на местные анестетики крайне редки [7].

**Заключение.** Местные анестезирующие вещества снижают проницаемость биологической мембраны и ее способность передавать нервные импульсы. Применение местных анестетиков должно происходить только по назначению врача и с учетом индивидуальной непереносимости отдельных компонентов.

#### ***Биографический список***

1. Казак Е.В. Исследование влияния местных анестезирующих веществ на транспортные характеристики биологи-

- ческой мембраны // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2008. Т 4, № 3. С. 16–21.
2. Козлова М.В., Белякова А.С. Местная анестезия в амбулаторной практике врача стоматолога: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 96 с.
  3. Зефиоров А.Л., Ситдикова Г.Ф. Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология). Казань: Арт-кафе. 2010. 271 с.
  4. Кузнецов С.Л., Мушкамбаров Н.Н. Гистология, цитология и эмбриология: учебник для медицинских вузов. М.: Медицинское информационное агентство, 2005. 600 с.
  5. Бутвиловский А.В., Захарова И.А., Володкевич Д.Л. Обезболивание в терапевтической стоматологической практике // Современная стоматология. 2019. № 2. С. 13–16.
  6. Figueiredo Pereira Cherobin A.C., Tavares G.T. Safety of local anesthetics // Anais Brasileiros de Dermatologia. 2020. V. 95, № 1. P. 82–90.
  7. Babak B., Hersh E.V., Hilario M., Alvarez K. True Allergy to Amide Local Anesthetics: A Review and Case Presentation // Anesthesia progress. 2018. V. 65, № 2. P. 119–123.

**ПУРИНЕРГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ:  
ОТ ОТКРЫТИЯ ДО НАШИХ ДНЕЙ**  
**PURINEGIC THEORY:  
FROM DISCOVERY TO THE PRESENT DAY**

**В.А. Панюков**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**V.A. Panyukov**

Scientific adviser **N.A. Malynovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Пуринергическая теория, пуринергические рецепторы, пуринергическая передача сигнала, Р-рецепторы, АТФ, аденозин.  
*В статье приводится краткий исторический обзор развития представления о пуринергических рецепторах и их роли в регуляции деятельности клеток.*

Purinergic theory, purinergic receptors, purinergic signalling, P-receptors, ATP, adenosine.

*The article provides a brief historical overview of the development of the concept of purinergic receptors and their role in the regulation of cell activity.*

## Введение

Долгое время пурины и их метаболиты считались исключительно внутриклеточными соединениями. Впервые о внеклеточных эффектах АТФ было сообщено в 1929 г. Alan Drury и Albert Szent-Györgyi. Они показали, что экстракты из различных тканей: сердца, мозга, почки и селезенки быка и овцы при внутривенном введении оказывали выраженное фармакологическое действие, в том числе отрицательное хронотропное действие на сердце морской свинки, кролика, кошки и собаки. Активным компонентом этих экстрактов был идентифицирован аденозин-5'-монофосфат (АМФ) [1]. Также они показали, что внутривенное введение аденозина или АМФ полностью имитировало действие сердечных экстрактов. Множество исследований в дальнейшем только подтвердили, открытые Drury, и в 1936 году он же показал, что АТФ более эффективен, чем аденозин [2].

Действие метаболита пурина на нервную систему было продемонстрировано в 1947 году Buchtal и его коллегами. В их исследовании артериальная инъекция АТФ в шейные сегменты спинного мозга кошек привела к столбнякоподобным сокращениям мышц верхних конечностей. Авторы связали это действие с непосредственным возбуждением клеток передних рогов спинного мозга. Впоследствии Vabskii и Malkiman в 1950-ом году продемонстрировали, что инъекции АТФ в желудочки или в головной мозг приводили к атаксии, сонливости и двигательной слабости и запускали электрофизиологические или биохимические реакции [3]. В дальнейшем эти открытия стали толчком к формулировке т.н. пуринергической теории, которая постулирует существование

специфических рецепторов к аденозину и его метаболиту АТФ, на мембранах клеток, в т.ч. и нейронов, которая активно развивается и по сей день.

### **Открытие рецепторов аденозина**

Исследуя в 1965-ом году эффект кофеина и аденозина на миокард предсердий морской свинки, DeGubareff и Sleator [4] открыли их антагонизм, а Sattin и Rall [5] на основе своих исследований показали способность аналогов аденозина повышать уровень цАМФ в срезах головного мозга. Это позволило предположить, что два структурно сходных соединения действуют на один и тот же сайт/рецептор, проявляя свои эффекты. Позднее Cobbin продемонстрировал типичную для рецепторов зависимость доза-реакция для аденозина и его аналогов. Londos и Woolf (1977) продемонстрировали, что аденозин и его аналоги стимулируют аденилатциклазу по механизму, включающему рецептор внешней мембраны, для которого требуется по существу немодифицированный фрагмент рибозы (поэтому он называется R-сайтом). Они также продемонстрировали влияние высоких доз непосредственно на аденилатциклазу, которая требовала неизменного пуринового фрагмента (авторы назвали это Р-сайтом). Вскоре стало понятно, что эти два термина относятся к одним и тем же объектам, и впоследствии Londos согласился с тем, что в фармакологической литературе предпочтительнее использовать термины A1 и A2, поскольку активация аденозиновых рецепторов не всегда связана с аденилатциклизой, поскольку она имеет приоритет и потому что это согласуется с процедурами именования рецепторов, и эти термины в настоящее время прочно установлены [3]. В 1982 Daly было показано, что два аденозиновых рецептора имеют разные профили агонистов. В целом было обнаружено, что в отношении пуринорецептора A1 N6-замещенные аналоги аденозина более эффективны,

чем 5'-замещенные аналоги. С тех пор было синтезировано множество специфических фармакологических агентов, действующих на рецепторы P1.

### **Открытие рецепторов АТФ**

Особый вклад в развитие пуриnergической теории внес Geoffrey Burnstock. В 1976 году он предложил концепцию, что АТФ может являться ко-медиатором при синаптической передаче. В 1978 году он же, проанализировав литературу, посвященную действию пуриновых нуклеотидов и нуклеозидов в самых разных тканях, предложил первую классификацию пуриnergических рецепторов: на основании нескольких критериев была предложена подклассификация пуринорецепторов на P1 и P2 [6]. P1 (аденозиновые) пуринорецепторы реагируют на аденозин и АМФ и избирательно и конкурентно противодействуют метилксантинам, таким как теofilлин и кофеин, а P2-рецепторы реагируют на АТФ и в меньшей степени на АДФ.

Однако была выявлена гетерогенность в ответах тканей на АТФ-стимуляцию, что было интерпретировано советским биофизиком Михаилом Федоровичем Шубой как возможное существование двух видов рецепторов для АТФ (статья об этом была опубликована в журнале *Neuroscience* в 1980 году) [7], и уже в 1985 Burnstock и Kennedy предложили первую четкую классификацию пуринорецепторов P2 на пуринорецепторы P2X (опосредующие вазоконстрикцию и сокращение висцеральных гладких мышц) и пуринорецепторы P2Y (которые опосредуют вазодилатацию, а также расслабление гладкой мускулатуры кишечника), которая используется и в наши дни [6].

### **Современное состояние**

В 2008 году с помощью кристаллографии была выяснена структура P2X и P1-рецепторов [8]. Кроме того,

в последнее десятилетие резко расширились исследования пуринергической передачи сигналов, ее роли в регуляции поведения в норме и при патологии [9]. Установлена роль пуринергической передачи в регуляции воспаления [10]. В клинической практике используется препарат «Клопидогрель», который является антагонистом рецептора P2Y<sub>12</sub>. Существует также значительный интерес к использованию антагонистов рецептора P2X для лечения хронической невропатической боли [11].

### *Библиографический список*

1. Drury A.N., Szent-Györgyi A. The physiological activity of adenine compounds with especial reference to their action upon the mammalian heart // J. Physiol. 1929. Vol. 68, № 3. P. 213–237.
2. Drury A.N. The physiological activity of nucleic acid and its // Physiological Reviews. 1936. Vol. 16, № 2. P. 292–325.
3. Burnstock G., Verkhratsky A. Purinergic Signalling and the Nervous System. Springer. 2012. 715 p.
4. DeGubareff T., Sleator W. Effects of caffeine on mammalian atrial muscle, and its interaction with adenosine and calcium // J. Pharmacol. Exp. Ther. 1965. Vol. 148. № 2. P. 202–214.
5. Sattin A., Rall T. The effect of adenosine and adenine nucleotides on the cyclic adenosine 3', 5'-phosphate content of guinea pig cerebral cortex slices // Mol. Pharmacol. 1970. Vol. 6, № 1. P. 13–23.
6. Burnstock G., Kennedy C. Is there a basis for distinguishing two types of P2-purinoceptor? // General Pharmacology: The Vascular System. 1965. Vol. 16, № 5. P. 433–440.
7. Shuba M.F., Vladimirova I.A. Effect of apamin on the electrical responses of smooth muscle to adenosine 5'-triphosphate and to non-adrenergic, non-cholinergic nerve stimulation // Neuroscience. 1980. Vol. 5, № 5. P. 853–859.
8. Jaakola V., Griffith M., Hanson M. The 2.6 angstrom crystal structure of a human A2A adenosine receptor bound to an antagonist // Science. 2008. Vol. 322, № 5905. P. 1211–1217.
9. Huang L., Otkroczi L., Sperlágh B. Role of P2 receptors in normal brain development and in neurodevelopmental psychiatric disorders // Brain Res Bull. 2019. Vol. 151. P. 55–64.



10. Gelin C., Bhattacharya A. Letavic MA. P2X7 receptor antagonists for the treatment of systemic inflammatory disorders // Prog Med Chem. 2020. Vol. 59. P. 63–99.
11. Jacobson K., Giacotti L., Lauro F. Treatment of chronic neuropathic pain: purine receptor modulation // Pain. 2020. Vol. 167, № 7. P. 1425–1441.

**ТЕРАНОСТИК  
НА ОСНОВЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО  
СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА  
ДЛЯ КОМБИНИРОВАНИЯ БНЗТ И ХИМИОТЕРАПИИ  
THERANOSTIC  
BASED ON HUMAN SERUM ALBUMIN  
FOR COMBINATION OF BNCT AND CHEMOTHERAPY**

**В.И. Расколупова, Т.В. Аврамчук**

Научные руководители: **Т.В. Абрамова, В.Н. Сильников**  
*ИХБФМ СО РАН, г. Новосибирск*

**V.I. Raskolupova, T.V. Avramchuk**

Scientific advisers: **T.V. Abramova, V.N. Silnikov**  
*IChBFM SB RAS, Novosibirsk*

Тераностика, комбинационная терапия, БНЗТ, химиотерапевтические средства, альбумин, гемцитабин, борсодержащие кластеры.

*В статье описывается создание первого бимодального тераностика на основе человеческого сывороточного альбумина (ЧСА) для комбинированного воздействия на клетки злокачественных опухолей. Осуществлен дизайн агента модификации ЧСА, позволяющий одностадийно вводить в структуру белка как препарат для борнейтронозахватной терапии (ундекагидро-клозо-додекаборат), так и химиотерапевтическое средство – гемцитабин (Гемзар). Новый агент был ковалентно присоединен к человеческому сывороточному альбумину, меченному флуоресцентным красителем Су5. Приведены результаты исследования цитотоксичности полученного тераностика и результаты экспериментов БНЗТ.*

Theranostics, combination therapy, BNCT, chemotherapy medication, albumin, gemcitabine, boron clusters.

*The article describes the creation of the first bimodal theranostic based on human serum albumin (HSA) to provide a combined effect on malignant tumor cells. A HSA modification agent has been designed to provide one-step introduction into the protein structure of both a drug for boron neutron capture therapy (undecahydro-closo-dodecaborate) and a chemotherapeutic drug, gemcitabine (Gemzar). The new agent was covalently attached to human serum albumin labeled with Cy5 fluorescent dyes. The results of a study of the cytotoxicity of the obtained theranostic and the results of BNCT experiments are presented.*

**В** современной медицине стандартом лечения злокачественных новообразований является комплексный мультидисциплинарный подход, включающий хирургическое удаление опухоли с последующим применением адъювантных методов лучевого и химиотерапевтического воздействия.

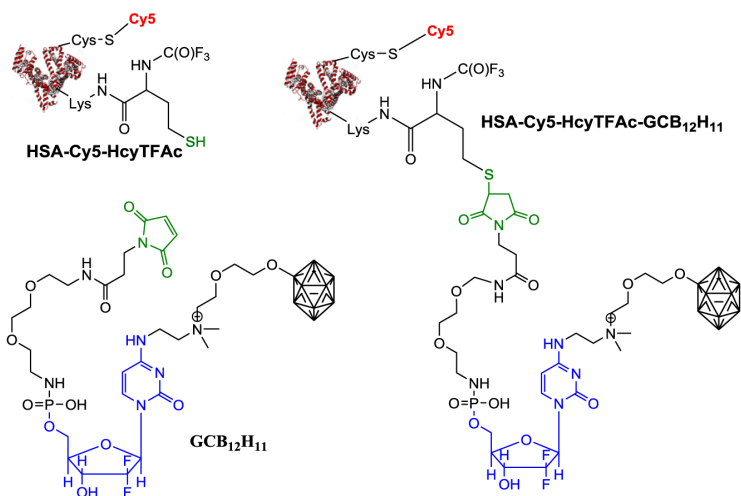
Для некоторых видов рака (глиобластом мозга, анапластических астроцитом и метастаз меланом) комбинирование бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) с другими методами является единственно возможным способом эффективного лечения. Успешность БНЗТ во многом зависит от способности борсодержащих соединений накапливаться в тканях опухоли. В настоящее время в клинической практике используются два борсодержащих препарата: 4-дигидроксиборфенилаланин (ВРА) и меркапто-клозо-додекоборат натрия (BSH). Однако они не обладают высокой селективностью накопления в опухоли, а механизм их накопления до конца не ясен.

Сегодня разрабатываются агенты БНЗТ нового поколения, которые наряду с борсодержащим фрагмент включают адресный фрагмент (опухолеспецифичный белок, липосомы, наночастицы и др). Кроме того, в последние годы для минимизации вредных побочных воздействий на пациента возник новый класс препаратов – тераностиков, обеспечивающих как таргетную доставку терапевтического

препарата в опухоль, так и ее визуализацию. В данной работе впервые предлагается мультимодальный тераностик, который обладает бинарным терапевтическим действием, поскольку является одновременно как агентом БНЗТ, так и химиотерапевтическим средством.

При создании тераностика в качестве носителя был выбран человеческий сывороточный альбумин (ЧСА). Ранее было показано, что ЧСА может быть перспективным носителем лекарственных препаратов [1–2]. Этот белок биосовместим, низкотоксичен и содержит ряд функциональных групп, доступных для конъюгации с низкомолекулярными соединениями, в том числе с противоопухолевыми препаратами. Кроме того, сывороточный альбумин способен связываться со специфическими рецепторами (Gp18, Gp30 и Gp60, SPARC), сверхэкспрессированными в раковых клетках, что помогает таргетно доставлять молекулы, связанные с альбумином, к опухолям. Показано, что конъюгация борсодержащих препаратов с сывороточным альбумином не только продлевает период полувыведения препаратов, но и способствует их накоплению в опухоли [3–4].

В рамках данной работы был осуществлен дизайн конъюгата  $\text{GCB}_{12}\text{H}_{11}$ , позволяющего одностадийно вводить в структуру белка как борсодержащий кластер (*клозо*-додекаборат), так и химиотерапевтическое средство – гемцитабин. Последний считается «золотым стандартом» среди цитостатиков и является первым одобренным FDA препаратом, используемым в качестве монотерапии некоторых видов рака. Дизайн  $\text{GCB}_{12}\text{H}_{11}$  предусматривает программированное высвобождение терапевтической субстанции в раковых клетках за счет расщепляемого в опухолевых клетках линкера. Для селективного ковалентного присоединения к тиольным группам гомоцистеинилированного ЧСА (HSA-Cy5-HcyTFAc) [5] конъюгат  $\text{GCB}_{12}\text{H}_{11}$  также содержит остаток малеимида.



Строение целевого тераностика **HSA-Cy5-HcyTFAc-GCB<sub>12</sub>H<sub>11</sub>** подтверждено физико-химическими методами.

В ходе биологических экспериментов установлено, что **HSA-Cy5-HcyTFAc-GCB<sub>12</sub>H<sub>11</sub>** проявляет дозозависимую цитотоксичность в отношении клеточной линии глиобластомы человека T98G при концентрации белка 0,03–0,06 мМ. Полумаксимальная ингибирующая концентрация (IC<sub>50</sub>) для конъюгата альбумина составляет 0,47 мМ с коэффициентом корреляции R=0,82. Проведены исследования с применением нейтронного облучения. Эксперименты с использованием **HSA-Cy5-HcyTFAc-GCB<sub>12</sub>H<sub>11</sub>** в БНЗТ показывают снижение жизнеспособности опухолевых клеток T98G при облучении эпитепловыми нейтронами с потоком нейтронов  $2,2 \times 10^{12} \text{ см}^{-2}$ . С учетом токсичности конъюгата в отношении раковых клеток без облучения имеет место синергический эффект остатков гемцитабина и клозо-додекабората. Таким образом, конструкция данного типа перспективна для комбинированной терапии. В настоящий момент проводятся биологические испытания нового конъюгата *in vivo* на мышах линии SCID.

### **Библиографический список**

1. Bhushan B. et al. Impact of albumin based approaches in nano-medicine: Imaging, targeting and drug delivery // *Advances in colloid and interface science*. 2017. V. 246. P. 13–39.
2. Young Yhee J. et al. Molecular imaging and targeted drug delivery using albumin-based nanoparticles // *Current pharmaceutical design*. 2015. V. 21. No. 14. P. 1889–1898.
3. Ishii S. et al. Design of S–S bond containing maleimide-conjugated closo-dodecaborate (SSMID): Identification of unique modification sites on albumin and investigation of intracellular uptake // *Organic & Biomolecular Chemistry*. 2019. V. 17, No. 22. P. 5496–5499.
4. Nakamura H. et al. closo-Dodecaborate-conjugated human serum albumins: Preparation and in vivo selective boron delivery to tumor // *Pure and Applied Chemistry*. 2018. V. 90, No. 4. P. 745–753.
5. Popova T. et al. Homocystamide Conjugates of Human Serum Albumin as a Platform to Prepare Bimodal Multidrug Delivery Systems for Boron Neutron Capture Therapy // *Molecules*. 2021. V. 26, No. 21. P. 6537.

## **БИКАРБОНАТНЫЙ БУФЕР – УНИКАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ГОМЕОСТАЗА BICARBONATE BUFFER IS A UNIQUE SYSTEM FOR MAINTAINING HOMEOSTASIS**

**В.К. Саргсян**

Научные руководители: **О.В. Сенкевич, Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**V.K. Sargsyan**

Scientific advisers: **O.V. Senkevich, N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Бикарбонатный буфер, буферная система, механизм действия, кислотно-основное состояние, гомеостаз, компенсаторные реакции немедленного типа.

*Цель данной работы – сформировать современное представление о функционировании бикарбонатной буферной системы и рассмотреть*

*механизм действия в рамках поддержания гомеостаза. В статье анализируются механизмы регуляции кислотно-основного баланса со стороны дыхательной системы.*

Bicarbonate buffer, buffer system, mechanism of action, acid-base state, compensatory reactions of the immediate type.

*The purpose of this work is to form a modern understanding of the functioning of the bicarbonate buffer system and consider the mechanism of action in the framework of maintaining homeostasis. The article analyzes the mechanisms of regulation of acid-base balance on the part of the respiratory system.*

**И**зучение метаболических процессов организма не только формирует представление о поддержании кислотно-основного равновесия в нем, но и открывает возможность для изучения механизмов реакций буферных систем, благодаря которым закисления или защелачивания внутренней среды не происходит.

Буферные (протолитические) системы – системы, предотвращающие значительные сдвиги pH путем взаимодействия буфера как с кислотой, так и с основанием [1]. В жидких средах организма существует множество данных систем, но внимание уделим именно бикарбонатной в связи с ее колоссальной буферной емкостью.

Главное назначение гидрокарбонатного буфера заключается в нейтрализации кислот, тем самым поддерживается постоянство pH организма. Бикарбонатный буфер играет самую большую физиологическую роль в связи с тем, что содержание обоих его компонентов, угольной кислоты ( $H_2CO_3$ ) и бикарбоната ( $NaHCO_3$ ), непосредственно регулируется системами выделения: почки выводят бикарбонат, а легкие – углекислый газ, образующийся при распаде угольной кислоты [2].

По своей природе угольная кислота очень нестойкая и сразу же после своего образования расщепляется на углекислый газ и воду. Реакции образования и последующего быстрого расщепления угольной кислоты в организме настолько совершенны, что им часто не придают особого

значения. Непосредственно измерить концентрацию углекислоты в организме невозможно, но уравнение Гендерсона–Хассельбаха (рис. 1) показывает, что бикарбонатный буфер, несмотря на это, поддерживает нормальное значение рН.

$$pH = pK_a + \lg \frac{C(\text{соли})}{C(\text{кислоты})}$$

$$pH = 14 - pK_b - \lg \frac{C(\text{соли})}{C(\text{основания})}$$

Рис. 1. Уравнение Гендерсона–Хассельбаха в общем виде для расчета рН буферных систем

1. В случае накопления кислот в организме уменьшается количество  $\text{HCO}_3^-$  и избыток углекислого газа удаляется легкими. Однако значение рН остается постоянным, так как увеличивается объем легочной вентиляции, что приводит к уменьшению объема  $\text{CO}_2$  [3].

2. При увеличении щелочности организма концентрация  $\text{HCO}_3^-$  увеличивается и это приводит к замедлению вентиляции легких, поэтому  $\text{CO}_2$  накапливается в организме и буферное соотношение остается неизменным (рис. 2).

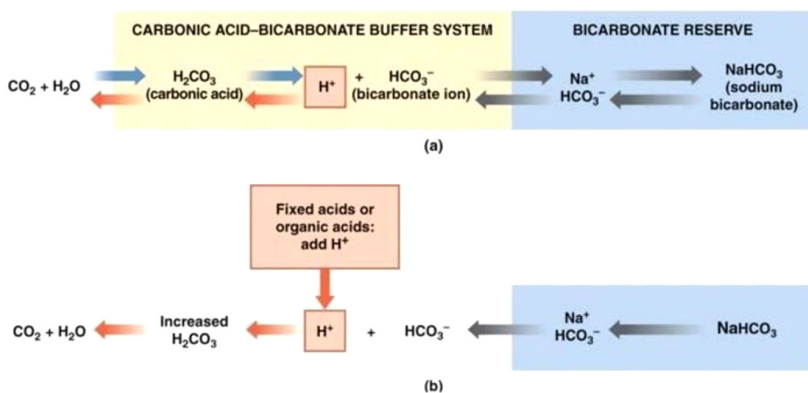


Рис. 2. Схема кислотно-основного баланса

Компенсаторные реакции немедленного типа. Работа бикарбонатного буфера неразрывно связана с дыхательной системой, так как в большей степени она реагирует на изменение рН по принципу отрицательной обратной связи: при отклонении рН в кислую сторону стимулируется дыхательный центр и возникает гипервентиляция, в щелочную сторону – гиповентиляция [4]. Дыхательная компенсация срабатывает при метаболических нарушениях (ацидоз, алкалоз) [5].

Таким образом, в результате различных метаболических процессов в нашем организме постоянно образуются различные кислоты, которые сразу же нейтрализуются буферными системами, среди которых наиболее важной является бикарбонатная. Буферные системы позволяют живому организму противодействовать влиянию внешних факторов, сохранять и поддерживать гомеостаз [6].

#### ***Библиографический список***

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия: учебник. М.: ГЭОТАР Медиа, 2020. 150 с.
2. Халикова С.М., Никитина Ю.Н., Дехтярь Т.Ф. Буферные растворы в организме человека // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. 2. С. 121–125.
3. Quade B.N., Parker M.D., Occhipinti R. The therapeutic importance of acid-base balance // *Biochem. Pharmacol.* 2021. 183:114278.
4. Gillion V., Jadoul M., Devuyst O., Pochet J.M. The patient with metabolic alkalosis. *Acta Clin. Belg.* 2019. 74(1): 34–40.
5. Hopkins E., Sanvictores T., Sharma S. Physiology, Acid Base Balance. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.
6. Kraut J.A., Madias N.E. Re-Evaluation of the Normal Range of Serum Total CO<sub>2</sub> Concentration // *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2018. 13(2): 343–347.



## НЕЙРОХИМИЯ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ NEUROCHEMISTRY OF MIRROR NEURONS

**О.А. Солодовникова**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**O.A. Solodovnikova**

Scientific adviser **N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Зеркальные нейроны, подражание, обучение, аутизм, зеркальная терапия. В статье анализируется влияние зеркальных нейронов на жизнь человека. Описывается влияние зеркальных нейронов на подражание, эмпатию, обучение, аутизм. Представлены методы лечения по принципу зеркальной терапии.

Mirror neurons, imitation, learning, autism, mirror therapy.

*The article analyzes the influence of mirror neurons on human life. The influence of mirror neurons on imitation, empathy, learning, autism is described. The methods of treatment based on the principle of mirror therapy are presented.*

**О**ткрытие зеркальных нейронов считается одним из самых интересных среди последних достижений в нейробиологии и нейрохимии. Авторы статей считают, что их значительное уменьшение является одним из проявлений аутизма [1].

Зеркальные нейроны – нейроны головного мозга, которые возбуждаются как при выполнении определенного действия, так и при наблюдении за выполнением этого действия другим объектом. Первоначально они были обнаружены в покрывчатой части нижней лобной извилины (зоне F5 или поле 44 по Бродману), затем в нижней теменной доле (поле 40) и верхней височной борозде (поля 22 и 38). В настоящее время появляются данные о нахождении зеркальных нейронов и в других отделах головного мозга [2].

С использованием повторяемой транскраниальной магнитной стимуляции (пТМС) было доказано, что зеркальные нейроны играют в подражании ключевую роль. Группа добровольцев подвергалась стимуляции задней части лобной извилины левого полушария (зоны Брока), в то время как они нажимали на кнопки на клавиатуре – либо подражая аналогичному действию другого человека, либо реагируя на указатель в виде луча красного цвета, направленного на клавиатуру и подсказывающего, какую кнопку нажать. Согласно полученным данным, после ТМС испытуемые хуже решали задачу подражания, тогда как успешность решения зрительно-двигательной задачи не снижалась [3].

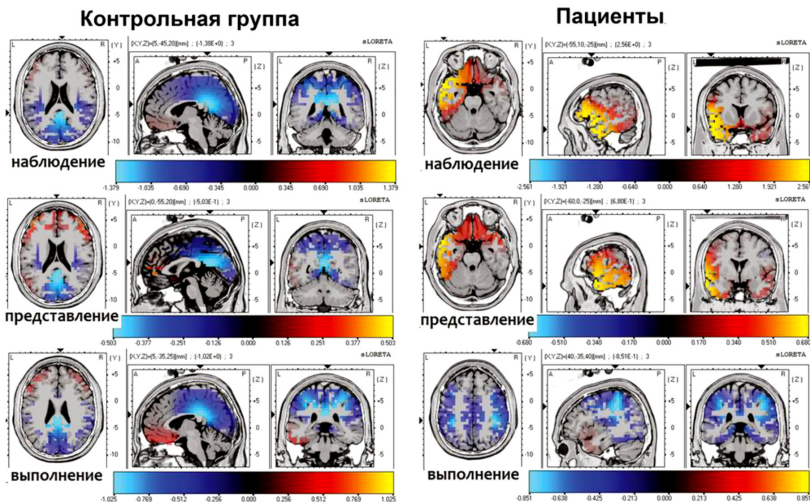
Согласно гипотезе Марко Якобони, механизм подражания и эмпатии строится по такому принципу: импульсы от сенсорных отделов коры больших полушарий приходят в верхнюю височную борозду, а затем – в задние теменные отделы в качестве соматосенсорной информации, необходимой для подражания. Из задних теменных отделов они поступают в нижнюю лобную извилину, где кодируется цель действия, совершенного другим индивидуумом, затем импульсы приходят вновь в верхнюю височную борозду, где сравниваются полученное ранее описание действия другого индивидуума и сенсорные последствия акта подражания. При их совпадении имеет место подражание [2].

Зеркальные нейроны кодируют конкретные представления действия, т.е. активируются так, как они бы активировались, если бы действовал сам наблюдатель. Это дает наблюдателю возможность воспроизводить наблюдаемое действие имплицитно (в своем мозге), задействуя свои собственные двигательные программы – с тем, чтобы в дальнейшем быть готовым к актуальному воспроизведению. Это называют имплицитным обучением. Вследствие этого наблюдатель может в дальнейшем производить действие с ловкостью и точностью. Это происходит за счет процесса

ассоциативного обучения. Чем чаще активируется синаптическая связь, тем сильнее она становится [4].

На рисунке представлены области активации на срезах мозга. Можно видеть, что у здоровых во всех трех задачах схожие картины распределения – положительные области активации в лобной доле (поля 10, 11) и височной доле (поля 38, 21) и отрицательные области активации в лимбической системе (поля 31, 23, 30, 40).

У пациентов можно наблюдать ярко-выраженную асимметрию. В сравнении «наблюдение-фон» и «представление-фон» максимальная активация систем, задействованных в задачах, происходит в левой височной доле в нижней и средней височных извилинах, полях Бродмана 38 и 21 и намного меньше в лобной доле в нижней, средней и верхней лобных извилинах в полях Бродмана 10, 11, 47. В последней задаче «выполнение» интенсивность положительной активации намного меньше [5].



*Рис. Области активации у контрольной группы и группы пациентов с РАС при наблюдении, представлении и выполнении моторной задачи*

С помощью зеркальной обратной связи создаются условия несоответствия между сигналами проприоцептивной и зрительной сенсорных систем. Особенность человеческого восприятия состоит в том, что зрительная информация важнее, нежели проприоцепция и тактильная чувствительность. Таким образом, используя наиболее важную для мозга визуальную связь, удается соединить посылаемый эфферентный стимул с положительным зрительным подкреплением («конечность двигается», «конечность двигается без боли», «прикосновение к конечности не вызывает боли») [6]. Данную особенность можно использовать в терапии некоторых заболеваний (травмы головного мозга, инсульты, потенциально аутизм) у человека.

#### ***Библиографический список***

1. Зайцева Ю.С. Зеркальные клетки и социальная когнициия в норме и при шизофрении // Социальная и клиническая психиатрия. 2013. 23(2): 96–105.
2. Косоногов В. Зеркальные нейроны: краткий научный обзор. Ростов-на-Дону, 2009. 24 с.
3. Риццолатти Д., Синигалья К. Зеркала в мозге: О механизмах совместного действия и сопереживания / пер. с англ. О.А. Кураковой, М.В. Фаликман. М.: Языки славянских культур, 2012. 208 с.
4. Бушов Ю.В., Светлик М.В. Зеркальные нейроны и их функции: учеб. пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. 94 с.
5. Лебедева Н.Н., Каримова Е.Д., Буркитбаев С.Е., Мальцев В.Ю., Гехт А.Б. Особенности функционирования системы зеркальных нейронов у больных с аффективными расстройствами // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. 118(9): 48–52.
6. Назарова М.А., Пирадов М.А. Зеркальная терапия в нейрореабилитации // РМЖ. 2014. 22: 1563.

**ИЗМЕНЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ  
ПОСЛЕ COVID-19**  
CHANGES IN THE BRAIN AFTER COVID-19

**Д.В. Фадеева**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**D.V. Fadeeva**

Scientific adviser **N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

SARS-CoV-2, головной мозг, ACE-2, AT1-рецептор, «цитокиновый шторм», ГЭБ, окислительный стресс.

*В статье приведены изменения, вызванные SARS-CoV-2 в головном мозге, и рассмотрен механизм их возникновения. Обозначены пути проникновения вируса в головной мозг. Отмечена роль ACE-2 и AT1-рецептора в патогенезе. Анализируется механизм развития цитокинового шторма и его роль в изменении проницаемости ГЭБ. Раскрываются факторы повреждения эндотелия сосудов.*

SARS-CoV-2, brain, ACE-2, AT1-receptor, cytokine storm, BBB, oxidative stress.

*The article presents changes caused by SARS-CoV-2 in the brain, and the mechanism of their occurrence is considered. The ways of virus penetration into the brain are indicated. The role of ACE-2 and AT1-receptor in pathogenesis was noted. The mechanism of cytokine storm development and its role in the change of BBB permeability are analyzed. The factors of vascular endothelial damage are revealed.*

**М**ногие из тех, кто переболел COVID-19, испытывают частую головную боль, жалуются на снижение когнитивных функций, нарушение сна и быструю утомляемость. Все это может свидетельствовать о вызванных COVID-19 нарушениях в головном мозге. Цель данного теоретического исследования – изучение вызванных SARS-CoV-2 изменений в головном мозге и механизма их развития.

Вирус SARS-CoV-2, попадая в дыхательные пути, может транс- или парацеллюлярным способами попасть в подлежащую соединительную ткань, а дальше в кровеносные сосуды и с током крови добраться до головного мозга [1]. Помимо гематогенного, существует нейрогенный путь [1; 2]. Вирус связывается с ангиотензин-превращающим ферментом (ACE-2) на отростках нервных клеток и ретроградно транспортируется до тела нейрона, а дальше через синапсы добирается и до головного мозга. Основное значение приобретает при этом инфицирование блуждающего и обонятельного нервов [2]. Однако роль последнего неоднозначна. Существует мнение, что рецепторные клетки обонятельного анализатора не имеют ACE-2 [3].

Проникновение вируса в клетку возможно благодаря спайковому белку S1 вируса, который связывается с ACE-2 и активирует рядом расположенную сериновую протеазу TMPRSS2, которая осуществляет проникновение вируса в клетку [4]. Кроме того, вирус, возможно, активирует расположенную рядом с рецептором металлопротеиназу ADAM17, которая переводит мембраносвязанную форму ACE-2 в растворимую, нарушая превращение ангиотензина 2 [4]. ACE-2 широко экспрессируется в организме человека: эндотелием сосудов всех органов, эпителием дыхательных путей, легких, кишечника, а также, что важно, нейронами, астроцитами, микроглией и олигодендроцитами [1; 5]. Особенно повышено его содержание в стволе мозга, где расположены многие важные нервные центры, в связи с чем могут возникать расстройства сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем [6]. Данный рецептор является элементом ренин-ангиотензиновой системы, в которой главная его роль – превращение ангиотензина 2 в ангиотензин 1-7, что устраняет эффекты первого [4]. Вирус блокирует ACE-2, в результате чего ангиотензин 2 связывается АТ1-рецептором, что запускает воспалительную реакцию: активацию MAP-киназного

каскада, протеинкиназы С и транскрипционного фактора NFκB, синтез провоспалительных цитокинов и молекул адгезии [7]. Активируется НАДФН-оксидаза, в клетке повышается количество активных форм кислорода (АФК), что способно привести к окислительному стрессу [7]. Повреждение эндотелия сосудов головного мозга обеспечивает прокоагулянтное состояние, нарушение сосудистого тонуса и отеки [8].

При инфицировании SARS-CoV-2 наибольшее значение приобретает «цитокиновый шторм» в результате взаимодействия вируса с Toll-рецептором моноцитов и макрофагов и с ACE-2, а также за счет взаимодействия ангиотензина 2 с AT1R. В головном мозге цитокины активируют микроглию, которая способствует повышению уровня цитокинов, активации семейства матриксных металлопротеиназ [9]. Они же заставляют эндотелий сосудов головного мозга индуцировать хемокины, молекулы адгезии ICAM1, VCAM1, E-selectin и провоспалительные цитокины [7]. Повышается проницаемость гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), что дает возможность мигрировать в нервную ткань лейкоцитам, которые могут быть инфицированы вирусом [9].

Вышеуказанные механизмы развития инфекции объясняют найденные в ходе морфологических исследований изменения в головном мозге [2; 5]. Были обнаружены перикапиллярные и перицеллюлярные отеки, диапедезные кровоизлияния, разрыхление базальной мембраны, что свидетельствует о воспалительной реакции. Отмечены дегенеративные изменения нейронов, набухание эндотелия, которые могут быть следствием как прямого действия вируса, так и воспалительной реакции. Обнаружен сателлитоз и нейронофагия. Такие изменения могут объяснить следующие возможные осложнения COVID-19: заднюю обратимую лейкоэнцефалопатию, кровоизлияния, ишемический инсульт, энцефалопатию, острую лейкоэнцефалопатию, многоочаговые поражения супра- и субтенториального вещества [1].

Таким образом, SARS-CoV-2 способен влиять на функционирование головного мозга через прямое инфицирование и гиперактивацию иммунной системы. При этом второе приобретает наибольшее значение, так как «цитокиновый шторм» приводит к изменению ГЭБ, повреждению эндотелия, что сопровождается отеками, кровоизлияниями, тромбозами. Создается неблагоприятная среда для работы нервных клеток и условия для их инфицирования, что приводит к их дегенерации.

### ***Библиографический список***

1. Трофимова Т.Н., Андропова П.Л., Савинцева Ж.И., Беляков Н.А. Нейрорадиология в острой фазе коронавирусной инфекции – COVID-19 // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. 2021. 13(2): 20–32.
2. Бабкина А.С., Голубев А.М., Острова И.В. и др. Морфологические изменения головного мозга при COVID-19 // General reanimatology. 2021. 17(2): 4–15.
3. Doty R.L. Olfactory dysfunction in COVID-19: pathology and long-term implications for brain health // Trends in Molecular Medicine. 2022. 28(9): 781–794.
4. Викулова О.К., Зураева З.Т., Никанкина Л.В., Шестакова М.В. Роль ренин-ангиотензиновой системы и ангиотензинпревращающего фермента 2 типа в развитии и течении вирусной инфекции COVID-19 у пациентов с сахарным диабетом // Сахарный диабет. 2020. 23(3): 242–249.
5. Белоцерковская Ю.Г., Романовских А.Г., Смирнов И.П., Синопальников А.И. Долгий COVID-19 // Consilium Medicum. 2021. 23(3): 261–268.
6. Цинзерлинг В.А., Вашукова М.А., Васильева М.В. и др. Вопросы патоморфогенеза новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Журнал инфектологии. 2020. 12(2): 5–11.
7. Черняк Б.В., Попова Е.Н., Приходько А.С. и др. COVID-19 и окислительный стресс // Биохимия. 2020. 85(12): 1816–1828.
8. Varga Z., Flammer A.J., Steiger P. et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19 // The Lancet. 2020. 395(10234): 1417–1418.



9. Najjar S., Najjar A., Chong D.J. et al. Central nervous system complications associated with SARS-CoV-2 infection: integrative concepts of pathophysiology and case reports // Journal of neuroinflammation. 2020. 17(1): 231.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ  
ГИПОТИРЕОЗА У ДЕТЕЙ  
MOLECULAR MECHANISMS  
OF HYPOTHYROIDISM IN CHILDREN**

**Д.А. Феоктистова**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**

*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**D.A. Feoktistova**

Scientific advisor **N.A. Malinovskaya**

*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*

*Medical University, Krasnoyarsk*

Врожденный гипотиреоз, молекулярные механизмы, генетические механизмы, ТТГ, гипоталамо-гипофизарная система.

*Цель: провести анализ научной литературы по молекулярным причинам развития гипотиреоза у детей. В качестве методов были использованы статьи по молекулярной и генетической эндокринологии. Приведены результаты изученного материала.*

Congenital hypothyroidism, molecular mechanisms, genetic mechanisms, TSH, hypothalamic-pituitary system.

*Objective: to analyze the scientific literature on the molecular causes of hypothyroidism in children. Articles on molecular and genetic endocrinology were used as methods. The results of the studied material are presented.*

Существует несколько форм гипотиреоза у детей. По уровню нарушения различают: первичный (щитовидная железа), вторичный (гипофиз), третичный (гипоталамус) [1]. Рассмотрим причины и механизмы, которые приводят к развитию данной патологии (рисунок).

Происхождение гипотиреоза можно в целом классифицировать как недостаточность нормального развития щитовидной железы (дисгенезия) или неспособность структурно нормальной щитовидной железы производить адекватное количество гормонов (дисгормоногенез) [2]. Дисгенезия щитовидной железы, которая охватывает спектр агенезии, гипоплазии и эктопии щитовидной железы, является наиболее частым фактором. Известны генетические причины дисгенезии, которые дают важное представление об основе онтогенеза [2]. Рецептор тиреотропного гормона (TSHR) и факторы транскрипции PAX8, NKX2-1, FOXE1, экспрессируются в развивающейся щитовидной железе. Нарушение любого из этих генов может привести к нарушению нормального развития органа [2,3]. Ген NKX2-1 начинает экспрессироваться на 32-й день гестации в зачатке щитовидной железы, переднем мозге. В тироцитах NKX2-1 регулирует экспрессию генов тиреоглобулина (TG), тиреопероксидазы (TPO), рецептора ТТГ (TSHR). Активацией транскрипции TG и TPO синергично управляют гены NKX2-1 и PAX8 [3].



Рис. 1. Причины, приводящие к развитию гипотиреоза у детей

Дисгормоногенез часто обусловлен генетическим дефектом в каком-либо элементе синтеза гормонов железы.

Мутации, приводящие к развитию гипотиреоза у детей:

1) Тиреоглобулина, запасаемого в коллоиде фолликулов щитовидной железы. Это гликопротеин, который нужен для дальнейшего синтеза тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3) [4].

2) Гена ТРО, отвечающего за кодирование фермента тиреопероксидазы, представляющего оксидоредуктазу, которая катализирует первый этап биосинтеза гормонов из протеиногенной аминокислоты тирозина [5]. Пероксидаза окисляет ионы йода с образованием атомов для добавления к остаткам тирозина на тиреоглобулине для производства Т4 или Т3 [5].

3) «Двойной» оксидазы 2 и ее вспомогательного белка DUOXA2, отвечающих за образование пероксида водорода, который используется пероксидазой щитовидной железы для органификации йода [6].

4) Фермента йодтирозин дейодиназы, который поглощает йодид, необходимый для повторного синтеза гормонов щитовидной железы [7].

Существует еще одна, но реже встречающаяся форма, центральный гипотиреоз. Он возникает из-за нарушения гипоталамо-гипофизарной системы, что приводит к недостаточной стимуляции тиреотропного гормона (ТТГ). Продукция ТТГ производится тиреотрофами, они локализуются в переднемедиальной области аденогипофиза, которые индуцируют ТТГ-релизинг-гормон [8]. Это полипептид, синтезируемый из пре-про-ТРГ, главным образом в паравентрикулярных ядрах гипоталамуса. Нарушение принципа отрицательной обратной связи происходит по ряду причин: 1) Врожденный дефицит пропротеинконвертазы 1/3 (PC1/3) – эндопротеазы, которая индуцирует многие прогормоны, экспрессируемые в эндокринных и нейрональных клетках; 2) Септооптическая дисплазия (синдром де Морсье) – нарушение раннего развития головного мозга, сопровождающееся

аномальным формированием структур вдоль средней линии мозга и гипоплазией гипофиза. 3) Голопрозэнцефалия – порок развития головного мозга, обусловленный неполным разделением эмбрионального переднего мозга во время раннего развития плода (аномальным развитием гипоталамуса и гипофиза) [8].

Таким образом, от знания формы гипотиреоза у детей и от молекулярных основ его развития у конкретного ребенка зависит лечебная тактика врача, а от выбранной тактики напрямую зависит эффективность терапии маленького пациента.

#### ***Библиографический список***

1. Кошербеков Е.Т., Мукатаева М.Е. Врожденный гипотиреоз у детей (краткий обзор литературы и анализ клинического случая) // Молодой ученый. 2016. 23(127): 151–154.
2. Cherella С.Е., Wassner, А.Ј. Congenital hypothyroidism: insights into pathogenesis and treatment // Int. J. Pediatr. Endocrinol. 2017. 2017: 11.
3. Макрецкая Н.А., Калинин Н.Ю., Васильев Е.В. и др. Клинический случай врожденного гипотиреоза, обусловленного дефектом гена NKX2-1 // Проблемы эндокринологии. 2016. 62(3): 21–24.
4. Heshmati Н.М., Fatourechi V. ODP529 Update on the Prevalence and Pathogenesis of Central Hypothyroidism // J. Endocr. Soc. 2022. 6(Suppl. 1): A787–A 788.
5. Ruf J., Carayon P. Structural and functional aspects of thyroid peroxidase // Arch Biochem Biophys. 2006. 445(2): 269–277.
6. Cortes J.M.R., Zeron H.M. Genetics of Thyroid Disorders // Folia Med (Plovdiv). 2019. 61(2): 172–179.
7. Querido A., Stanbury J.B., Kassenar A.A., Meyer J.U. The metabolism of iodotyrosines. III. Di-iodotyrosine deshalogenating activity of human thyroid tissue // J. Clin. Endocrinol. Metab. 1956. 16(8): 1096–1101.
8. Benvenga S., Klose M., Vita R., Ulla Feldt-Rasmussen U. Less known aspects of central hypothyroidism: Part 2 – Congenital etiologies // J. Clin. Transl. Endocrinol. 2018. 14: 5–11.

**ГОРМОНЫ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ  
И НАСТРОЕНИЕ:  
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЙОДТИРОНИНАМИ  
И ГОРМОНАМИ НАСТРОЕНИЯ  
THYROID HORMONES AND MOOD:  
THE RELATIONSHIP BETWEEN IODOTHYRONINES  
AND MOOD HORMONES**

**Н.Ю. Цыряпкина**

Научный руководитель **Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**N.Yu. Tsyryapkina**

Scientific adviser **N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система, дофамин, серотонин, настроение, йодтиронины, гипотиреоз, гипертиреоз.

*Цель теоретического исследования: проведение анализа современных литературных данных о взаимосвязи йодсодержащих тиреоидных гормонов (ТГ) и гормонов настроения.*

Hypothalamic-pituitary-thyroid system, dopamine, serotonin, mood, iodothyronines, hypothyroidism, hyperthyroidism.

*The purpose of the theoretical study: to analyze modern literature data on the relationship of iodine-containing thyroid hormones (TG) and mood hormones.*

**Н**а протяжении многих лет остается актуальной проблема взаимоотношений нервной и эндокринной систем. Щитовидная железа является одной из важнейших желез внутренней секреции, в регуляции которой ведущее значение имеет гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система, включающая тиреотропин-релизинг гормон (ТРГ), синтезируемый гипоталамусом, тиреотропный гормон гипофиза (ТТГ) и гормоны щитовидной железы – тироксин (Т4) и трийод-

тиронин (Т<sub>3</sub>). Нарушения функции данных гормонов вызывают различные нарушения в организме, в том числе сбои в работе центральной нервной системы, что и приводит к резким перепадам настроения. Следует отметить, что функция гипоталамо-гипофизарно-тиреоидальной оси связана с рядом психических отклонений, таких как депрессия и тревога. Депрессия чаще встречается при гипотиреозе, в то время как тревога более распространена при гипертиреозе [1].

Установлено, что нейромедиаторы, такие как серотонин, адреналин (эпинефрин), норадреналин (норэпинефрин), дофамин (допамин), ацетилхолин и гистамин, модифицируют тиреоидную продукцию как на уровне щитовидной железы, так и через гипоталамо-гипофизарные механизмы, изменяя процессы синтеза и секреции тиреоидных гормонов, органификацию йода, тиреоидный кровоток, пролиферативную активность щитовидной железы, тканевое деиодирование тиреоидных гормонов [4].

Серотонин (5-гидрокситриптамин, 5-НТ) является биогенным амином и выступает в роли медиатора нервной системы. В опытах на изолированных тироцитах показано, что присутствие серотонина в инкубационной среде оказывает ТТГ-подобное прямое стимулирующее действие на тироциты, которые синтезируют Т<sub>4</sub> и Т<sub>3</sub>. Участие серотонина в стимуляции синтеза и секреции тиреоидных гормонов было подтверждено *in vivo* в условиях ингибирования секреции ТТГ с одновременной провокацией выброса серотонина в строму железы из тканевых базофилов. Результаты исследования позволили заключить, что серотонин повышает чувствительность тироцитов к ТТГ, стимулирует их пролиферацию через гуанилатциклазные механизмы и изменяет активность 5-дейодиназы II типа. Это селенсодержащий белок, катализирующий превращение Т<sub>4</sub> в Т<sub>3</sub>, и обеспечивающий постоянную концентрацию внутриклеточного Т<sub>3</sub> [2; 3; 5–9].

Так, установлено, что при гипертиреозе содержание серотонина в тканях головного мозга увеличивается, сопровождаясь раздражительностью, тревогой, паническими атаками, а при гипотиреозе – снижается, тем самым отмечается подавленное настроение, необъяснимая тоска, эмоциональная вялость, апатия, безынициативность, плаксивость, психическая и моторная заторможенность [4; 9].

Дофамин ингибирует ТТГ-зависимую секрецию ТГ, активируя  $\beta$ -адрено- и дофаминовые рецепторы тироцитов, стимулирует органификацию йода. При гипертиреозе происходит снижение концентрации дофамина в переднем и среднем гипоталамусе, а также в преоптической области. Описанные колебания гипоталамической концентрации дофамина позволяют предположить его ведущую роль в регуляции тиреотропной функции гипофиза. Синтез ТТГ находится в прямой зависимости от активности тиреотропин-рилизинг-гормона, запускающего транскрипцию гена  $\beta$ -субъединицы ТТГ, а дофамин лимитирует скорость этого процесса. Гипотиреоз же приводит к повышению чувствительности и концентрации дофаминовых рецепторов и в то же время ускоряет образование дофамина в надпочечниках. Тиреотропин-рилизинг-гормон повышает выброс дофамина из нервных окончаний. Одним из эффектов ТТГ на тиреоидные клетки является запуск образования тучных клеток и активация выпуска из них дофамина, который оказывает паракринное действие на тиреоциты благодаря наличию на их поверхности  $\alpha$ -адренергических рецепторов, тем самым напрямую запуская синтез йодтиронинов [3–8].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что гипоталамо-гипофизарно-тиреоидальная система тесно связана с гормонами настроения, в частности, с такими как дофамин и серотонин. Последние играют немаловажную роль в регуляции и поддержании нормального функционирования

гормонов щитовидной железы, но их выработка изменяется при заболеваниях щитовидной железы (как при гипотиреозе, так и при гипертиреозе).

***Библиографический список***

1. Gorkhali B., Sharma S., Amatya M. et al. Anxiety and Depression among Patients with Thyroid Function Disorders // J. Nepal. Health. Res. Counc. 2020. 18(3): 373–378.
2. Каркусова М.Д. Биологические эффекты серотонина (обзорная статья) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. 16(6): 133–139.
3. Молодовская И.Н. Дофаминергическая система и ее взаимосвязь с гипоталамо-гипофизарно-гонадной и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системами // Сибирский научный медицинский журнал. 2020. 40(6): 34–43.
4. Бизунок Т.А. Роль нейромедиаторов в регуляции функции щитовидной железы // Медицинский журнал. 2006. 2: 10–12.
5. Matt S.M., Gaskill P.J. Where is dopamine and how do immune cells see it? : dopamine-mediated immune cell function in health and disease // J. Neuroimmune Pharmacol. 2020. 15: 114–164.
6. Ben-Shlomo A., Liu N.A., Melmed S. Somatostatin and dopamine receptor regulation of pituitary somatotroph adenomas // Pituitary. 2017. 20(1): 93–99.
7. Hernández-Hernández O.T., Martínez-Mota L., Herrera-Pérez J.J. Role of estradiol in the expression of genes involved in serotonin neurotransmission: implications for female depression // Curr. Neuropharmacol. 2019. 17(5): 459–471.
8. Duval F., Mokrani M.C., Danila V. et al. Dopamine Function and Hypothalamic-Pituitary-Thyroid Axis Activity in Major Depressed Patients with Suicidal Behavior. // Brain Sci. 2022. 12(5): 621.
9. Masih J., Belschak F., Verbeke J.M.I.W. Mood configurations and their relationship to immune system responses: Exploring the relationship between moods, immune system responses, thyroid hormones, and social support // PLoS One. 2019. 14(5): e0216232.



---

## III СЕКЦИЯ. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

### СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ ОБ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВАХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК SYSTEMATIZATION OF KNOWLEDGE ABOUT THE NEGATIVE PROPERTIES OF CARBON NANOTUBES

**А.А. Асаёнок, М.С. Сутягина**  
Научный руководитель **А.А. Асаёнок**  
*МБОУ СОШ № 95, г. Екатеринбург*

**A.A. Asayonok, M.S. Sutyagina**  
Scientific adviser **A.A. Asayonok**  
*MBEI SES № 95, Ekaterinburg*

Углеродные нанотрубки, нанотехнологии, новые материалы, токсичность, медицина, фармацевтика, химия.

*В статье рассматривается и систематизируется информация об углеродных нанотрубках, областях их применения и свойствах. Основная проблематика, которая способствовала формулированию темы исследования, заключается в отсутствии упорядоченной и систематизированной информации об углеродных нанотрубках, что затрудняет их использование.*

Carbon nanotubes, nanotechnology, new materials, toxicity, medicine, pharmaceuticals, chemistry.

*The article discusses and systematizes information about carbon nanotubes, their applications and properties. The main problem that contributed to the formulation of the research topic is the lack of ordered and systematized information about carbon nanotubes, which makes it difficult to use them.*

**Н**аноматериалы в наше время имеют широкое применение, а их разновидности – многочисленны. Среди других наноматериалов углеродные нанотрубки интересуют большинство ученых, если судить по статистике: на том же сайте elibrary.ru по теме УНТ прикреплено около 21-й тысячи статей.

В ходе изучения свойств углеродных нанотрубок стало известно об их возможном негативном воздействии на организм человека. Вследствие этого была поставлена следующая цель: выявить отрицательные свойства углеродных нанотрубок и систематизировать информацию о них.

Углеродные нанотрубки – молекулярные соединения, принадлежащие к классу аллотропных модификаций углерода. Они представляют собой протяженные цилиндрические структуры, состоящие из свернутых в однослойную (ОСНТ) или многослойную (МСНТ) трубку графитовых слоев [2]. Расстояние между соседними графеновыми слоями составляет 0,34 нанометров, как в обычном графите.

Данные об отрицательных свойствах УНТ были сведены в единую таблицу.

*Таблица*

**Отрицательные свойства УНТ**

Отрицательное свойство	Описание свойства ОСУНТ	Описание свойства МСУНТ
1	2	3
Биоперсистентность	Биоперсистентность зависит от количества слоев, размеров, формы частиц и условий окружающей среды. Время разложения может варьироваться от нескольких дней до нескольких месяцев [3]	
Генотоксичность	Для изучения генотоксичности ОСУНТ в статье [4] применяли методы «комет ДНК» и микроядер	Генотоксичность МСУНТ в отношении линии клеток фибробластов кожи человека (NHDF) проявлялась в дозах: 40, 200 и 400 мкг/мл [6]

Продолжение табл.

1	2	3
	<p>В качестве тестовых объектов использовали фибробласты легкого мыши и <i>Salmonella spp.</i> Повреждение ДНК клеток животных вызывалось нанотрубками в концентрации 0,096 мг/мл, в то время как какой-либо их генотоксичности для микроорганизма в данном тесте выявлено не было</p>	<p>Наблюдалось повреждение ДНК, сопровождавшееся апоптозом клеток. Способность МСУНТ нарушать процесс митоза была изучена в работе [7] <i>in vitro</i> на культуре эпителиальных клеток легкого человека. Наблюдала деформацию веретена деления и блокаду клеточного цикла на G1/S стадии. Проведенное в работе изучение на данной модели зависимости доза–эффект показало низкую генотоксичность МСУНТ (IV класс опасности)</p>
Эмбриотоксичность	<p>При внутривенном введении функционализированных ОСУНТ беременным мышам в дозе 30 мкг наблюдалось нарушение структуры плаценты. В эмбрионах ОСУНТ не было обнаружено [1]</p>	<p>Сравнение эмбриотоксичности различных УНТ, проведенное в работе [5; 7], показало, что при прочих равных условиях МСУНТ при внутривенном введении оказываются более эмбриотоксичными по сравнению с ОСУНТ</p>
Аллергенность	<p>ОСУНТ могут усиливать тяжесть аллергической реакции (на модели аллергической астмы у крыс, вызванной сенсibilизацией овальбумином) [4–7]</p>	<p>МСУНТ могут усиливать развитие аллергических реакций. При определенных условиях они имеют большое значение в развитии фиброза легочной ткани [4–7]</p>

Продолжение табл.

1	2	3
Иммунотоксичность	Попадая в мозг, ОСУНТ могут взаимодействовать с нейронами и глиальными клетками, что приводит к окислительному стрессу, воспалению и гибели клеток. Они также могут нарушать гематоэнцефалический барьер, который является защитным барьером, регулирующим обмен веществ между кровью и мозгом [4–7]	В экспериментах <i>in vitro</i> на нейронах дорзального корневого ганглия (DRG) мыши было показано [4–7], что МСУНТ длиной 10–20 мкм и диаметром 25 нм в концентрации 10 мкг/мл вызывали нарушение регенеративных процессов нервной ткани, хотя и не влияли на выживаемость отдельных клеток и апоптоз
Нейротоксичность	Под воздействием МСУНТ и ОСУНТ выявлено [4–7] снижение выживаемости нейроноподобных клеток РС12 и инициация апоптоза	
Кардиотоксичность	Кардиотоксичность ОСУНТ может быть выражена в изменении функции сердечной мышцы, например, в ухудшении сократительной способности и нарушении ритма сердца [4–7]	Кардиотоксическое действие МСУНТ выражается в торможении реполяризации мембран и развитии брадиаритмии [4–7]
Канцерогенность	Продолжительное воздействие ОСУНТ на мезотелиальные клетки человека, согласно [4–7], вызывало злокачественную трансформацию с усилением пролиферации и инвазивности клеток	В 2-летнем эксперименте на 500 крысах Wistar была изучена в сравнительном аспекте канцерогенность МСУНТ и волокон асбеста, вводимых внутривентриально. Выявлено развитие злокачественных мезотелиом, морфологически сходных для действия МСУНТ и асбеста. Наибольшей канцерогенностью обладали относительно короткие и распрямленные МСУНТ;

Окончание табл.

1	2	3
		более длинные, спутанные в плотные клубки, также вызывали развитие опухолей, но при более высоких дозах и временах наблюдения
Цитотоксичность	Тесты на цитотоксичность показали потерю жизнеспособности в зависимости от концентрации и времени после воздействия на клетки ОСУНТ. Результаты этого исследования показали, что чистые ОСУНТ не снижали жизнеспособность клеток вплоть до концентрации 100 мкг/мл в клетках А549. Однако при 200 мкг/мл ОСУНТ вызывали умеренную цитотоксичность	

В дальнейших исследованиях планируется расширить список отрицательных свойств УНТ, пересмотреть области науки и выявить те, в которых отрицательные свойства УНТ будут иметь значение положительных, и их суть сместится с темы отрицательного воздействия на живой организм на тему защиты и борьбы с тем, что вредит человеку.

#### ***Библиографический список***

1. Гмошинский И.В., Шипелин В.А., Хотимченко С.А., Никитюк Д.Б. Токсичность углеродных нанотрубок: специальные и отдаленные эффекты воздействия, сценарии экспозиции, оценка риска (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2017. № 8. С. 87–93.
2. Постнов В.Н., Королев Д.В., Галагудза М.М., Постнов Д.В. Наносенсоры в биологии и медицине: принципы работы и перспективы применения // Биотехносфера / под ред. В.В. Лучинина. СПб.: Политехника. 2013. № 2. С. 45–55.
3. Fujita K., Obara S., Maru J.. Pulmonary toxicity, cytotoxicity and genotoxicity of submicron diameter carbon fibers with different diameters // Toxicology, Volume 466, 30 January 2022. P. 153063.

4. Kisin E.R., Murray A.R., Keane M.J., Shi X.C., Schwegler-Berry D., Gorelik O. et al. Single walled carbon nanotubes: geno- and cytotoxic effects in lung fibroblast V79 cells // J. Toxicol. Environ. Health A. 2007. 70 (24): 2071–9.
5. Huang X., Zhang F., Sun X., Choi K.Y., Niu G., Zhang G. et al. The genotype-dependent influence of functionalized multiwalled carbon nanotubes on fetal development // Biomaterials. 2014. 35 (2). P. 856–65.
6. Patlolla A., Knighten B., Tchounwou P. Multi-walled carbon nanotubes induce cytotoxicity, genotoxicity and apoptosis in normal human dermal fibroblast cells // Ethn. Dis. 2010. 20 (1 Suppl. 1). 65–72.
7. Siegrist K.J., Reynolds S.H., Kashon M.L., Lowry D.T., Dong C., Hubbs A.F. et al. Genotoxicity of multi-walled carbon nanotubes at occupationally relevant doses // Part. Fibre Toxicol. 2014. 11. P. 6.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА  
ПО ХИМИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ  
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
УЧРЕЖДЕНИЙ**

**ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS  
IN CHEMISTRY USING DIGITAL EDUCATIONAL  
RESOURCES FOR SCHOOLCHILDREN  
IN GENERAL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS**

**Т.К. Багавиева, Г.С. Качалова**

Научный руководитель **Г.С. Качалова**  
*ФГБОУ ВО «НГПУ», г. Новосибирск*

**T.K. Bagavieva, G.S. Kachalova**

Scientific adviser **G.S. Kachalova**

*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk*

Образование, мотивация, учащиеся, урок, углерод, электронные ресурсы.  
*В данной работе представлена организация образовательного процесса в 9 классе на уроке химии с применением цифровых образовательных ресурсов LearningApps и Учи.ру.*

Education, motivation, students, lesson, carbon, electronic resources.

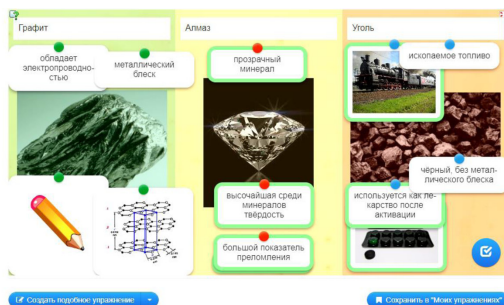
*This paper presents the organization of the educational process in the 9th grade at a chemistry lesson using digital educational resources LearningApps and Uchi.ru.*

Основными формами организации химического образования являются урок, внеурочная работа и факультативные занятия. Несмотря на разнообразие традиционных и нетрадиционных конкретных организационных форм, все они объединяются двумя важнейшими компонентами – преподаванием (деятельностью учителя) и учением (деятельностью учащихся). Соответственно, под организацией учебной деятельности следует понимать «процесс упорядочения и приведения в систему учебной деятельности (деятельности учащихся) в соответствии с заданной целью и содержанием обучения» [1].

В настоящее время в российском образовании возросла роль информатизации, что является отражением вхождения человечества в целом в эпоху глобализации информационных процессов: повсеместно используются Интернет, мобильная связь, цифровые технологии.

Для развития познавательной активности и мотивирования учащихся на уроках химии весьма актуально использование образовательных онлайн-сервисов. Например, рассматривая на уроках химии в 9 классе материал по углероду и его соединениям, можно использовать ресурсы бесплатного и русифицированного онлайн-сервиса LearningApps [2], который позволяет создавать и применять интерактивные упражнения для закрепления и проверки знаний. Например, после изучения вопроса «Аллотропные модификации углерода» можно воспользоваться материалом образовательной платформы LearningApps и выполнить задание, закрепив знания о графите, алмазе и карбине (рис. 1). Учителю необходимо просто открыть

приложение с помощью любого браузера и ввести в поисковую строку нужную тему.



#### Об этом упражнении

Оцените это упражнение:

(0)

Установлено (Имя):

Svetlana Koshkina

После идеи:

Оксана Быщина

Категория:

Химия

#### Использовать упражнение

Ссылка: <https://learningapps.org/view/7298754>

Встроить: `<iframe src="https://learningapps.org/watch?app=7;">`  
SCORM

Поделиться: <https://learningapps.org/7298754>

Сообщить о проблеме



Рис. 1. Скриншот выполненного задания «Аллотропные модификации углерода» на образовательной платформе «LearningApps»

Учащиеся прямо на уроке выполняют задания, отвечая на вопросы и ориентируя учителя, к какой из иллюстраций относится то или иное суждение. В случае отсутствия в кабинете проектора можно воспользоваться гиперссылкой и активным QR-кодом, которые имеются в задании. В таком случае учащиеся могут самостоятельно перейти в данное приложение с помощью телефона.

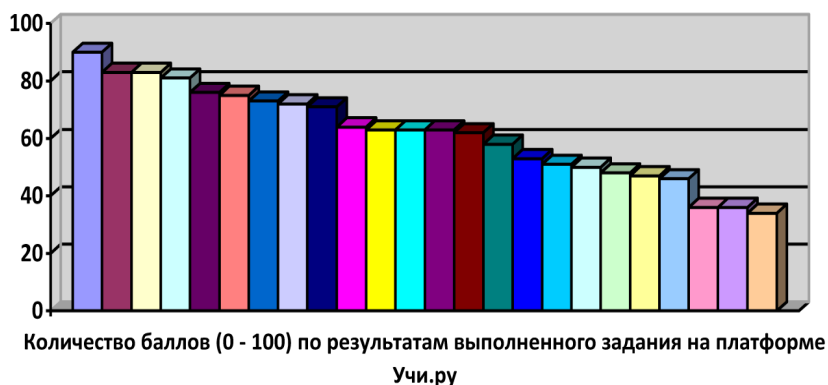
С помощью цифровых образовательных ресурсов можно оперативно и эффективно организовать промежуточный и итоговый виды контроля знаний и умений учащихся, провести оценку выполнения ими самостоятельных и домашних работ, а также коррекцию и анализ их деятельности.

Для проверки знаний материала по теме: «Углерод. Соединения углерода» на платформе «Учи.ру» [3] для учащихся



9-го класса нами сформировано из базы готовых упражнений тестовое задание из 14 вопросов для домашней работы. Учащийся выполняет данную работу самостоятельно дома в любое удобное для него время, перейдя по ссылке, указанной в электронном журнале. Для учителя сокращается время на подготовку необходимых дидактических материалов, облегчается проверка выполнения домашних работ.

Так, учащиеся 9-го класса выполняли это задание и в целом справились с ним: средний балл составил 61,58; максимальное число баллов – 90 из 100, минимальное число баллов – 34. Результаты выполнения по каждому вопросу и каждому ребенку получают автоматически и могут быть представлены в графическом варианте (рис. 2).



*Рис. 2. Результаты выполнения задания «Углерод. Соединения углерода» на платформе Учи.ру*

Полученные баллы учитель может перевести в отметку по пятибалльной шкале согласно рекомендациям на Учи.ру.

Все новинки технологического прогресса с особым восторгом встречают именно дети. Поэтому очень важно использовать любознательность и высокую познавательную активность учащихся для целенаправленного развития

их личности. На уроках под руководством педагога школьники могут научиться использовать компьютерные технологии в образовательных целях, овладеть способами получения информации для решения учебных, а впоследствии и более широкого круга задач, приобрести навыки, обеспечивающие возможность продолжать образование в течение всей жизни.

Современная организация обучения сегодня ориентирована не столько на формирование знаний, умений и навыков, сколько на развитие обучающихся, в первую очередь на умственное обучение (обучение приемам умственной деятельности – анализу, сравнению, классификации и др.). Особое внимание уделяется обучению способности наблюдать, делать выводы, выделять существенные признаки объектов. Кроме этого, должно происходить обучение умению выделять цели и определять способы деятельности, оценивать собственную деятельность и проверять ее результаты. При этом образовательная и развивающая функции обучения неразрывно связаны с его воспитывающей функцией. Цифровые образовательные ресурсы существенно дополняют традиционные методы и средства обучения в реализации указанных функций образовательного процесса.

#### ***Библиографический список***

1. Пак М.С. Теория и методика обучения химии: учебник для вузов. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005. 306 с.
2. Официальный сайт онлайн-сервиса «LearningApps» [Электронный ресурс]. URL: <https://learningapps.org/> (дата обращения: 19.04.2023).
3. Официальный сайт онлайн-сервиса «Учи.ру» [Электронный ресурс]. URL: <https://uchi.ru/> (дата обращения: 19.04.2023).

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ  
ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ**  
POLLUTION OF THE ENVIRONMENT DURING THE USE  
OF VARIOUS FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCES

**С.П. Бояринова**

*Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России, г. Железнодорожск*

**S.P. Boyarinova**

*Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service  
of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Zheleznogorsk*

Пожар, огнетушащее вещество, окружающая среда, экологические последствия, негативное влияние.

*В статье отмечено, что наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении. Приведены особенности огнетушащих веществ, их применение для тушения определенных классов пожара, а также показатели их негативного влияния на окружающую природную среду в экологическом аспекте. Негативные последствия от огнетушащих веществ невозможно, но ограничить их количество необходимо. Следует сократить количество пены и использовать пенообразователи на основе разлагаемых ПАВ. Также необходимо использовать поглотители ПАВ в сточных водах.*

Fire, extinguishing agent, environment, environmental consequences, negative impact.

*The article noted, that, along with toxic and harmful combustion products, environmental pollution can be caused by fire extinguishing agents used in fire fighting. The features of fire extinguishing agents, their use for extinguishing certain classes of fire, as well as indicators of their negative impact on the environment in the ecological aspect are given. Negative consequences from fire extinguishing agents are impossible, but it is necessary to limit their quantity. The amount of foam should be reduced and foam concentrates based on degradable surfactants should be used. It is also necessary to use surfactant absorbers in wastewater.*

Любой пожар – это неконтролируемый процесс горения, при котором образуется большое количество загрязняющих окружающую среду веществ.

Под огнетушащими веществами понимаются такие вещества, которые непосредственно воздействуют на процесс горения и создают условия для его прекращения (вода, пена, порошки и др.). Огнетушащих веществ в природе много, но не все они принимаются на вооружение пожарных подразделений, а лишь те, которые отвечают определенным требованиям.

Вода – наиболее распространенное средство тушения пожаров, что обусловлено ее доступностью, низкой стоимостью, значительной теплоемкостью и высокой скрытой теплотой парообразования. Однако вода обладает достаточно высокой температурой замерзания, низкой теплопроводностью, высоким коэффициентом поверхностного натяжения (что препятствует ее быстрому растеканию по поверхности горящих твердых материалов, проникновению вглубь и их смачиванию). В связи с этим вода чаще применяется в виде растворов с различными добавками, которые придают ей особые свойства: снижают температуру замерзания, либо снижают коэффициент поверхностного натяжения, повышая ее смачивающую способность, либо повышает ее вязкость [1].

Пена часто применяется для тушения пожаров, поскольку может одновременно оказывать как изолирующее, так и охлаждающее воздействие. Пена представляет собой дисперсную систему типа газ – жидкость, в которой каждый пузырек газа (для огнетушителей это – воздух) заключен в оболочку из тонкой пленки, и они связаны друг с другом этими пленками в единый каркас. В отечественной практике водные растворы пенообразователей «в чистом виде» практически не используют в качестве заряда воздушно-пенных огнетушителей. Так как пенообразователи не могут долго храниться в виде рабочих растворов, к ним добавляют

специальные соли, повышающие стойкость рабочих растворов и огнетушащую способность получаемой из них пены (особенно для тушения твердых веществ) [2].

Порошковые составы, представляющие собой мелкодисперсные минеральные соли, которые обработаны специальными добавками для придания им текучести и снижения способности к смачиванию и поглощению воды. Для получения порошковых составов используют аммонийные соли фосфорной кислоты, карбонаты, бикарбонаты, хлориды щелочных металлов и другие соединения.

В зависимости от назначения порошковые составы делятся на порошки общего назначения, которые могут тушить пожары твердых углеродосодержащих и жидких горючих веществ, горючих газов и электрооборудования под напряжением до 1000 В, и порошки специального назначения, которые применяют для тушения металлов, металлоорганических соединений, гидридов металлов (пожары класса D) или других веществ, обладающих уникальными свойствами.

В качестве источника для получения аэрозольных составов используются специальные аэрозолеобразующие твердотопливные или пиротехнические композиции, способные к горению без доступа воздуха. Аэрозольные огнетушащие составы образуются непосредственно в момент тушения при горении таких композиций. При сгорании аэрозолеобразующего состава выделяется огнетушащий аэрозоль, на 35–60 % состоящий из твердых частиц солей и оксидов щелочных металлов размером 1–5 мкм, негорючих газов и паров ( $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  и др.) [3].

Наиболее «чистыми» огнетушащими веществами являются газовые составы. В качестве зарядов в газовых огнетушителях используют диоксид углерода и хладона. Диоксид углерода применяется или в газообразном состоянии, или в виде снега. Он не загрязняет и почти не действует на сам объект тушения; обладает хорошими диэлектрическими

свойствами, достаточно высокой проникающей способностью; не изменяет своих свойств в процессе хранения. Наибольший эффект достигается при тушении диоксидов углерода пожаров в замкнутых объемах [4].

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении. В зависимости от состава огнетушащих веществ, они по-разному влияют на степень загрязнения окружающей среды. Например, вода способна взаимодействовать с растворившимися в ней веществами, а затем попадает в почвенный покров, подземные воды. Также она испаряется с этими веществами в атмосферный воздух.

В водоемы, грунтовые воды и на почву попадают поверхностно-активные вещества, входящие в состав пенообразователей. Поверхностно-активные вещества, воздействуя на воду, уменьшают прозрачность, понижают концентрацию кислорода, проявляют вяжущий вкус, увеличивают способность к пенообразованию, угнетают рост микроорганизмов. Чем дальше поверхностно-активные вещества находятся в водоемах, тем серьезней последствия. Растворимость ПАВ играет существенную роль в самоочищении водоемов: чем выше растворимость, тем эффективнее их разложение [5].

Огнетушащие порошки считаются наиболее безопасными для экологии. Большое количество порошков относится к нетоксичным. Такие компоненты, как бикарбонат натрия, не являются ядовитыми, а фосфат и сульфат аммония используют в качестве удобрений. Однако некоторые порошки способны оказывать слабый раздражающий эффект на кожу и слизистые. Порошки с добавлением оксида кремния способны оказывать негативное влияние на окружающую среду. Попадание таких веществ, как аммиак, оксид серы, в организм человека оказывает негативное воздействие [5]. Наиболее опасными из негорючих газов, используемых при тушении,

считается оксид углерода, так как он имеет способность образовывать мощные отравляющие вещества. Хладоны являются токсичными и действуют на все органы человека. Продукты их распада разрушают озоновый слой [6].

Кроме того, при пожарах негативное влияние на людей, флору и фауну оказывает тепловой фактор. Действие высоких температур во время пожара приводит к гибели растительности, либо заставляет представителей флоры и фауны искать новые места обитания, подчас менее благоприятные, так как отдельные виды флоры и фауны способны существовать в определенном температурном режиме.

Вывод: Полностью предотвратить все негативные последствия от огнетушащих веществ невозможно, но ограничить их количество необходимо. Следует сократить количество пены и использовать пенообразователи на основе разлагаемых ПАВ и поглотители ПАВ в сточных водах.

#### ***Библиографический список***

1. Баратов А.Н., Пчелинцев В.А. Пожарная безопасность. М.: Ассоциация строительных вузов, 2010.
2. Грачев В.А., Собурь С.В. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД): справочник / под ред. проф. Е.А Мешалкина. М., 2008. 232 с.
3. Иванов Е.Н. Противопожарное водоснабжение. М.: Стройиздат, 2010. 199 с.
4. Тербнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. МЧС РФ, АГПС. М.: Пожкнига, 2009. 253 с.
5. Тербнев В.В., Артемьев Н.С., Душилилин А.И. Жилые и общественные здания, противопожарная защита и тушение пожаров. М.: Пожнаука, 2010. 314 с.
6. Отрицательное влияние пожара на экологическое состояние окружающей среды [Электронный ресурс]. URL: [https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00466070\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00466070_0.html) (дата обращения: 23.03.2023).

**РАЗВИТИЕ  
КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ  
БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ  
DEVELOPMENT  
OF COMMUNICATIVE COMPETENCE  
FUTURE TEACHERS**

**Е.А. Биркун**

*Сибирский федеральный университет,  
г. Красноярск*

**E.A. Birkun**

*Siberian Federal University,  
Krasnoyarsk*

Коммуникативная компетентность, профессиональная подготовка педагогов, рефлексия.

*В статье приводятся примеры заданий, используемых в учебных курсах по направлению подготовки «Педагогическое образование». Задания направлены на развитие коммуникативной и рефлексивной компетентности педагогов.*

Communicative competence, professional training of teachers, reflection.

*The article provides examples of tasks used in training courses in the field of training «Pedagogical education». The tasks are aimed at developing the communicative and reflexive competence of teachers.*

**П**рофессиональная деятельность педагога связана с процессом общения, учащимися, родителями и коллегами. Успех взаимодействия определяется способностью педагога выстраивать эффективную коммуникацию.

Продуктивное взаимодействие как основа коммуникативной компетентности включает в себя три компонента: когнитивный, деятельностный и эмоциональный.



*Когнитивный*, или познавательный, компонент предусматривает целенаправленное изучение теоретических основ процесса общения. Знакомство студентов с научными работами психологов, педагогов, философов и социологов позволяет сформировать представления о сущности коммуникативной деятельности, ее особенностях, условиях эффективного общения. Изучение первоисточников позволяет студентам отразить на занятии свое понимание проблем, принципов и условий коммуникации, высказать собственное отношение к информации, оценить ее актуальность. Педагогическое общение в отличие от социального или бытового предусматривает обязательное внимание к личности ученика, его ценностям, индивидуальным особенностям. Каждый ученик испытывает потребность в общении, ему необходимо, чтобы его слушали и слышали. Слушание как активный познавательный и коммуникативный процесс определяет эффективность обратной связи, способствует лучшему пониманию партнера и успешному достижению цели общения. Успешность педагогического общения зависит от знаний *приемов активного слушания* и конструктивного диалога. Приемы активного слушания сочетают три основных компонента: внимательное заинтересованное слушание, уточнение и анализ информации, использование полученной информации для дальнейшего общения. Конструктивный диалог – это путь к взаимопониманию. Ознакомление с барьерами общения позволяют предусмотреть возможные трудности выстраивания коммуникации педагога с учащимися.

На учебных занятиях проводится рассмотрение кейсов, анализ практических ситуаций, решение педагогических задач. Знание вариантов вербального и невербального общения, сведения о проксемике, кинесике и хрономике способствуют эффективности педагогического общения.

Новым форматом общения представляются чат-боты. Студенты изучают правила создания виртуальных собеседников, возможности их использования в процессе педагогического взаимодействия.

*Деятельностный* компонент коммуникативной компетентности педагога реализуется при выполнении конкретных профессиональных действий. За время обучения в магистратуре будущие педагоги проходят четыре практики (ознакомительная, педагогическая, НИР и преддипломная). На практике студенты выполняют задания на взаимодействие с учащимися. Некоторые виды деятельности осуществляются по заданным алгоритмам (проведение диагностики, подготовка проекта, разработка сценария урока или внеурочного занятия и др.). Отдельные задания требуют от студента навыков делового общения, проявления креативности, толерантности и эмпатии.

Для развития навыков грамотной и выразительной речи студентам предлагается составлять синквейны, сочинять поэтические произведения (вредные советы в жанре Д. Хармса), разрабатывать авторские сценарии экскурсий, внеурочных событий, писать эссе и т.д.

*Эмоциональный компонент* определяет успешность процесса общения. Взаимодействие, основанное на чувствах и эмоциях, обладает значительным потенциалом влияния на людей. Умение воспринимать эмоции, управлять ими – важный компонент профессионализма педагога. Многие конфликты, обиды и неудачи детей и взрослых объясняются неумением применять знания эмоционального интеллекта. Будущим педагогам предлагаются задания на развитие эмоциональности и совершенствование навыков доброжелательного общения («Похвали товарища», «Расскажи обо мне», «Придумай необычный подарок», «Узнай эмоцию» и др.).

Коммуникативная компетентность тесно связана с навыками рефлексии, способностью адекватно оценивать свои слова, поступки и эмоции, умением размышлять и анализировать собственную систему ценностей. Педагог постоянно анализирует поведение и результаты учебной деятельности детей, но объективно оценить свою деятельность оказывается гораздо труднее.

Рефлексивные техники, приемы и методы разработаны для детей. Рефлексивная деятельность студентов связана с их ценностными и мотивационными установками. Описать личные впечатления от выполненного задания, проведенного занятия или ситуации общения представляется сложным заданием. Для диагностики и развития рефлексивных умений студентов используем тесты, методики и упражнения.

Развитие коммуникативного потенциала педагога связано с умением понять внутренний мир учащихся, готовностью реагировать на потребности учеников, стремлением к созданию благоприятного климата, профессиональным становлением и успешным развитием.

### ***Библиографический список***

1. Захарова Т.В. Компетентностный подход как этап обновления содержания образования // Вестник КрасГУ. Гуманитарные науки. 2006. № 6/1. С. 263–268.
2. Бережнова О.В. Рефлексия и саморазвитие личности – основные ценности гуманистического образования. Годичное собрание ЮО РАО, XXIV Южно-Российские психолого-педагогические чтения «Развитие личности в образовательных системах Южно-Российского региона». Волгоград, 2005.
3. Митина Л.М. Формирование профессиональных компетенций в процессе обучения в вузе // Вопросы образования. 2001. № 2. С. 27–34.

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ШКОЛЬНОЙ ХИМИИ**  
ANALYTICAL RESEARCH METHODS  
IN SCHOOL CHEMISTRY

**В.Д. Бянкина**

Научный руководитель **О.И. Фоминых**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**V.D. Byankina**

Scientific adviser **O.I. Fominykh**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

Аналитическая химия, кислотно-основное титрование, количественный и качественный анализ химических веществ.

*Данная статья рассказывает о некоторых методах аналитической химии, которые могут быть использованы в школьном курсе химии. Аналитические методы исследования помогают установить количество и качество химических элементов в материалах и соединениях. В статье приведена методика использования кислотно-основного титрования в школьной лаборатории.*

Analytical chemistry, acid-base titration, quantitative and qualitative analysis of chemicals.

*This article tells about some methods of analytical chemistry that can be used in a school chemistry course. Analytical research methods help to establish the quantity and quality of chemical elements in materials and compounds. The article describes the method of using acid-base titration in the school laboratory.*

**А**налитические методы исследования в школьной химии неразрывно связаны с изучением свойств веществ и их состава. Они позволяют установить содержание тех или иных химических элементов в соединениях и материалах. В школьной программе химии обычно изучаются органическая и неорганическая химия, аналитическая химия и основы физической химии.

Аналитическая химия изучает способы определения количественного и качественного химического состава веществ. Для этого используется целый ряд методов. Среди них: кислотно-основное титрование, гравиметрический анализ, количественный фотометрический анализ, электроанализ и др. [1]. Особенно важным для обучающихся является анализ веществ, содержащих некоторые элементы таблицы Менделеева, такие как кислород, азот, углерод, водород, сера, хлор. Важно знать физические и химические свойства этих веществ, владеть методами их выделения и идентификации [2].

Например, при анализе качественным методом можно обнаружить содержание того или иного вещества в исследуемом образце и отличить его от других компонентов. Количественные методы позволяют определить содержание (массу, концентрацию) или соотношения компонентов в анализируемом образце.

Важным этапом аналитических исследований является идентификация и характеристика неизвестных веществ. Обучающимся в этом поможет химический анализ. Чтобы правильно произвести анализ, нужно ответить на ряд вопросов: что анализируем, какими свойствами оно обладает? Далее подбирают соответствующие аналитические методы для идентификации вещества и приступают к исследованию.

Например, титрование является одним из наиболее распространенных аналитических методов в химии. Этот метод широко используется для определения концентрации кислот и оснований и является одним из самых доступных методов проведения аналитических исследований в школьной химии даже с минимальным оборудованием. Для проведения титрования необходимы кислота или щелочь, индикаторы (фенолфталеин, метилоранж и др.), стеклянная и мерная химическая посуда. Процедура

титрования состоит в добавлении раствора кислоты или щелочи к известному объему исследуемого раствора до тех пор, пока индикатор не изменит свою окраску (зависит от химической реакции, поэтому используется различный набор индикаторов). По результатам исследования измеряется количество добавленной щелочи или кислоты, и на его основе может быть рассчитана концентрация вещества в исследуемом растворе [3].

Основным принципом титрования является образование кислотно-основной пары между кислотой и щелочью. Когда кислота реагирует со щелочью, образуется соль и вода. В процессе титрования используется индикатор, который меняет свой цвет в зависимости от изменения рН раствора. Например, фенолфталеин изменяет свой цвет из бесцветного в розовый, когда рН раствора достигает 8,2 [2].

Методы аналитической химии лежат в основе школьного химического эксперимента: лабораторные опыты, изучающие качественные реакции на обнаружение определенных катионов и анионов; практические работы по получению, собиранию и распознаванию веществ; решение экспериментальных задач. При выполнении перечисленных видов работ на уроках химии у обучающихся не только формируются химические знания, но и развивается аналитическое мышление.

#### ***Библиографический список***

1. Барагузина В.В., Богомолова И.В., Федоренко Е.В. Общая и неорганическая химия: учебное пособие. М.: ИЦ РИОР, 2017. 272 с.
2. Валова В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум. М.: Дашков и К, 2016. 200 с.
3. Габриелян О.С. Химия. 11 класс: учебник. М.: Дрофа, 2019. 222 с.

**ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ  
НА СОВРЕМЕННЫХ УРОКАХ ХИМИИ**  
FORMS AND METHODS OF TEACHING  
IN MODERN CHEMISTRY LESSONS

**Е.Д. Вохмина**

Научный руководитель **Ю.Г. Ромашкова**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**E.D. Vokhmina**

Scientific adviser **Yu.G. Romashkova**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

ФГОС, формы обучения, методы обучения, кейс-метод, проблемный метод. *В данной статье рассказывается про использование возможных форм и методов обучения на современных уроках химии, рекомендуемых федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), для эффективного усвоения учебного материала. Приведены примеры конкретных методов обучения.*

FSES, forms of education, teaching methods, case-method, problem method. *This article describes the use of possible forms and methods of teaching in modern chemistry lessons, recommended by the Federal State Educational Standard (FSES), for the effective assimilation of educational material. Examples of specific teaching methods are given.*

**У**рок – форма организации учебной работы, при которой педагог занимается в рамках точно установленного времени с постоянным составом учащихся по твердому расписанию, используя разнообразные методы и формы для достижения поставленных им дидактических и воспитательных целей, определенных учебной программой [1].

Согласно словарю педагогического обихода, форма обучения – работа на уроке или другом занятии, которая подразделяется на несколько видов: индивидуальную, фронтальную, групповую и коллективную [2]. В зависимости от содержания урока могут использоваться разнообразные формы обучения для лучшего усвоения темы.

Содержание современных уроков направлено на развитие критического мышления у обучающихся. Для этой цели используются разнообразные методы обучения. Согласно федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС), методы обучения – это способы совместной деятельности учителя и учащихся, направленные на решение задач обучения, т.е. дидактических задач. Они подразделяются на три группы: пассивные, активные и интерактивные. Пассивные методы обучения – методы, при которых доминантная роль у учителя, а обучающийся играет пассивную роль. Самый распространенный прием данного метода – лекция. Он наименее эффективен при усвоении учебного материала, но все равно бывает актуален в определенных ситуациях. Активный метод – метод, при котором учитель и ученик выступают как равноправные участники урока. Интерактивный метод – наиболее эффективный метод, при котором ученики взаимодействуют не только с учителем, но и друг с другом [3].

В рамках ФГОС предполагается использование активных и интерактивных методов как более действенных и эффективных. Примерами таких методов являются кейс-метод, метод проекта, проблемный метод, эвристический метод, метод развития критического мышления через чтение и письмо, исследовательский метод, метод модульного обучения и т.д.

Урок с использованием проблемного метода предполагает постановку проблемной задачи, ситуации или вопроса и поиск решений этой проблемы через анализ новой или известной учебной информации. Например, обучающимся задается проблемный вопрос: «Влажное зерно нельзя хранить в больших кучах, может произойти обугливание. Объясните, почему это происходит». Для поиска ответа на вопрос учащимся необходимо вспомнить состав органических веществ в зерне, свойства воды как растворителя, кислорода как окислителя и законы термодинамики. Затем учащиеся



осуществляют анализ и синтез информации и подтверждают или опровергают выдвинутую ранее гипотезу.

Еще одним эффективным методом является кейс-метод, при котором обучающихся помещают в учебную ситуацию (реальную или максимально приближенную к реальности), в которой для поиска решения имеется заранее подготовленный учителем комплект источников информации (кейс). Например, ситуация: «Во время школьного похода одного из учеников укусил муравей. С собой имеется аптечка, что следует предпринять? В составе аптечки имеется: йод, зеленка, перекись водорода, нашатырный спирт, парацетамол, анальгин, активированный уголь». Задача обучающихся исследовать ситуацию в условиях большого количества избыточной информации, обращая внимание на состав содержимого при укусе муравья, классы соединений и свойства оснований и кислот, предложить варианты ее разрешения, выбрать лучшие из возможных решений.

Необходимо заметить, что использование данных методов в рамках ФГОС требует значительных усилий при подготовке и больших временных затрат со стороны учителя, чем при использовании пассивных методов обучения. Однако в настоящее время у учителей есть множество возможностей сделать уроки более эффективными и интересными, что способствует повышению уровня усвоения новых знаний, используя разнообразные методы обучения, которые направлены на развитие критического мышления обучающихся.

### ***Библиографический список***

1. Столяров Б.А. Словарь музейно-педагогических терминов: для специалистов образовательных служб и музейных администраторов / М-во культуры Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное учреждение культуры «Гос. Русский музей», Отд. «Российский центр музейной педагогики и детского творчества», Союз музеев России. Санкт-Петербург: ГРМ, 2016. 23 с.

2. Лузина Л.М. Словарь педагогического обихода. Псков: ПГПИ, 2003. 71 с.
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64101).

**ТЕХНОЛОГИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ  
НА УРОКАХ ХИМИИ  
В УСЛОВИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ**  
TECHNOLOGY OF CRITICAL THINKING  
IN CHEMISTRY LESSONS  
IN THE CONDITIONS OF THE PENITENTIARY SYSTEM

**А.С. Геннадьева**  
*КГКОУ «КВСОШ № 10», г. Красноярск*

**A.S. Gennadeva**  
*KGKOU «KVSOSH № 10», Krasnoyarsk*

Технология, критическое мышление, урок химии, пенитенциарная система, знание.

*В статье проанализирована технология критического мышления. Представлена структура урока химии с применением технологии критического мышления в условиях пенитенциарной системы.*

Technology, critical thinking, chemistry lesson, penitentiary system, knowledge.

*The article analyzes the technology of critical thinking. The structure of the chemistry lesson with the use of critical thinking technology in the conditions of the penitentiary system is presented.*

**Р**аботая в условиях пенитенциарной системы, где ученики разновозрастные люди (18–30 лет), которые преступили закон, имеют низкую мотивацию к обучению, становится актуальным поиск современных технологий обучения, формирующих интерес к изучению предмета.

Применение технологии критического мышления позволяет сделать урок не только увлекательным, но и формирует такие навыки работы с информацией, без которых современному человеку трудно достичь социального успеха.

Технология критического мышления известна уже более 20 лет, тысячи учителей применяют ее на практике, но интерес к ней не ослабевает.

Критическое мышление – это процесс соотнесения внешней информации с имеющимися у человека знаниями, выработка решений о том, что можно принять, что необходимо дополнить, а что – отвергнуть [1].

Важным в данной технологии является следование трем фазам: *evocation* (вызов, пробуждение), *realization* (осмысление новой информации), *reflection* (рефлексия) и соблюдение определенных условий: активность участников процесса, разрешение высказывать разнообразные «рискованные» идеи и т.д.

Ценным является то знание, которое ученик поставил себе целью получить сам, добытое его собственным трудом, то знание, которым можно поделиться с другими без опасения быть непонятым. Главная цель технологии развития критического мышления – развитие интеллектуальных способностей ученика, позволяющих ему учиться самостоятельно [2].

В марте 2023 года в рамках предметной декады, организуя открытый урок химии в 12 классе по теме «Химия и повседневная жизнь», ключевой технологией я определила критическое мышление (нахождение ошибок в получаемой информации, вычленение главного в информационном сообщении, аргументация собственных высказываний). Цель урока – обобщение знаний учащихся о практическом значении химических веществ в повседневной жизни человека. Ниже представлена структура урока с применением технологии критического мышления.

Первая стадия урока – «Вызов». Первая дидактическая задача: актуализация и систематизация знаний темы, которые необходимо обобщить. Совместное определение темы, постановка цели. Вторая дидактическая задача: формирование мотивации для работы по предложенной проблеме. Примерная речь учителя: «А всегда ли реклама содержит достоверную информацию? Надо научиться, пользуясь знаниями, полученными при изучении школьного курса, оценивать достоверность рекламной информации».

Вторая стадия урока – «Осмысление. Реализация смысла». Дидактическая задача: организация работы по оценке достоверности рекламной информации. Организуется работа по группам, ученикам предлагается выполнить задание «Верно или неверно» по обсуждению научной достоверности предложенной рекламной информации (также предлагается посмотреть рекламный ролик). Перечень фраз, которые предложено оценить, даны в инструктивных картах. Затем предлагается выполнить задания в группах на выявление фальсификата в продуктах «Химики-эксперты», а после организуется самостоятельная работа «Купить или не купить» (изучив состав этикетки товара, сделать самостоятельный выбор покупать его или нет).

Далее приведено краткое содержание из инструктивных карт к заданию «Верно или неверно». Задание: используя индикаторную бумагу и шкалу рН водных растворов, выполните эксперимент, напишите напротив рекламной информации «Верно» или «Неверно». Напишите обоснование. Рекламная информация: 1. Мыло Dove является нейтральным для нашей кожи с  $\text{pH}=7$  и не сушит ее, им можно мыть лицо. Верно или неверно, напишите обоснование. 2. Хозяйственное мыло имеет щелочную среду  $\text{pH}$  больше 7, сушит кожу, но зато отлично отстирывает загрязнения. Верно или неверно, напишите обоснование. Задание: изучите этикетку чипсов (состав), а также выполните 2 опыта и напишите

напротив рекламной информации «Верно или неверно», укажите обоснование. Подумайте, почему для многих людей чипсы являются очень вкусным продуктом. Рекламная информация: «Чипсы *Leu's* состоят из хрустящего картофеля».

Затем учащимся в группах предлагается выполнить задание «Химики-эксперты». Задание: подумайте, исходя из химического состава сливочного масла и маргарина, каким образом можно выявить фальсификат сливочного масла опытным путем. Используя реактивы на вашем столе, проведите эксперимент, напишите в таблицу инструктивной карты наблюдения и выводы.

После данного задания учащимся предлагается самостоятельно выполнить задание под названием «Купить или не купить». Задание: используя аннотацию к препарату «Маалокс», оцените, достоверную ли информацию несет реклама данного средства. Стоит ли покупать данный препарат в аптеке? Рекламная информация: «Дискомфорт, боль в желудке, жжение в пищеводе – эти симптомы могут быть признаками гастрита или язвы. «Маалокс», благодаря двум активным компонентам, помогает снять неприятные симптомы». При аргументации ответа запишите уравнение химической реакции «Маалокса» с кислотой желудка.

Третья стадия урока – «Рефлексия». Дидактическая задача: организация обсуждения результатов работы. Речь учителя примерно такая: «Встречаясь с рекламой, нужно быть крайне внимательным, чтобы не стать очередной жертвой производителей некачественной продукции! Полезны ли вам знания, полученные на уроке? Где вы сможете использовать приобретенные знания?» Далее идет самооценка на основе собственных комментариев по проделанной работе.

С помощью данной технологии мне удалось реализовать поставленную цель, ученикам было на уроке комфортно, интересно и увлекательно.

Коллегам рекомендую данную технологию, так как она помогает развивать способности учащихся к самореализации и самообразованию.

***Библиографический список***

1. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке. М.: Просвещение, 2011. С. 4–5.
2. Муштавинская И.В. Технология развития критического мышления на уроке и в системе подготовки учителя: учеб. метод. пособие. СПб.: КАРО, 2009. С. 10–12.

**ИЗУЧЕНИЕ ПАРАЦЕТАМОЛА  
В ХОДЕ УРОКА-ИССЛЕДОВАНИЯ  
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10 КЛАССА  
THE STUDY OF PARACETAMOL  
IN THE LESSON-RESEARCH  
FOR STUDENTS IN GRADE 10**

**В.А. Жалнина**

Научный руководитель **Ю.Г. Ромашкова**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**V.A. Zhalnina**

Scientific adviser **Yu.G. Romashkova**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

ФГОС, научно-исследовательская деятельность, парацетамол, урок-исследование.

*Статья посвящена проблематике формирования исследовательских умений у обучающихся на уроках химии с использованием химического эксперимента. Приведена методическая разработка лабораторной работы по теме «Парацетамол».*

Federal State Educational Standard, research activities, paracetamol, lesson-research.

*The article is devoted to the problem of formation of research skills in students in chemistry lessons using a chemical experiment. The methodical development of laboratory work on the topic «Paracetamol» is given.*

Изменения, происходящие в современном обществе, диктуют повышенные требования к выпускнику общеобразовательной школы и акцентируют внимание педагогической науки на формировании исследовательских навыков у обучающихся [1]. Важным вектором обучения является формирование у школьников исследовательских умений, развитие интереса к научно-исследовательской деятельности, а также саморазвитие и формирование навыков поиска информации. Такие формы деятельности помогают ребенку сформировать ряд личностных качеств, таких как инициативность, самостоятельность, усидчивость, наблюдательность, креативность и др., которые необходимы для развития личности в целом.

В вопросе развития интереса к предмету нельзя полагаться только на содержание изучаемого материала. Интерес к содержательной стороне предмета часто приходит в ситуации заинтересованности, а именно при включении обучающихся в самостоятельную исследовательскую деятельность, например, в процессе выполнения лабораторных и практических работ.

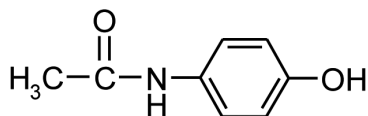
Урок-исследование – это урок, где предметом ученического исследования является «переоткрытие» уже открытого в науке факта. Вместе с тем для ученика выполнение исследовательского задания является познанием еще неизвестного.

Научные открытия в обычной жизни могут вызывать у обучающихся восторг. Обыденные и, вроде бы, простые вещи могут оказаться предметом настоящего научного исследования и в рамках урока превратиться в необыкновенные и удивительные открытия. Например, одним из самых доступных и распространенных лекарств, которое есть практически в любой домашней аптечке, его можно купить

без рецепта врача и применять при многих заболеваниях, является парацетамол. Тысячи фармацевтических фирм по всему миру производят его под сотнями различных названий и в самых разнообразных формах выпуска. С большой долей вероятности каждый из нас принимал его хотя бы один раз в жизни. Однако, что это на самом деле за препарат? Каков его химический состав? Как он действует на организм и почему? Безопасно ли его использовать? Для получения ответов на эти и другие вопросы школьникам предлагается провести лабораторную работу. По ее окончании у обучающихся будет сформировано представление о химическом составе препарата, его свойствах, формах выпуска, токсичности и лекарственном эффекте, а также возможностях приема с другими препаратами.

*Лабораторная работа по теме «Парацетамол»*

**Цель работы:** изучить состав и свойства лекарственного препарата – парацетамола, исследовать состав образцов препарата разных фармацевтических компаний.



*Рис. 1. Структурная формула пара-ацетиламинофенола (парацетамола)*

**Задачи**

1. Рассмотреть классификацию нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВС). Изучить свойства парацетамола как лекарственного препарата и его влияние на организм.
2. Изучить формы выпуска наиболее известных препаратов парацетамола.



3. Провести химический эксперимент по исследованию содержания парацетамола в препаратах.

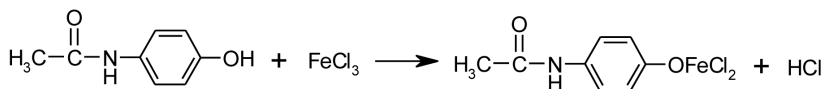
4. Сравнить состав образцов препарата разных фармацевтических компаний.

**Оборудование и реактивы:** штатив для пробирок, пробирки, пробиркодержатель, спиртовка, спички, несколько образцов препарата «Парацетомол» разных фармацевтических компаний, хлорид железа (III), концентрированная азотная кислота, соляная кислота, дихромат аммония.

**Ход работы** (химический эксперимент):

*Опыт 1. Цветная реакция на фенольную гидроксигруппу.*

Для проведения опыта (согласно Государственной фармакопеи [3]) в пробирку с раствором парацетамола (0,1 г субстанции), разбавленного в 10 мл воды, добавить 0,5 мл 3% раствора железа (III). Раствор должен приобрести яркую сине-фиолетовую окраску.



*Рис. 2. Уравнение взаимодействия парацетамола с раствором железа (III)*

*Опыт 2. Нитрование фенольного кольца.*

К 1 мл раствора парацетамола в воде добавить 3–4 капли концентрированной азотной кислоты (*соблюдайте осторожность!*) [3]. Раствор должен приобрести желто-бурую окраску. Наличие свободного фенольного гидроксила в молекуле придает растворам парацетамола восстанавливающие свойства.

*Опыт 3. Реакция с дихроматом калия.*

0.1 г парацетамола поместить в пробирку и добавить 4 мл разбавленного раствора соляной кислоты. Раствор

довести до кипения и кипятить в течение 1 минуты. Затем смесь охладить, разбавить 20 мл воды и прибавить 0,5 мл 10% раствора дихромата калия [3]. В растворе должно появиться фиолетовое окрашивание. Испытание основано на реакциях гидролиза, окисления и образования производных индофенола.

Проведение лабораторных опытов, связанных с анализом доступных лекарственных препаратов, помогают обучающимся в формировании научно-исследовательских умений, естественно-научной грамотности, а также играют роль в профориентации, дают возможность примерить на себя роль химика-исследователя. Предложенные методические материалы могут быть использованы на уроках химии в 10–11 классах, при проведении внеурочных занятий, а также при организации научно-исследовательской деятельности обучающихся естественно-научной направленности.

#### ***Библиографический список***

1. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64101).
2. Справочник лекарственных препаратов Видаль [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vidal.ru/> (дата обращения: 25.04.2023).
3. ФС.2.1.0154.18. Фармакопейная статья. Парацетамол (утв. и введена в действие Приказом Минздрава России от 31.10.2018 N 749) (Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том III) [Электронный ресурс]. URL: <https://e-ecolog.ru/docs/4ht72VGLJPQ3vJkQYpfO> (дата обращения: 25.04.2023).

**СТАТИСТИКА ВЫПОЛНЕНИЯ  
СЛОЖНЫХ ЗАДАНИЙ ЕГЭ  
(ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА)  
ПО ХИМИИ**

**STATISTICS ON THE COMPLETION  
OF COMPLEX TASKS OF THE (USE)  
IN CHEMISTRY**

**Е.А. Зобова, А.П. Пономаренко**  
Научный руководитель **А.С. Олейник**  
*НГПУ, г. Новосибирск*

**E.A. Zobova, A.P. Ponomarenko**  
Scientific adviser **A.S. Oleinik**  
*NSPU, Novosibirsk*

Единый государственный экзамен (ЕГЭ), химия, статистика, задания.  
*В статье рассмотрена статистика баллов Единого государственного экзамена по химии за 2022, а также данные по выполнению наиболее сложных заданий, среди которых чаще всего встречаются расчетные задачи (такие как 23, 26, 28, 33 и 34). Рассмотрены основные ошибки, которые чаще всего допускают выпускники при выполнении этих заданий. Приведены основные рекомендации для избегания ошибок.*

Unified State Exam (USE), chemistry, statistics, assignments.  
*The article examines the statistics of the scores of the Unified State Exam in Chemistry for 2022, as well as data on the performance of the most difficult tasks, among which calculation tasks are most often found (such as 23, 26, 28, 33 and 34). The main mistakes that graduates most often make when performing these tasks are considered. The main recommendations for avoiding mistakes are given.*

**Х**имия считается одним из самых сложных для сдачи предметов в рамках ЕГЭ. Традиционно задания

контрольных измерительных материалов (КИМ) построены на учебном материале основных разделов школьного курса химии: общей, неорганической и органической, изучение которых обеспечивает овладение обучающимися системой химических знаний, а также с учетом его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы.

В экзаменационные варианты включено 34 задания базового, повышенного и высокого уровней сложности (28 заданий базового и повышенного уровней сложности с кратким ответом (часть 1) и 6 заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом), которые позволяют дифференцировать экзаменуемых по уровню подготовки. С учетом статуса ЕГЭ по химии как экзамена по выбору количество заданий, ориентированных на более подготовленных выпускников, в экзаменационном варианте составляет не менее 60% [1].

Результаты ЕГЭ 2022 г. по химии сопоставимы с результатами экзаменов прошлых лет. Характер распределения первичных баллов не изменился. Отмечается тенденция к более заметному разделению экзаменуемых на две группы: плохо подготовленных и отлично подготовленных. Это может быть вызвано существенной разницей в объеме учебной нагрузки у старшеклассников, изучавших химию на базовом и углубленном уровнях. Так, если на базовом уровне химия изучается в объеме 1–2 часа в неделю, то на углубленном уровне объем недельной нагрузки может достигать до 7–8 часов.

Средний тестовый балл ЕГЭ 2022 г. – 53,8 – сопоставим с аналогичными показателями ЕГЭ прошлых лет (рис.). Минимальный балл ЕГЭ 2022 г. составил 11 первичных / 36 тестовых баллов (в 2021 и 2020 гг. – 12/36).



*Рис. Статистика средних тестовых баллов ЕГЭ по химии за 2019–2022 гг.*

Традиционные затруднения участники ЕГЭ 2022 г. испытывали при выполнении заданий, предусматривающих проведение расчетов (заданий 23, 26, 28, 33 и 34). Наибольшую сложность вызывали 33 и 34 задания (таблица).

*Таблица*

**Статистика успешного выполнения наиболее сложных заданий ЕГЭ по химии 2022 г. [2]**

Задание	Средний процент (%) выполнения
23	78,03
26	55,5
28	38,07
33	14,32
34	30,07

Задание 33 сложно тем, что для него невозможно проработать единый алгоритм решения, поскольку в данный блок включены задачи по различным темам (электролиз, смеси, атомистика и т.д.). Сложность выполнения 34 задания связана с тем, что не все ученики на хорошем уровне знают

особенности строения углеродного скелета органических соединений, в то время как одним из вопросов задания является установление структурной формулы соединения.

Также одной из причин затруднений при выполнении этих заданий является недостаточно внимательное отношение к деталям, указанным в условиях заданий: классификационным признакам веществ; уточнениям, относящимся к физическим и химическим свойствам; требованиям к точности округления и полноте записи ответа, а также пропуски коэффициентов в уравнениях реакций. Поэтому для повышения процента выполнения заданий рекомендуется внимательно читать условия задачи и анализировать его, и лишь после приступить к выполнению. Непосредственно перед подготовкой к экзамену следует изучить кодификатор и спецификацию ЕГЭ по химии на сайте Федерального института педагогических измерений (ФИПИ), где указаны все темы, количество баллов за каждое задание и критерии оценивания. Во время подготовки к ЕГЭ рекомендуется решать больше заданий из разных сборников, т.к. чем больше разнообразных заданий прорешано, тем легче будет на экзамене. Если задание невозможно решить сразу, то следует его пропустить и вернуться к нему после того, как выполнены остальные задания.

#### ***Библиографический список***

1. Добротин Д.Ю., Снастина М.Г. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2020 года по химии // Педагогические измерения. 2020. № 3. С. 61–90.
2. Добротин Д.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2022 года по химии [Электронный ресурс]. URL: [http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2022/hi\\_mr\\_2022.pdf](http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2022/hi_mr_2022.pdf) (дата обращения: 25.04.2023).

**РОЛЬ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ  
ДЛЯ ПРОЦЕССА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**  
THE ROLE OF THE MATERIAL AND TECHNICAL BASE  
FOR THE PROCESS OF VOCATIONAL TRAINING

**Ю.Н. Коваль**

*Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России, г. Железногорск*

**Yu.N. Koval**

*Siberian Fire and Rescue academy  
of the State Fire Service of the Ministry  
of Emergency Situations of Russia, Zheleznogorsk*

Химия, материально-техническая база, учебное пособие, пожарная безопасность.

*В статье описан анализ основных проблем, возникающих в процессе преподавания химии в вузе, а также выдвигаются основные пути решения данных проблем. Описан опыт преподавания химии в ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России».*

Chemistry, material and technical base, textbook, fire safety.

*The article describes the analysis of the main problems that arise in the process of teaching chemistry at the university, and also puts forward the main ways to solve these problems. The experience of teaching chemistry at the Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia is described.*

**Н**а территории ЗАТО Железногорск Красноярского края расположено ведущее высшее учебное заведение ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» (далее по тексту – Академия). Учебное заведение выполняет подготовку высококвалифицированных специалистов для регионов Сибири в области обеспечения пожарной безопасности. Академия подготавливает как курсантов по программе высшего образования за счет

средств федерального бюджета, так и студентов на базе высшего и среднего профессионального образования на договорной основе [1].

Для всех обучающихся согласно ФГОС на первом курсе предусмотрено изучение дисциплины «Химия». Данная дисциплина является одной из основных для успешного изучения последующих дисциплин «Теория горения и взрыва», «Пожарная безопасность технологических процессов», «Физико-химические основы развития и тушения пожара», «Пожарная тактика» [2].

Для многих образовательных организаций возникает проблема с проведением лабораторных работ по дисциплине «Химия» из-за не укомплектования технической и материальной базы. В частности, это отсутствие необходимого лабораторного оборудования, его устаревание или техническая неисправность. Стоит отметить, что в зависимости от рабочей программы курса в учебных организациях должно находиться оборудование и реактивы для проведения опытов по органической химии, электрохимии, кинетики, коррозии металла и т.д. [3].

Творческим коллективом кафедры химии и процессов горения ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» в 2022 году была закончена работа по написанию учебного пособия «Химия. Лабораторный практикум». Практикум включает лабораторные работы по дисциплине «Химия» и охватывает важнейшие теоретические разделы курса, содержит краткое описание методик анализа, технику выполнения лабораторных работ, включенных в рабочую программу специалитета 20.05.01 «Пожарная безопасность» и направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность». Данное учебное пособие разработано таким образом, чтобы студент или курсант смог найти в нем все нужные материалы для подготовки и выполнения лабораторных работ. В дальнейшем полученные знания и умения могут



быть применены в исследовательской деятельности в рамках научной работы обучающихся [2].

В пособии приведен теоретический материал, необходимый для грамотного анализа экспериментов, переработаны методики лабораторного эксперимента. Пособие специально адаптировано под материальную и техническую базу лаборатории Академии и содержит такие разделы, как: техника лабораторных работ, введение в общую химию, основные закономерности протекания химических процессов, химия растворов, электрохимические процессы, дисперсные системы, физико-химические свойства органических веществ.

При составлении учебного пособия был использован системно-структурный подход содержательного процесса, необходимый для обеспечения единого педагогического процесса. Каждый раздел учебного пособия включает описание и технику выполнения лабораторных работ: определение эквивалентной массы металла, определение эквивалентной массы сложного вещества, способы получения и свойства основных классов неорганических соединений, влияние внешних факторов на скорость химических реакций, химическое равновесие, принцип Ле Шателье, способы выражения состава растворов, свойства растворов электролитов, свойства дисперсных систем, физико-химические свойства углеводородов, физико-химические и пожароопасные свойства кислородсодержащих органических веществ, физико-химические и пожароопасные свойства полимеров и полимерных материалов [4].

Работа с изданием должна ориентировать обучающихся в самостоятельном изучении положений химии, связанной с профессиональной деятельностью.

Данное учебное пособие в совокупности с материально-технической базой будет способствовать более глубокому пониманию изучаемого материала, осознанному закреплению прикладных и исследовательских навыков

у обучающихся, формированию необходимых профессиональных компетенций, таких как:

– понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения,

– прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках,

– использовать методики определения пожарнотехнических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.

#### ***Библиографический список***

1. Коваль Ю.Н. Роль научного кружка на кафедре химии и процессов горения // Психолого-педагогические аспекты подготовки кадров к профессиональной деятельности в экстремальных условиях: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13 мая 2022 года. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России: Общество с ограниченной ответственностью «НПО ПБ АС», Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. С. 147–150.
2. Коваль Ю.Н., Васильев А.В., Кондратьева Л.В. Химия. Лабораторный практикум: учебное пособие. Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2022. 151 с.
3. Комлева Н.Н. Проблемы преподавания аналитической химии в вузе // Современные образовательные технологии в мировом учебно-воспитательном пространстве. 2016. № 10. С. 19–23.
4. Сироткин О.С., Сироткин Р.О. О концепции химического образования // Высшее образование в России. 2001. № 6. С. 137–139.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
ПРИМЕРНЫХ РАБОЧИХ ПРОГРАММ  
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПРЕДМЕТА «ХИМИЯ» ПО ФГОС 2010 И 2021**  
COMPARATIVE ANALYSIS  
OF EXEMPLARY WORK PROGRAMS  
OF BASIC GENERAL EDUCATION  
OF THE SUBJECT “CHEMISTRY”  
ACCORDING TO FSES 2010 & 2021

**К.А. Косых**

Научный руководитель **О.И. Фоминых**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**K.A. Kosykh**

Scientific adviser **O.I. Fominykh**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

Анализ, примерная рабочая программа, ФГОС 2010, ФГОС 2021, химия.  
*В статье рассмотрены вопросы, касающиеся сравнительного анализа примерных рабочих программ второго и третьего поколений, который показал, что присутствуют как общие черты, так и существенные различия, которые определяются требованиями самих федеральных государственных образовательных стандартов.*

Analysis, exemplary work program, FSES 2010, FSES 2021, chemistry.  
*The article deals with issues related to a comparative analysis of exemplary work programs of the second and third generations, which showed that there are both common features and significant differences, which are determined by the requirements of the Federal State Educational Standards themselves.*

**А**ктуальность данного исследования связана с тем, что структура и содержание примерных рабочих программ школьной химии претерпели существенные изменения в связи с переходом на ФГОС третьего поколения, который был принят 31.05.2021 [2]. Педагогу важно понять, как учить по новым стандартам и на что нужно обратить особое внимание при проведении занятий.

В связи с внедрением федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО) меняется структура и содержание новой системы основного образования. По-новому определяется качество и результаты образования, что отражается на содержании образовательной программы основного общего образования. Так как химия – это важнейший предмет школьного естественно-научного образования, то для учителя этого предмета важно понять, как грамотно и эффективно построить свою педагогическую деятельность.

Главная задача ФГОС третьего поколения – конкретизация требований к обучающимся [2]. В новом ФГОС 2021 года определяются четкие требования к предметным результатам по каждой учебной дисциплине.

Также в новом стандарте появилось понятие «функциональная грамотность», которая определяется как способность решать учебные задачи и жизненные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности. В данном понятии раскрываются ответы на вопросы «Для чего и зачем учиться?».

ФГОС важны для педагогов, так как на них основаны рабочие программы по предметам и весь учебный процесс в целом. Разработка рабочих программ учителем значительно облегчается наличием примерных рабочих программ, которые предоставляет учителям ФГБНУ «Институт стратегии развития образования РАН». Как раз на основе примерных рабочих программ ООО педагоги составляют рабочие программы по своим предметам.

Рассмотрев содержание примерных рабочих программ [3; 4] по химии за 8 и 9 классы, построенных на ФГОС 2010 и 2021 гг., стоит отметить, что, несмотря на более подробное изложение отдельных понятий в примерной рабочей программе 2010 года, более ясной и конкретной выглядит примерная рабочая программа 2021 года из-за того, что она

точнее определяет тематическое содержание разделов, подробнее описывает химические эксперименты, дополняющие основное содержание, а также реализует практический принцип межпредметной взаимосвязи материала образовательного процесса. Нельзя не отметить, что в примерной рабочей программе 2021 года также раскрывается роль химии в нашем мире и ее вклад в научно-технический прогресс.

Проанализировав на примерах две примерные рабочие программы по химии, следует отметить, что в них действительно ярко проявили себя изменения, которые происходили в самом ФГОС [1; 2] на протяжении этих лет. Также прослеживаются изменения приоритетов в содержании программ, круг их тем, как конкретизировались планируемые результаты и дополнялись химические эксперименты.

Таким образом, примерная рабочая программа 2021 года, которая написана более сжато и лаконично, показала себя более содержательной и конкретной, чем программа 2010 года. Новая примерная программа унифицирует темы и подходы к преподаванию химии. Благодаря этому обучающийся сможет получить все необходимые знания и навыки в любом образовательном учреждении каждого региона РФ, а учитель может быть уверен, что его рабочая программа подойдет для ученика, пришедшего из другой школы.

#### ***Библиографический список***

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» от 17 декабря 2010 г. № 1897 // Министерство юстиций Российской Федерации. 2011 г.
2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» от 31 мая 2021 г. № 287 // Министерство юстиций Российской Федерации. 2021 г.

3. Примерная рабочая программа основного общего образования предмета «Химия» [Электронный ресурс] // Единое содержание общего образования (сайт). URL: [https://edsoo.ru/Primernaya\\_rabochaya\\_programma\\_osnovnogo\\_obschego\\_obrazovaniya\\_predmeta\\_Himiya\\_proekt\\_.htm](https://edsoo.ru/Primernaya_rabochaya_programma_osnovnogo_obschego_obrazovaniya_predmeta_Himiya_proekt_.htm) (дата обращения: 21.04.2023).
4. Примерные программы основного общего образования. Химия. М.: Просвещение, 2010. 48 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ  
ВНЕУРОЧНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ  
КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ  
У ОБУЧАЮЩИХСЯ 8–10 КЛАССОВ  
ORGANIZATION  
OF EXTRA-COURSE WORK IN CHEMISTRY  
AS A MEANS OF FORMING NATURAL SCIENCE  
LITERACY IN 8–10 GRADE STUDENTS**

**П.Г. Кошкарёва**

*МКОУ «Богучанская СОШ № 4», с. Богучаны*

**P.G. Koshkareva**

*МКОУ «Boguchanskaya secondary school № 4»,  
Boguchany*

Естественно-научная грамотность, практико-ориентированное обучение, внеурочная деятельность, кружок по химии, химический эксперимент.

*В статье приведено одно из практических занятий, которое было проведено в рамках работы кружка по химии «Открытая лаборатория». На занятии формируются предметные знания и умения, а также компетенции, составляющие естественно-научную грамотность: научно объяснять явления, научно интерпретировать данные, формулировать выводы, применять методы естественно-научного исследования. В статье отражено практико-ориентированное содержание внеурочного занятия.*

*The article presents one of the practical classes, which was held as part of the work of the circle on chemistry «Open Laboratory». At the lesson, subject knowledge and skills are formed, as well as competencies that make up natural science literacy: scientifically explain phenomena, scientifically interpret data, formulate conclusions, apply methods of natural science research. The article reflects the practice-oriented content of extracurricular activities.*

**В**МКОУ «Богучанская СОШ № 4» с апреля 2023 г. начал работу кружок по химии «Открытая лаборатория» для обучающихся 8–10 классов. Цель «Открытой лаборатории» – формирование у школьников представлений об окружающем мире через проведение химического эксперимента. Школьники к концу учебного года имеют представление об органических соединениях и их роли в организме человека. В рамках внеурочной работы можно провести занятие, позволяющее школьникам усвоить сложный материал о качественных реакциях на органические соединения в форме сюжетно-ролевой игры.

На одном из таких занятий обучающимся было предложено примерить на себя роль врача-лаборанта. Для этого им были выданы смоделированные образцы мочи, к ним прилагались медицинские карты пациентов, где были отмечены их жалобы. Школьникам необходимо было провести анализ мочи согласно инструкции и с учетом жалоб пациентов поставить им диагноз.

Для приготовления образцов мочи в 4 химических стакана необходимо налить воды, добавить несколько капель желтого красителя для придания натурального цвета. В первый стакан необходимо добавить 2 мл раствора глюкозы и 1–2 мл яблочного сока. Во второй стакан необходимо добавить раствор белка. В третий стакан необходимо добавить 2 мл раствора аммиака. В четвертый стакан необходимо добавить 2 мл яблочного сока. Данные образцы «мочи»

выдаются обучающимся. Вместе с образцами «мочи» школьники получают инструкцию:

### **Использование мочи в качестве диагностического инструмента**

1. Изучите жалобы пациентов. Изучите и опишите цвет, запах и прозрачность пяти образцов мочи. Запишите физические наблюдения в таблицу № 1.

**Пациент 1:** Виктор

**Основная жалоба:** больной часто мочится, часто просыпается ночью, чтобы сходить в туалет. Он сообщает о постоянном чувстве жажды и сниженном аппетите.

**Анамнез:** пациенту 34 года. Пациент сообщает, что его бабушка страдала диабетом.

**Пациент 2:** Виктория

**Основная жалоба:** общая усталость, недомогание, постоянное чувство голода.

**История:** Виктории 21 год. Девушка сообщает, что придерживается низкоуглеводной диеты Аткинса, чтобы похудеть.

**Пациент 3:** Александр

**Основная жалоба:** потеря аппетита, частое и болезненное мочеиспускание.

**История:** Александру 14 лет, он занимается плаванием и бейсболом. Мать сообщает, что Александр раньше был очень активным, но чувствовал усталость и истощение и плохо ел.

**Здоровье:** в детстве были ушные инфекции.

**Пациент 4:** Светлана

**Основная жалоба:** частая жажда, сухость во рту, отеки лица, ног, особенно по утрам. Потеря аппетита, тошнота и общая усталость.

**История:** Светлане 25 лет. Отсутствие семейной истории болезней сердца, рака или диабета.



Таблица 1

### Результаты лабораторных исследований образцов мочи

	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Пациент 4
Цвет				
Запах				
Прозрачность				
Наличие сахара				
Наличие белка				

2. Установите присутствие тех или иных веществ в образцах мочи с помощью химических реакций [1]. По окончании реакций продолжите заполнение «Таблицы № 1».

**Глюкоза.** В пробирку налейте образец мочи, добавьте к нему раствор сульфата меди (II). В эту же пробирку добавьте раствор гидроксида натрия. Прилейте еще немного образца мочи. Нагрейте пробирку.

**Белок.** В пробирку налейте образец мочи. Добавьте в нее раствор гидроксида натрия, а затем раствор сульфата меди (II).

3. Изучите «Таблицу 2» и в соответствии с полученными лабораторными результатами поставьте пациентам диагноз [2].

Таблица 2

### Характеристика мочи и состояние здоровья человека

	Если моча...	На что это может указывать...
1	2	3
Цвет	Темно-желтый	Обезвоживание
	Бледно-светло-желтый	Много воды, пациент выпил много жидкости перед тестом
	Оранжево-красный	Оранжево-красный цвет может указывать на кровь в моче (гематурия), может быть вызван повреждением почек или паразитарной инфекцией

1	2	3
Запах	Фруктовый	Наличие кетонов (распад жиров), которые являются продуктом диабета или голодания, или определенного типа диеты
	Неприятный (резкий)	Наличие бактерий
Прозрачность	Прозрачная	Нормальные образцы мочи кажутся чистыми/прозрачными старые образцы могут казаться мутными, если бактерии успели вырасти
	Мутная	Свежие образцы могут казаться мутными, если присутствует инфекция мочевыводящих путей (ИМП) или если в моче есть клетки крови или гной
Наличие веществ:		
Глюкоза	Изменение цвета раствора на темно-синий. При нагревании раствор окрашивается в желтый цвет, а затем выпадает красный осадок	Большое количество сахара в рационе или в недавнем приеме пищи. Диабет
Белки	Раствор окрашивается в фиолетовый цвет	Ненормальное состояние, называемое протеинурией, которое возникает в результате повреждения почек; также может быть вызвано диабетом или высоким кровяным давлением

Такое лабораторное занятие позволяет овладеть обучающимся умением качественно определять глюкозу и белок в растворе. Практическая значимость заключается в формировании у школьников представлений о том, как по физическим признакам мочи вовремя распознать нарушение работы организма у себя или своих близких.

### **Библиографический список**

1. Габриелян О.С. Химия. 10 класс: учебник. М.: Дрофа, 2014. 191 с.
2. Цвет мочи может указывать на состояние здоровья [Электронный ресурс]. URL: <https://dmu-medical.com/news-post/cvet-mochi-mozhet-ukazyvat-na-sostoyanie-zdorovya>

## **ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ PROBLEMS OF ORGANIZING RESEARCH WORK OF SCHOOLCHILDREN**

**Н.В. Кудрявцева**

*МАОУ «Гимназия № 13 “Академ”», г. Красноярск*

**N.V. Kudryavtseva**

*МАОУ «Gymnasium № 13 “Academ”», Krasnoyarsk*

Исследование, научные конференции, лаборатория, научная работа, темы работ, сотрудничество.

*В статье анализируются возможности, мотивация, желание обучающихся заниматься исследовательской работой, а также проблемы учителей, связанные с исследовательской и проектной работой.*

Research, scientific conferences, laboratory, scientific work, topics of work, cooperation.

*The article analyzes the opportunities, motivation, desire of students to engage in research work, as well as the problems of teachers associated with research and project work.*

**И**сследование понимается как процесс выработки новых знаний – в значении и важности для образования занятия исследовательской работой в школе уже давно никто не сомневается. Исследованиями со своими учениками я занимаюсь больше двадцати лет, принимая участие в самых различных научных конференциях и конкурсах школьников.

Занятия серьезной исследовательской работой – это огромные временные затраты, после уроков, в выходные и каникулярные дни, труд в лаборатории, работа с литературой, работа с Интернетом, участие в конкурсах – это нервное и материально затратное дело. В результате реально занимаются исследовательской работой в старших классах гимназии не больше пяти процентов учеников [1].

В нашей гимназии созданы классы РАН (Российской академии наук), в которых обучающиеся должны заниматься исследовательской работой, как само собой разумеющееся занятие. Гимназия установила на основе Договора о сотрудничестве взаимодействие с кафедрой биологии СФУ. Научные сотрудники читают лекции, проводят практические занятия с этими классами.

Зачем научная работа учителю? При нагрузке тридцать часов, подготовке к олимпиадам, внеклассной работе по популяризации науки и воспитанию «за интерес»? Только затем, что дает возможность учителю самому меняться и расти профессионально. Также еще для «аттестации». Обязательность для школьного учителя ежегодно участвовать с детьми в конкурсах приводит к бесконечно повторяющимся «исследованиям состава чая и кофе», переписыванию работ из Интернета, или сменой названий работы и авторов при прежнем ее содержании [2].

Примеры некоторых исследований, которые представляли учащиеся района на муниципальном НПК, экспертом которого я являлась:

1. Исследование групп крови и их влияние на характер человека.
2. Влияние учебной нагрузки на зрение школьников.
3. Причины гибели людей на естественных водных объектах.
4. Готов к труду и обороне.
5. Фруктоза и глюкоза в продуктах питания.

6. Сравнение методов отбеливания зубов.
7. Влияние некоторых веществ в чипсах на здоровье лабораторных мышей.
8. Антропометрические и биомпедансометрические показатели для детей подросткового возраста.
9. Биотоксичность просроченных лекарственных средств.
10. Дар природы.

Вот такие темы обсуждали, большая часть работ мало похожа на исследовательские, больше похожи на рекламу или в лучшем случае, реферативные или проектные работы. В условиях школьной лаборатории нет возможности сделать интересное исследование с соблюдением методик и проведения эксперимента. Сейчас с обучающимися занимаются ученые из СФУ, но в этом году не было выставлено на НПК ни одной работы под руководством научных сотрудников. Таким образом, учителя по-прежнему остаются единственными вдохновителями и организаторами исследовательских работ. В исследовательском обучении позиции учителя и учащегося уравниваются, поскольку самому педагогу, как правило, неизвестны результаты предстоящей работы, тогда мы становимся коллегами, партнерами [3]. А это – благоприятный психологический микроклимат, положительно влияющий на развитие индивидуальности обучающегося и результаты его самореализации.

#### ***Библиографический список***

1. Развитие исследовательской деятельности учащихся / под редакцией А.С. Обухова. М.: Народное образование, 2021. С. 208–212.
2. Вохменцева Е.А. Исследовательская деятельность учащихся как средство формирования ключевых компетентностей // Актуальные задачи педагогики: материалы междунар. науч. конф. Чита: Молодой ученый, 2011.
3. Батюта Е.А. Мотивация исследовательской деятельности школьников. Екатеринбург, 2015. 18 с.

**ВОЗМОЖНОСТИ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ  
В ПРОЕКТНОЙ РАБОТЕ ШКОЛЬНИКОВ  
OPPORTUNITIES  
FOR PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION  
IN PROJECT WORK OF SCHOOLCHILDREN**

**Н.Н. Поддубецкая<sup>1</sup>, И.В. Рыженков<sup>1</sup>, О.Н. Финогенова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*МБОУ «Школа № 98», г. Железногорск*

<sup>2</sup>*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**N.N. Poddubetskaya<sup>1</sup>, I.V. Ryzhenkov<sup>1</sup>, O.N. Finogenova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*MBOU «School № 98», Zheleznogorsk*

<sup>2</sup>*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Проектная работа, профессиональное самоопределение школьников.  
*В статье представлены условия сопровождения профессионального самоопределения школьников в образовательном процессе. В опыте Железногорской школы № 98 (Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя школа № 98») реализуются формы образовательной деятельности, стимулирующие проектную деятельность обучающихся и создающие условия для их профессионального самоопределения.*

Project work, professional self-determination of schoolchildren.  
*The article presents the conditions for supporting the professional self-determination of schoolchildren in the educational process. In the experience of the Zheleznogorsk school No. 98 (Municipal budgetary educational institution «Secondary school No. 98»), forms of educational activities are implemented that stimulate students' project activities and create conditions for their professional self-determination.*

**Н**аиболее масштабной целью школьного образования является социализация и профессионализация школьников, подготовка их к самореализации в профессиональной деятельности. Общеобразовательная школа является

наиболее значимым субъектом профессионального самоопределения в период ранней юности [1]. В обновленном ФГОС основного образования (2021) особое внимание уделяется формам организации обучения, инициирующим собственные действия обучающегося, в том числе – проектной работе школьников [2].

Школа, рассматриваемая в широком смысле как среда развития личности, содержит множество механизмов профессионального самоопределения обучающегося:

- апробация интересов в спектре видов профессиональной деятельности, соответствующих набору изучаемых в школе дисциплин;

- формирование умений познавательной и академической деятельности.

- пробы возможностей в социальных видах деятельности – организаторской и общественной.

Есть и ограничения возможностей профориентационного самоопределения в школе – это преобладание академических видов деятельности школьников и ограниченная их субъектность. Эти ограничения могут быть сняты в проектной работе школьников, которая создает условия:

- профессионализации, деятельности в предмете профессии;

- понимания школьником прикладной значимости обучения;

- понимания значимости труда, его социального смысла;

- формирования профессионально-образовательной траектории и т.д. [3].

В железногорской школе 98 проектная работа школьников интегрирована в форматы основного и дополнительного образования. МБОУ «Школа № 98» имеет богатый и эффективный опыт проектной работы в области профессиональной ориентации обучающихся. Благодаря участию

в проектной деятельности с профориентацией в области естественных наук, наши обучающиеся стали успешны в области химии (в том числе ядерной), медицины. Выпускники профильных программ школы работают в лабораториях и на руководящих постах ФГУП ГХК, Клинической больницы № 51, образовательных организациях г. Железногорска и Красноярского края. Продолжается дальнейшее сотрудничество с данными предприятиями в области профориентации.

Организованы формы сотрудничества с медико-фармацевтическим колледжем города Красноярска. Реализован совместный с медико-фармацевтическим колледжем проект «Медицинский класс».

Школа №98 при поддержке СФУ имеет десятилетний опыт реализации дополнительных общеобразовательных программ в области химии.

Сетевой проект с ФГУП ГХК, СФУ, школой № 97 г. Железногорска «Межшкольная химическая лаборатория» с целью популяризации химической науки, повышения ценности экспериментальной работы в данной области успешно существует с 2013 года. За это время десятки школьников города смогли попробовать свои силы в области практической химии. В 2023 году участником проекта «Межшкольная химическая лаборатория» стал Ачинский колледж нефти и газа, а также Железногорский центр занятости населения. В проектом мероприятии участвовали 11 образовательных организаций города. По отзывам ребят, преподавателей, данное мероприятие крайне интересно с точки зрения профессиональной ориентации.

Как подтверждение эффективности деятельности школы № 98 в области профессиональной ориентации Министерством образования Красноярского края в 2021 году ей присвоен статус Региональной инновационной площадки по теме «Профессиональное самоопределение обучающихся».



Перечисленные формы образовательной деятельности создают условия для включения проектной работы в социально-профессиональный контекст профессионального самоопределения школьников. Кроме этих масштабных форматов, в школе № 98 реализуются и локальные профориентационные проекты. Школьницей одиннадцатого класса создан проект «Путь в медицину», в рамках которого разработан алгоритм действий школьников, намеревающихся посвятить себя медицинским профессиям. Автор проекта разработала схему действий школьника, в которую включены:

- апробация интереса к профессиям медицинской сферы;

- осведомленность о профессионально важных и профессионально неприемлемых для медика качествах, профессиональных способностях;

- ознакомление со специальностями профессиональной области «медицина»;

- навигация в образовательных учреждениях профессиональной медицинской подготовки;

- знакомство с условиями поступления в медицинские образовательные учреждения и дополнительными возможностями поступления;

- построение вариативного плана действий обучающегося по приобретению профессионального медицинского образования.

Таким образом, проектная работа может рассматриваться как катализатор процессов профессиональной социализации, протекающих в образовательном процессе школы. В образовательном процессе школы могут быть организованы условия, при которых проектная работа становится механизмом профессионального самоопределения школьников, в том числе: сотрудничество с учреждениями профессионального образования, с работодателями, включенность

в сетевые проекты, включение школьников в программы профессиональной подготовки.

### ***Библиографический список***

1. Вахрушев С.А., Дмитриев В.А. Некоторые проблемы внедрения проектной деятельности в школьном образовании // АНИ: педагогика и психология. 2021. № 1 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-problemy-vnedreniya-proektnoy-deyatelnosti-v-shkolnom-obrazovanii> (дата обращения: 01.05.2023).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287).
3. Обухов А.С. Развитие исследовательской деятельности учащихся. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Национальный книжный центр, 2015.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ METHOD FOR CARRYING OUT A CHEMICAL EXPERIMENT AT HOME CONDITIONS**

**Н.В. Польская**  
Научный руководитель **Ю.Г. Ромашкова**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**N.V. Polskaya**  
Scientific adviser **Yu.G. Romashkova**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

Методика обучения, домашний химический эксперимент, эфирные масла. В статье рассматривается роль и значение домашнего химического эксперимента в процессе обучения. Приводится два лабораторных опыта, адаптированные для их проведения в домашних условиях.

Teaching methodology, home chemistry experiment, essential oils.

*This article discusses the role and importance of a home chemical experiment in the learning process. Two laboratory experiments adapted for their implementation at home are given.*

Федеральный государственный общеобразовательный стандарт содержит перечень компетенций, которыми должен овладеть обучающийся по окончании общеобразовательного учреждения [1]. Предмет химии в школьном курсе позволяет овладеть базовым понятийным аппаратом, уметь определять строение вещества и прогнозировать его свойства, объясняя их химическими уравнениями, проводить учебно-исследовательские проекты с использованием эксперимента. Данные компетенции формируются и развиваются в ходе урока и грамотно построенного домашнего задания.

Продуктивным методом изучения химии является химический эксперимент. Он формирует и развивает исследовательские навыки, углубляет теоретические знания о веществах, формирует умение работать с лабораторным оборудованием. Правильно подобранный химический эксперимент можно давать обучающимся в качестве домашнего задания.

Домашний эксперимент должен отвечать ряду критериев. Обучающийся должен иметь возможность проводить опыт с минимум затрат: сырье и материалы должны быть легкодоступными, а при необходимости их приобретения, дешевыми. Обязательно наличие подробной инструкции по выполнению опыта и описания предполагаемого результата, а также возможность полного соблюдения техники безопасности в домашних условиях.

В качестве примера домашнего эксперимента предлагаются два лабораторных опыта по получению эфирных масел [2; 3]. Они позволяют углубить знания по разделу органической химии, развить умения проведения опыта,

эстетического восприятия и практического значения химии в обыденной жизни.

Одним из способов получения эфирных масел является метод настаивания [4]. Методика проведения включает ряд операций.

1. В качестве сырья можно использовать цветочные лепестки или кожуру цитрусовых.

2. Растительное сырье поместить в стеклянную банку и залить очищенным растительным маслом так, чтобы смесь полностью прикрыла растительный материал.

3. Емкость плотно закрыть крышкой и оставить в темном прохладном месте минимум на 3 дня. Для максимальной концентрации эфира возможно настаивание в течение 1–3 месяцев.

4. После завершения настаивания масляную смесь отжать через марлю. Готовый экстракт можно хранить в стеклянной или керамической таре до 4–6 месяцев.

При наличии сочных частей плодовых растений можно получить эфирное масло методом отжима. Рассмотрим методику данного опыта на примере цитрусовых [5].

1. Цедру чистого фрукта измельчить и растереть в ступке до появления маслянистой жидкости.

2. Обработанное сырье поместить в стеклянную банку и залить базовым маслом так, чтобы оно полностью покрывало сырье.

3. Закрытую банку поместить в темное место на 3 дня.

4. После указанного времени собрать водяную баню из двух кастрюль разного размера, вставленных одну в другую. Растительный материал поместить в меньшую кастрюлю, в большую налить воды и нагреть установку до кипения. Выдержать растительный материал в водяной бане в течение 30 мин.

5. После охлаждения полученную смесь процедить через марлю и выжать эфирное масло. Хранить в герметичной таре до 6 месяцев.

Некоторые лабораторные опыты из школьного курса химии можно модернизировать для их выполнения в домашних условиях с учетом особенностей возрастной группы обучающихся. Лабораторное оборудование можно заменить бытовыми объектами, а растительное сырье приобрести не только в магазине, но и собрать самостоятельно. Таким образом, химический эксперимент возможно проводить не только во время учебного года, но и в каникулярное время, тем самым поддерживая и развивая интерес к науке.

#### ***Библиографический список***

1. Приказ № 287 Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (зарегистрирован 05.07.2021) [Электронный ресурс]. 126 с. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027?index=3&rangeSize=1> (дата обращения: 12.12.2022).
2. Д-р Дэвид К. Хилл. Эфирные масла dōTERRA®. Руководство по химии. М.: dōTERRA®, 2020. 69 с.
3. VivaScent®. Методы получения эфирных масел [Электронный ресурс]. URL: <https://shop.vivascent.com.ua/ru/metody-polucheniya-efirnykh-masel/> (дата обращения: 18.11.2022).
4. Ароматные лайфхаки: как сделать эфирное масло в домашних условиях [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thevoicemag.ru/lifestyle/lifehacks/aromatnye-layfhaki-kak-sdelat-efirnoe-maslo-v-domashnih-usloviyah/> (дата обращения: 20.12.2022).
5. Способы получения эфирных масел [Электронный ресурс]. URL: <https://www.barakat-musk.ru/sposoby-polucheniya-efirnyh-masel#bl190> (дата обращения: 18.11.2022).

**РАЗРАБОТКА ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА  
«ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ»  
ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА  
DEVELOPMENT OF AN OPTIONAL COURSE  
«ENTERTAINING CHEMISTRY»  
FOR PRIMARY SCHOOL CHILDREN**

**А.Д. Проскурина**  
*Научный руководитель А.С. Олейник*  
*НГПУ, г. Новосибирск*

**A.D. Proskurina**  
*Scientific supervisor A.S. Oleinik*  
*NSPU, Novosibirsk*

Дополнительное образование, внеурочная деятельность, факультативный курс, занятия по химии.

*В статье описана разработка факультативного курса для детей младшего школьного возраста «Занимательная химия».*

Additional education, extracurricular activities, elective course, chemistry classes.

*The article describes the development of an optional course for primary school children «Entertaining chemistry».*

**В** современном образовании используются различные методики воспитания и обучения, которые постоянно изменяются, преобразуются и охватывают новые направления. Безостановочно создаются все новые вариации направлений подготовки детей, различные программы для учебных заведений, специализированные классы, школьные кружки, элективные курсы, факультативные занятия и т.д.

В Российской Федерации для создания единой образовательной системы существуют образовательные стандарты,

предъявляющие требования как к образовательному процессу, так и к выпускнику на разных уровнях. Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) – совокупность обязательных требований к образованию определенного уровня и (или) к профессии, специальности и направлению подготовки, утвержденных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования [1].

Согласно федеральному государственному стандарту начального общего образования, для обучающихся должны создаваться условия, направленные на выявление и развитие их способностей обучающихся через систему клубов, секций, студий и кружков, организацию общественно полезной деятельности, в том числе социальной практики, используя возможности организаций дополнительного образования. В целях обеспечения индивидуальных потребностей обучающихся в образовательной программе начального общего образования предусматриваются учебные курсы, обеспечивающие различные интересы обучающихся и внеурочная деятельность [2].

План внеурочной деятельности организации, осуществляющей образовательную деятельность, определяет состав и структуру направлений, формы организации, объем внеурочной деятельности для обучающихся начальных классов (до 1350 часов за четыре года обучения) с учетом их интересов и возможностей [3].

В настоящий момент развитие химии набирает стремительные обороты, она стала не просто наукой, которую дети изучают в школе и применяют взрослые на различных производствах, а неотъемлемой частью жизни каждого человека с самого рождения. Для детей младшего школьного

возраста важно расширять их знания об окружающем мире и научить правильно с ним взаимодействовать.

В связи с вышесказанным цель данной работы – разработка факультативного курса «Занимательная химия». Данная программа является модульной и разработана для дополнительного образования детей младшего школьного возраста.

Данный курс разработан в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 17.02.2023) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023). Основная масса занятий имеет прикладной характер и направлена на развитие практических навыков. Все проводимые опыты являются теоретически обоснованными. Вся деятельность учащихся является самостоятельной, но под обязательным контролем учителя.

Основываясь на требованиях ФГОС НОО, наш курс нацелен на формирование умений исследовать свойства веществ, самостоятельно планировать и проводить химический эксперимент с соблюдением техники безопасности; овладение умениями выдвигать гипотезы на основе знаний о веществах и основных химических законах, проверяя их экспериментально; выработать умения по прогнозированию, анализированию и оцениванию тех или иных ситуаций; овладение системой знаний о методах научного познания явления природы, используемых в естественных науках, и умение применять эти знания во время экспериментальной деятельности; освоение умений осознавать опасность воздействия на живые организмы определенных веществ.

Программа факультативного курса рассчитана на 55 часов, каждое занятие длительностью в один академический час. Тематическое планирование представлено в таблице.



## Тематическое планирование

Модуль программы (кол-во часов)	Тема занятия (кол-во часов)
1. Блок простых опытов (9 часов)	1.1 Волшебная наука химия 1.2 Фантастическая вода 1.3 Как образуются молекулы 1.4 Тайна молекул и атомов. Термометры 1.5 Какие бывают реакции 1.6 Состояние вещества. Диффузия 1.7 Растворимость 1.8 Плотность вещества 1.9 Обобщающее занятие
2. Химия на кухне (12 часов)	2.1 Химия на кухне 2.2 Газированные напитки 2.3 Исследование соков 2.4 Витамины 2.5 Мед и сахар 2.6 Исследование майонеза и сметаны 2.7 Исследование продуктов на крахмал 2.8 Косметика и моющие средства 2.9 Пищевые добавки 2.10 Белки. Жиры. Углеводы. 2.11 МК Секреты молекулярной химии 2.12 Обобщающее занятие
3. Таблица Менделеева (15 часов)	3.1 Знакомство с таблицей Менделеева 3.2 Магический кислород 3.3 Шестой элемент 3.4 Углекислый газ 3.5 Небесный металл 3.6 Железо и коррозия 3.7 Король минералов кальций + химия и стоматология 3.8 Очищающий камень марганец 3.9 Меднение и патинирование 3.10 Горный элемент 3.11 Волшебные металлы 3.12 Галогены и йод 3.13 Азот и его соли 3.14 Мегамолекулы – полимеры 3.15 Обобщающее занятие

Таким образом, нами разработана трехмодульная программа дополнительного образования для младших школьников, направленная на развитие познавательной активности, любознательности и интереса к химии.

#### ***Библиографический список***

1. Официальный сайт федерального государственного образовательного стандарта «ФГОС» [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/?ysclid=lgq5zmzgsq578512525>
2. Официальный сайт федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования «ФГОС» [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo>
3. Официальный сайт федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования «ФГОС» [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-noo>

### **РАБОТА В МАЛЫХ ГРУППАХ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ХИМИИ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ WORK IN SMALL GROUPS IN LABORATORY LESSONS IN CHEMISTRY AT A MEDICAL UNIVERSITY**

**Т.А. Руковец**

*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**T.A. Rukovets**

*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State  
Medical University, Krasnoyarsk*

Работа в малых группах, интерактивные методы обучения, познавательная активность, лабораторные занятия, химия.

*В статье изложен опыт использования приема работы в малых группах на лабораторных занятиях по химии у студентов 1 курса лечебного и педиатрического факультетов Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого. Обсуждаются результаты анкетирования студентов на тему привлекательности для них различных форм работы на занятиях по химии.*

Group work, cognitive activity, laboratory classes, chemistry.

*The article describes the experience of using the reception of work in small groups in laboratory chemistry classes for 1st-year students of the medical and pediatric faculties of the Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky. The results of a survey of students on the attractiveness of various forms of work for them in chemistry classes are discussed.*

**П**ри использовании на занятиях по химии интерактивных методов обучения все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом и погружаются в атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем [1]. Среди множества педагогических технологий, применяемых для повышения качества учебно-воспитательного процесса, можно выделить прием работы в малых группах, основанный на сотрудничестве обучающихся [2].

Работа в малых группах проводилась на занятиях по химии по темам «Углеводы», «Карбоновые кислоты и их функциональные производные» и «Липиды». На момент проведения лабораторных занятий лекции по данным темам уже были прочитаны студентам.

Занятия включали следующие этапы:

- 1) распределение студентов по группам (3–4 человека);
- 2) выдача карточек с заданиями согласно уровню групп;
- 3) подготовка групп к выступлению (15–20 минут);
- 4) обсуждение вопросов темы (группы представляют ответы на вопросы, отвечают на вопросы студентов и преподавателя);
- 5) подведение итогов и выставление оценок.

Карточки с вопросами были составлены таким образом, чтобы в результате работы каждой малой группы был охвачен определенный раздел изучаемой темы. Ниже представлены карточки с вопросами по теме «Липиды».

<p style="text-align: center;"><b>Группа № 1</b></p> <p><b>Цель:</b> <i>дать общее представление о липидах.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое липиды?</li> <li>2. Классификация липидов по отношению к гидролизу.</li> <li>3. Перечислите функции различных групп липидов (омыляемых и неомыляемых)</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Группа № 2</b></p> <p><b>Цель:</b> <i>познакомить с основными компонентами липидов.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие спирты встречаются в составе липидов? Напишите формулы.</li> <li>2. Какие жирные кислоты входят в состав липидов?</li> <li>3. Напишите схему синтеза цетилпальмитата из составляющих его компонентов. К какому классу относится это вещество?</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>Группа № 3</b></p> <p><b>Цель:</b> <i>обсудить свойства простых омыляемых липидов.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое триацилглицерины?</li> <li>2. Как зависит консистенция триацилглицеринов от входящих в их состав жирных кислот?</li> <li>3. Напишите схему синтеза любого твердого жира из образующих его компонентов, а затем напишите схему реакции его омыления</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Группа № 4</b></p> <p><b>Цель:</b> <i>познакомить со строением сложных омыляемых липидов.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сколько компонентов входит в состав сложных омыляемых липидов?</li> <li>2. Изобразите формулу фосфатидилэтаноламина. Укажите компоненты, выделите и назовите связи между компонентами.</li> <li>3. Покажите в молекуле фосфатидилэтаноламина полярную головку и неполярные хвосты</li> </ol>

Студенты сами распределяли вопросы внутри группы. Более сильные студенты контролировали выполнение заданий хуже успевающими обучающимися. Каждая группа представляла результаты своей работы, выступая у доски с ответами. Работа студентов оценивалась преподавателем индивидуально в зависимости от вклада в работу группы, правильности выполнения заданий и ответов на вопросы, а также общей познавательной активности во время занятия.

В эксперименте принимали участие 8 студенческих групп (10–12 человек). После проведения нескольких занятий в интерактивном формате (работа в малых группах) студентам предлагалось пройти анкетирование в Google Forms:

«Анкета удовлетворенности работой в малых группах на занятиях по химии». Участие в анкетировании приняли 76 студентов, из них 71,1% женщин и 28,9% мужчин; 88,2% из них моложе 20 лет:

На вопрос «Чем Вам нравится групповая работа?» 60 студентов (78,9%) ответили, что при таком формате лучше усваивается тема, 40 студентов (52,6%) устраивает, что ответственность за результат поделена между членами группы, а 34 студента (44,7%) испытывали меньший стресс при работе в группах, т.к. не нужно выходить к доске одному. Также 4 человека отметили развитие навыков командной работы (свой вариант ответа).

Студентам было предложено ответить на вопрос «Чем Вас не устраивает групповая работа?». Из предложенных вариантов ответа 10,5% обучающихся отметили, что хуже усваивается тема, у 11,8% нет одногруппников, с которыми хотелось бы работать в команде, а 9,2% студентов работа в малых группах не дает возможности проявить себя (рисунок 1).

Кроме того, среди недостатков групповой работы было отмечено неодинаковое качество работы разных по силе групп, что препятствует хорошему освоению темы.



Рис. 1. Результаты анкетирования студентов

На вопрос «Какая форма работы на занятиях по химии для Вас наиболее предпочтительна?» 68,8% обучающихся ответили, что лучший вариант – работа в группах, 26% устраивает чередование обоих форматов (рисунок 2):

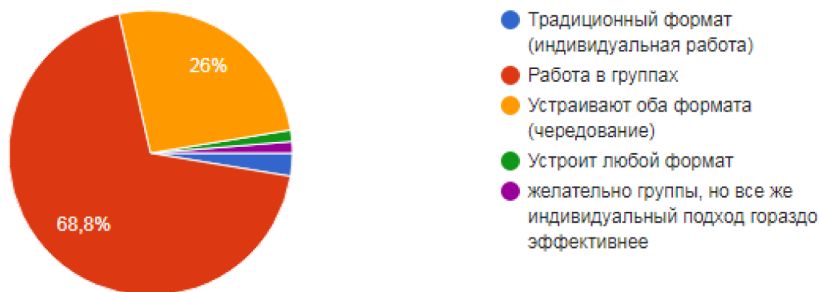


Рис. 2. Результаты анкетирования студентов

Таким образом, работа в малых группах позволяет обучающимся лучше осваивать тему, т.к. ответственность за результат работы лежит на самих студентах, а также помогает снизить уровень тревожности и развить навыки сотрудничества, что имеет важное значение для будущей профессиональной деятельности.

#### ***Библиографический список***

1. Кузьменок Н.М., Михаленок С.Г. Метод интерактивного обучения в организации лабораторного практикума по курсу «Органическая химия» // Труды БГТУ. 2014. № 8. С. 80–82.
2. Посягина Е.В. Опыт использования групповой формы обучения на уроках химии // Вестник ПГГПУ. Серия № 3. Гуманитарные и общественные науки. 2023. Вып. 1. С. 98–104.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ  
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ  
THE USE OF DIGITAL EDUCATIONAL PLATFORMS  
IN THE PROCESS OF TEACHING CHEMISTRY**

**Е.В. Селезова**

*КГАОУ «Школа космонавтики», г. Железногорск*

**E.V. Selezova**

*KSAOU «School of Cosmonautics», Zheleznogorsk*

Информационные образовательные технологии, электронная среда, дистанционное обучение, дистанционные образовательные технологии, Discord.

*В статье анализируются некоторые цифровые образовательные сервисы и ресурсы, цифровые образовательные платформы, которые можно использовать для организации современного образовательного процесса по химии. Приведен пример применения при обучении химии, хорошо известного современному цифровому поколению, геймерского чата (мессенджера) – Discorda, являющегося аналогом популярных программ для видео и голосовой связи через Интернет.*

Information educational technologies, electronic environment, distance learning, distance educational technologies, Discord.

*The article analyzes some digital educational services and resources, digital educational platforms that can be used to organize a modern educational process in chemistry. An example of the use of a well-known to the modern digital generation of a gamer chat (messenger) – Discord, which is an analogue of popular programs for video and voice communication over the Internet, in teaching chemistry is given.*

**С**овременная система химического образования за последние годы переживает значительные изменения, касающиеся как содержательной стороны данного образовательного процесса, так и способов его организации. При этом в число наиболее значимых входят информационные образовательные технологии, что отражено в законе

«Об образовании в Российской Федерации», к которым можно отнести: *обучение с веб-поддержкой* – модель, в которой до 30% времени при обучении химии отводится на самостоятельную работу обучающихся в электронной среде; *смешанное обучение (blended learning)* – модель, построенная на основе интеграции средств, методов, технологий традиционного и электронного обучения; *полное электронное обучение* (дистанционное обучение, online-обучение). Под *дистанционными образовательными технологиями* (ДОТ) понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Дистанционное обучение химии наравне с положительными сторонами (учитель может показать эксперименты с опасными химическими веществами, работа с детьми с ОВЗ или часто болеющими, реализация проектно-исследовательской работы, работа с одаренными детьми, персонализация обучения и пр.) имеет и свои отрицательные моменты. Самый главный недостаток – отсутствие прямого контакта между участниками образовательного процесса. Поэтому для учителя очень важно организовать образовательную среду таким образом, чтобы online-обучение способствовало полноценному гармоничному развитию личности. Это будет возможно, если:

- найти простой и удобный инструмент для обучения;
- необходимо собрать учебный материал разного уровня сложности (ваши лекции, прочитанные online или записанные, статьи, презентации и т.д.);
- заранее продумать формат индивидуальной и групповой работы, включая разнообразные интерактивные технологии и средства обучения;
- предусмотреть соединение коллективной учебной деятельности с индивидуальным подходом;



– необходимо контролировать самостоятельную работу обучающегося над содержанием – рефлексия, ответы на вопросы, самостоятельные проекты и пр.

Основные цифровые ресурсы и сервисы (цифровые образовательные платформы), которые может использовать учитель для организации образовательного процесса по химии в электронной образовательной среде, можно разделить на следующие:

– *Контентные проекты.* К ним относятся все образовательные платформы, основным предложением которых являются цифровые учебные материалы. (Библиотека видеоуроков «InternetUrok.ru», Мобильное электронное образование (МЭО), «Открытая школа», «Lecta», «Лекториум» и др.).

– *Тренажеры.* Образовательные платформы, где преобладает не содержание, а коллекции интерактивных заданий с автоматической проверкой ответа («Учи.ру», «ЯКласс», Google Classroom и др.).

– *Дистанционные школы.* Платформа, предлагающая полноценное дистанционное обучение (Домашняя школа «InternetUrok.ru», домашняя школа «Foxford» и др.).

Также к новым тенденциям в образовании относятся: «носимые» гаджеты, мобильное обучение, «облачные» технологии (Google Classroom, Blackboard), социальные сети (Facebook, Instagram, Twitter, YouTube, «ВКонтакте», Tik Tok и др.), мессенджеры (Viber, WhatsApp, Discord) и др.

Что касается сервисов и инструментов, позволяющих реализовать эффективное взаимодействие и организацию деятельности учителей и учеников в цифровой среде, к ним можно отнести:

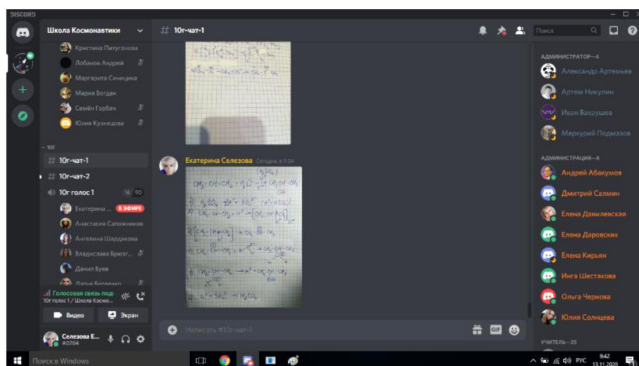
– *организация работы с документами, презентациями и таблицами* (документы Google, Microsoft Office, Яндекс диск и др.);

– *организация работы с использованием инструментов трансляции и видеосвязи* (Skype, Zoom, Webinar.ru и др.);

- организация опросов и проведение тестов (Google Forms, Quizizz, Kahoot, On line Test Pad, Plickers и др.);
- организация совместной проектной работы (GlobalLab).

Организовать дистанционное обучение можно, используя любой удобный online-сервис, даже хорошо известные современному цифровому поколению геймерские чаты, например, Discord, являющийся аналогом популярных программ для видео и голосовой связи через Интернет. Для проведения дистанционных занятий в Discorde имеются следующие возможности:

- для каждого учебного класса/группы можно создать отдельный голосовой и текстовый канал;
- всегда можно увидеть, кто именно находится в голосовом канале;
- для демонстрации презентаций, видеороликов и других документов учитель (или обучающийся) может использовать функцию «Экран» (прямой эфир) и транслировать изображение на всю группу обучающихся (рисунок);



*Рис. Прямой эфир в Discorde*

- в текстовом чате можно закреплять сообщения; можно отправить абсолютно любые файлы – текстовые, графические и др.;

– возможны индивидуальные звонки (видео) между пользователями;

– все данные хранятся на сервере, доступ к которым возможен с любого устройства (смартфона, компьютера), возможно параллельное использование мессенджера для удобства виртуального общения и обмена информацией [1].

Таким образом, современный урок химии с использованием различных систем управления обучением, систем видеоконференций, социальных сетей, систем проверки знаний, современных мессенджеров может стать эффективным средством организации продуктивного сотрудничества учителя и обучающихся.

#### ***Библиографический список***

1. Селезова Е.В. Дистанционное обучение: образовательная среда как средство педагогического воздействия // Химия в школе. 2021. № 9. С. 21–25.

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ХИМИИ ДЛЯ 8–9-х КЛАССОВ LABORATORY WORKSHOP IN CHEMISTRY FOR GRADES 8–9**

**В.В. Сузгаева**

Научный руководитель **О.И. Фоминых**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**V.V. Suzgaeva**

Scientific adviser **O.I. Fominyh**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

ФГОС, примерная программа ООО, лабораторный практикум, методическое пособие, школьный химический эксперимент.

*В статье рассмотрен лабораторный практикум как вид самостоятельной работы обучающихся в условиях реализации ФГОС ООО. Разработаны методические рекомендации по проведению экспериментальных работ.*

Federal State Educational Standard, Exemplary Program ООО, laboratory workshop, methodological manual, school chemical experiment.

*The article considers a laboratory workshop as a type of independent work of students in the conditions of the implementation of FGOS ООО. Methodological recommendations for conducting experimental work have been developed.*

Лабораторный практикум – это один из видов самостоятельной практической работы обучающихся, на которой путем проведения экспериментов происходит углубление и закрепление теоретических знаний [1]. Необходимость практических видов работы неоднократно обосновывалось теоретиками и практиками. В условиях реализации ФГОС ООО лабораторный практикум приобретает дополнительную значимость, а именно позволяет развивать систему познавательных универсальных учебных действий (анализ, умозаключение, представление результатов работы и др.) [2].

Преимущества такой работы – в освоении учащимся системы химических знаний, приобретении представлений о закономерностях и познаваемости явлений природы.

Экспериментальные работы по химии определяются примерной рабочей программой основного общего образования (ООО) [3]. На учебный год обучения химии в 8-х классах предлагается: 24 демонстрации, 12 лабораторных опытов, 6 практических работ. В 9-х классах: 25 демонстраций, 12 лабораторных работ, 7 практических работ. Инструкции к лабораторным работам, как правило, размещаются в учебниках или рабочих тетрадях для лабораторно-практических работ. Однако инструкции к демонстрационным экспериментам отсутствуют в учебно-методических комплексах, а, следовательно, отсутствуют методические рекомендации по подготовке учителя к реализации экспериментальных работ.

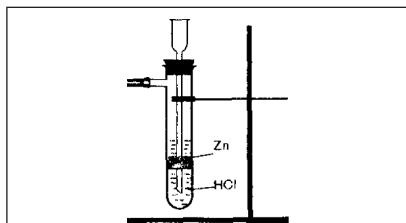
Химический эксперимент в обучении химии представлен демонстрационными опытами, проводимыми исключительно учителем, лабораторными и практическими

работами. Поэтому разработанный лабораторный практикум по химии включает: правила техники безопасности, методические рекомендации по организации химического эксперимента (демонстрационного, лабораторного, практического) и инструкционные карты для обучающихся.

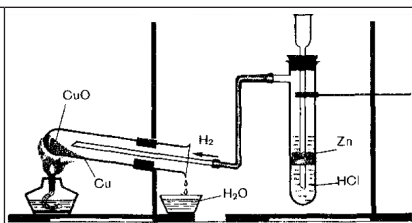
Приведем примеры методических рекомендаций из лабораторного практикума по проведению школьного химического эксперимента на примере темы «Водород. Понятия о кислотах и солях».

*Демонстрация «Взаимодействие водорода с оксидом меди (II)» (8 класс).*

Соберите прибор, как показано на рисунке 1, и проверьте его на герметичность. Положите в пробирку 8–10 кусочков цинка и прилейте 5–6 мл раствора соляной кислоты. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, соберите водород в перевернутую дном пробирку, а затем проверьте выделяющийся водород на чистоту.



*Рис. 1. Прибор для получения водорода*



*Рис. 2. Установка восстановления меди водородом*

Конец газоотводной трубки поместите в пробирку с оксидом меди (II), как показано на рисунке 2. Пробирка с оксидом меди (II) должна быть закреплена в штативе под углом так, чтобы ее отверстие находилось ниже дна. Пробирку нагрейте в том месте, где находится оксид меди (II). Как только заметите появление порошка красного цвета, нагревание прекратите.

## 8 класс. Лабораторная работа

### «Взаимодействие кислот с металлами»

**Цель работы:** изучить отношение кислот к металлам.

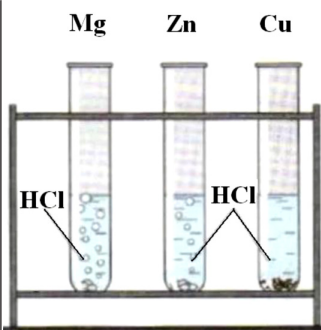
#### Оборудование:

3 пробирки, штатив для пробирок

#### Реактивы:

цинк, магний и медь, раствор соляной кислоты

#### Установка



#### Ход работы:

1. В три пробирки поместите металлы: в первую – магний, во вторую – цинк, в третью – медь.
2. В каждую пробирку прилейте по 2 мл раствора соляной кислоты.
3. Сделайте наблюдения.
4. Ответьте на вопросы и выполните задания.

#### Вопросы и задания

- 1) Сравните интенсивность выделения газа в проведенных вами реакциях.
- 2) Используя ряд напряжений металлов, ответьте на вопросы:
  - а) Как взаимодействуют с кислотами металлы, стоящие в ряду левее водорода?
  - б) Как взаимодействуют с кислотами металлы, стоящие в ряду правее водорода?
3. Какие продукты образуются в ходе реакций между растворами кислот и металлами?
4. Составьте уравнения химических реакций.
5. Укажите тип реакций.

## 8 класс. Практическая работа

### «Получение и соби́рание водоро́да, изучение его свойств»

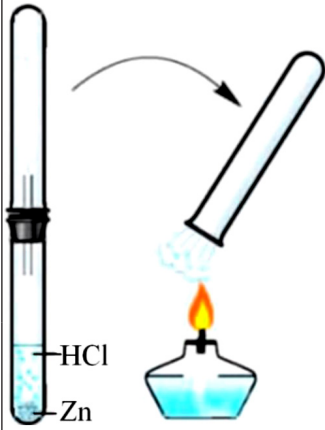
**Цель работы:** получить газообразный водород, собрать его в пробирку и подтвердить наличие данного газа.

#### Оборудование:

спиртовка, спички, 2 пробирки, пробка с газоотводной трубкой, штатив для пробирок

#### Ход работы:

1. Поместите в пробирку 1–2 гранулы цинка.
2. Добавьте 3 мл раствора соляной кислоты.
3. Сделайте наблюдения.

<p><b>Реактивы:</b> гранулы цинка, раствор соляной кислоты</p> <p><b>Установка</b></p> 	<p>4. Закройте пробирку пробкой с газотводной трубкой. Наденьте на кончик трубки другую пробирку (см. установку).</p> <p>5. Подождите некоторое время, чтобы пробирка заполнилась выделяющимся газом.</p> <p>6. При помощи спичек зажгите спиртовку.</p> <p>7. Снимите пробирку с водородом и, не переворачивая ее, поднесите к горящей спиртовке.</p> <p>8. Сделайте наблюдения. Если водород взрывается с глухим хлопком, то он чистый, а если с «лающим» звуком, значит, водород собран в смеси с воздухом («гремучий газ»).</p> <p>9. Ответьте на вопросы и выполните задания.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Вопросы и задания</b></p> <p>1) Что происходит при взаимодействии цинка с соляной кислотой?</p> <p>2) Составьте уравнение реакции и укажите тип ее реакции.</p> <p>3) Укажите цвет и агрегатное состояние водорода.</p> <p>4) Почему водород следует собирать в перевернутую дном вверх пробирку?</p> <p>5) Сделайте вывод, как можно распознать водород.</p>

### Библиографический список

1. Лабораторный практикум как разновидность занятия [Электронный ресурс]. URL: [https://studme.org/314726/pedagogika/laboratornyy\\_praktikum\\_raznovidnost\\_zanyatiya](https://studme.org/314726/pedagogika/laboratornyy_praktikum_raznovidnost_zanyatiya) (дата обращения: 18.01.23).
2. ФГОС [Электронный ресурс]. URL: <https://irorb.ru/wp-content/uploads/2021/09/fgos-ooo-prikaz-minprosvescheniya-rossii-ot-31.05.2021--287.pdf> (дата обращения: 18.01.23).
3. Примерная программа ООС [Электронный ресурс]. URL: [https://edsoo.ru/Primernaya\\_rabochaya\\_programma\\_osnovnogo\\_obschego\\_obrazovaniya\\_predmeta\\_Himiya\\_proekt\\_.htm](https://edsoo.ru/Primernaya_rabochaya_programma_osnovnogo_obschego_obrazovaniya_predmeta_Himiya_proekt_.htm) (дата обращения: 18.01.23).

**ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ  
КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ**  
CHEMICAL EXPERIMENT  
AS A MEANS OF FORMING  
NATURAL SCIENCE LITERACY

**Т.А. Ткачева,**  
учитель химии и биологии  
*МАОУ СШ № 66 имени Героя Советского Союза  
Е.И. Бурыхина, г. Красноярск*

**T.A. Tkacheva,**  
chemistry and biology teacher  
*MAOU Secondary school № 66 named after the Hero  
Of the Soviet Union E.I. Burykhina, Krasnoyarsk*

Естественно-научная грамотность, образовательные результаты, эксперимент.

*В статье описана роль химического эксперимента для формирования естественно-научной грамотности. Приводятся примеры экспериментов.*

Natural science literacy, educational results, experiments.

*The article describes the role of chemical experiment for the formation of natural science literacy. Examples of experiments used at the appointed time, at home, are given.*

**С**овременная система образования направлена на формирование функциональной грамотности, что закреплено в ФГОС: «овладение основами химической грамотности: способностью анализировать и объективно оценивать жизненные ситуации, связанные с химией, навыками безопасного обращения с веществами, используемыми в повседневной жизни; умением анализировать и планировать экологически безопасное поведение в целях сохранения здоровья и окружающей среды» [2, с. 7].



Поэтому для формирования естественно-научной грамотности (ЕНГ), одного из вида функциональной грамотности, используются задания нового характера: описание реальной ситуации в проблемном ключе, вопросы-задания, связанные с этой ситуацией. Решение таких заданий опирается на действия: распознавать, описывать, объяснять.

Химический эксперимент в урочное и внеурочное время выступает как источник познания, метод познания и средство обучения. Он решает основные трудности формирования ЕНГ – низкий уровень понимания сплошных текстов; использования графиков, таблиц; обобщать, формулировать цели и выводы, интерпретировать полученные данные.

В основу организации экспериментальной деятельности мною положена идея деятельностной теории обучения, в соответствии с которой содержание опыта излагается как система задач, в которых приводятся базовые знания и выделяются действия, приводящие к решению экспериментальной задачи. Обучающиеся должны продумать, что необходимо сделать для решения задачи, таким образом, они вовлекаются в исследование. Приведу примеры.

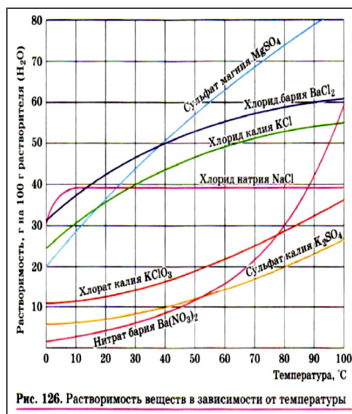
**Урок «Растворение» 8 класс.** На уроке организуется групповая работа.

ГРУППА 1. В химический стакан налейте 10 мл дистиллированной воды. Измерьте ее температуру, используя электронный датчик температуры. *Запишите данные в тетрадь.* Добавьте в стакан 2 шпателя нитрата аммония, растворите данное вещество. Повторите измерение температуры 3 раза. *Сформулируйте цель опыта. Сделайте вывод по полученным данным: растворимость – это физический или химический процесс?*

ГРУППА 2. В химический стакан налейте 10 мл дистиллированной воды. Измерьте ее температуру, используя электронный датчик температуры. *Запишите данные в тетрадь.* Добавьте в стакан 10 капель серной кислоты

(по каплям, при постоянном помешивании). Повторите измерение температуры 3 раза. *Сформулируйте цель опыта. Сделайте вывод по полученным данным: растворимость – это физический или химический процесс?*

**ГРУППА 3.** Поместите 1/2 шпателя сульфата меди (II) в химический стакан. Опишите в тетради внешний вид данного вещества. Затем налейте 5 мл воды. Наблюдайте за происходящим около 2 минут. Опишите происходящее в тетради. Теперь растворите данное вещество, используя стеклянную палочку. Запишите наблюдения. Вылейте полученный раствор в выпарительную чашу и нагревайте до полного испарения воды. Опишите в тетради внешний вид полученного вещества. Изменяется или нет исходное вещество – сульфата меди (II)? Сформулируйте цель опыта. Сделайте вывод по полученным данным: растворимость – это физический или химический процесс?



**ГРУППА 4.** Изучив § 35, Вы узнали о видах растворов. Используя рис. 126 учебника, приготовьте насыщенный раствор сульфата калия на 10 мл воды. *В тетради опишите план Ваших действий. Из полученного раствора получите ненасыщенный раствор. Докажите, что Вы получили ненасыщенный раствор. Опишите происходящее в тетради.*

**Урок «Оксиды» 8 класс. Кислотные осадки.** С помощью поисковой системы Интернет найдите определение данного понятия. Кислотный дождь – все виды метеорологических осадков, при которых наблюдается понижение водородного показателя (рН) осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами, обычно оксидами серы и оксидами азота.

*Опыт № 1.* В стакан поместите куриное яйцо, залейте полностью столовым уксусом. Оставьте на 1 день.

*Опыт № 2.* Зеленое комнатное растение накройте пакетом. Под пакет подведите газообразные трубки от двух колб. В № 1 кипит вода. В № 2 протекает реакция медь + концентрированная серная кислота. Оставьте на 1 день. *Сформулируйте цель данных опытов. Опишите произошедшие изменения. Сделайте выводы. Предположите, где эти явления встречаются в жизни?*

**Домашняя практическая работа «Свойства водного раствора аммиака» 9 класс.** Опыт № 1. Возьмите 3 капли «индикатора» («зеленка», сок клюквы, свеклы, голубой фиалки, краснокочанной капусты, черной смородины, чай каркаде), на белое блюдце (кружку). *В наблюдении напишите цвет.* Добавьте 1 каплю нашатырного спирта. *Сформулируйте цель опыта. Запишите изменение цвета смеси. Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о среде водного раствора аммиака.*

Опыт № 2. К раствору из опыта № 1 добавьте каплю уксусной кислоты. *Сформулируйте цель опыта. Запишите изменение цвета смеси. Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о свойстве водного раствора аммиака.*

Опыт № 3. Возьмите рюмку из белого и прозрачного стекла. Налейте в нее половину чайной ложки воды. Возьмите немного дезодоранта (антиперспиранта) и растворите в рюмке с водой. Добавьте 2 капли нашатырного спирта. *Сформулируйте цель опыта. Запишите наблюдаемые изменения. Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о свойстве водного раствора аммиака.* Многие дезодоранты (антиперспирант) содержат соли алюминия, например, хлорид алюминия. Они блокируют потоотделение, устраняют неприятный запах. Соли алюминия подозреваются в увеличении риска развития рака молочной железы. *Запишите вывод о содержании солей алюминия в Вашем средстве.*

Химический эксперимент, связанный с повседневной жизнью, позволяет сформировать основные компетенции естественно-научной грамотности: научное объяснение явлений, понимание особенностей естественно-научного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов. Внимание к данному виду деятельности надо не уменьшать (не заменять на виртуальный), а наоборот, увеличивать и использовать на уроках, во внеурочной, исследовательской, проектной деятельности.

***Библиографический список***

1. ПООП ООО (протокол от 15 сентября 2022 г. № 6/22).
2. ФГОС ООО (приказ № 287 от 31.05.2021).

**ПРИЕМЫ И СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ  
НА ЗАНЯТИЯХ ХИМИИ**

**TECHNIQUES AND METHODS OF FORMATION  
OF FUNCTIONAL LITERACY IN CHEMISTRY CLASSES**

**М.А. Толмачева**

*МАОУ «Лицей № 12», г. Красноярск*

**M.A. Tolmacheva**

*MAEI «Lyceum No. 12», Krasnoyarsk*

Естественно-научная функциональная грамотность, процесс обучения, приемы и способы, ситуационные задания, проблемное обучение.

*В статье анализируются приемы и способы, применяемые при обучении химии для формирования естественно-научной функциональной грамотности. Приведены результаты уроков с использованием проблемного обучения, системно-деятельностного обучения, ситуационных заданий. А также использование фрагментов литературных произведений как постановку проблемы или исследовательской задачи. Применяемые приемы и способы способствуют решению проблем в реальных жизненных ситуациях.*

Natural-science functional literacy, learning process, techniques and methods, situational tasks, problem-based learning.

*The article analyzes the techniques and methods used in teaching chemistry for the formation of natural science functional literacy. The results of lessons using problem-based learning, system-activity learning, situational tasks are given. As well as the use of fragments of literary works as a statement of a problem or a research task. Applied techniques and methods contribute to solving problems in real life situations.*

**Ф**ормирование естественно-научной функциональной грамотности у обучающихся – это одна из важнейших задач при обучении химии. А.А. Леонтьев, советский и российский лингвист, доктор психологических наук, сказал: «Главное не знания, а умения ими пользоваться». Школьники должны применять полученные на занятиях знания по химии для решения бытовых проблем. Развивающее обучение химии способствует формированию естественно-научной функциональной грамотности. При проектировании уроков и внеурочных занятий использую развивающее обучение, проблемное обучение, ИКТ, проектное обучение, компоненты исследовательских технологий, способ диалектического обучения, личностно ориентированный подход, решение проблемно-ситуационных заданий, вопросы-суждения (Каким образом? Вследствие чего? Почему?) для установления причинно-следственных связей.

Технологическая схема проблемного обучения: учитель создает проблемную ситуацию, организует поиск решения данной проблемы на основе полученных знаний. Основным инструментом проблемного обучения является создание и разрешение проблемных ситуаций. Проблемные ситуации могут создаваться на всех этапах процесса обучения. Способы организации проблемного обучения: проблемное изложение, поисковая (эвристическая) беседа,

самостоятельная поисковая и исследовательская деятельность учащихся [1].

1. Проблемное изложение. Например, формирование понятия об ароматической связи в молекуле бензола возможно, если проследить историю синтеза и изучения бензола через анализ формулы Кекуле. Таким образом, учитель не просто сообщает выводы науки, но и раскрывает путь, который привел к этим выводам. В теме «Углеводы» проблемный вопрос: почему хлеб, если его долго жевать, приобретает сладкий вкус?

2. Поисковая (эвристическая) беседа. Например, при изучении в 8 классе темы «Кислоты» провожу урок в форме урока-путешествия на «станции», на которых создаю проблемные ситуации, задаю ряд проблемных вопросов. Решение этих проблем способствует формированию функциональной естественно-научной грамотности. На станции «ПТБ» учитель на доске пишет плотность воды  $1 \text{ г/см}^3$  и плотность концентрированной серной кислоты  $1,83 \text{ г/см}^3$ . Используя термометры, замеряет температуру в емкости с серной кислотой, в емкости с водой. Сообщив учащимся, что при разбавлении кислоты происходит разогрев, учитель создает проблемную ситуацию. Каким образом надо разбавлять кислоту? Почему? Обучающиеся, сравнив плотности, приходят к выводу: так как плотность воды меньше, чем плотность серной кислоты, то необходимо кислоту приливать в воду. Учитель с помощью термометра демонстрирует опыт разогревания серной кислоты при ее разбавлении. В тетради записывают правило, которое надо помнить всю жизнь: «Сначала вода, потом кислота, иначе случится большая беда!». Учитель демонстрирует опыт по облуживанию лучины концентрированной серной кислотой. Ребята еще раз убеждаются в том, что кислоты требуют очень

осторожного обращения. Если же вдруг кислота попадает на кожу, то промыть 5%-м раствором пищевой соды.

3. Самостоятельная поисковая и исследовательская деятельность учащихся.

На уроках предлагаю решить экспериментальные задачи. Например, распознавание ионов, распознавание растворов глюкозы, белка, глицерина с помощью качественных реакций. Выполнение исследовательских проектов на внеурочных занятиях («Исследование защитных свойств зубных паст от влияния кислой среды на эмаль зубов» и др.). При обучении использую проблемно-ситуационные задания, связанные с ситуациями повседневной жизни человека и требующие для своего решения знаний из школьного курса химии. Например, вы решили помочь родителям в борьбе с вредителями растений в саду. Обработать деревья раствором медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Прочитали внимательно инструкцию по применению. Но не знаете, какое взять ведро пластмассовое или железное (оцинкованное) для приготовления раствора. Возникла небольшая проблема. Но вы ее можете решить, если вспомните общие химические свойства солей. Какое надо взять ведро с точки зрения химии и почему? Ответ обоснуйте с точки зрения химии и напишите уравнение реакции, что произойдет с ведром, если вы выберете не то ведро. Ответ: Надо взять пластмассовое ведро, иначе повредится цинковое покрытие железного ведра. Будет нарушено цинковое покрытие, защищающее железное ведро от коррозии.

$$\text{CuSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}.$$

Фрагменты литературных произведений могут использоваться как постановка проблемы, исследовательской задачей. Например, при изучении свойств оксидов углерода уместно использовать отрывок из сказки «Мороз Иванович»:

«– А зачем ты, Мороз Иванович, спросила Рукодельница, – зимою по улицам ходишь да в окошко стучишься?»

– А я затем в окошки стучусь, – отвечал Мороз Иванович, – чтоб не забывали печей топить да трубы вовремя закрывать...». Вопросы. Почему нельзя закрывать трубу, когда не все угли прогорели? Поясните с химической точки зрения, химическими уравнениями. Что такое угар? Почему от угара можно умереть? [2].

Ответ: При горении угля в печи происходит химическая реакция:  $C + O_2 = CO_2 \uparrow + 402 \text{ кДж}$ . Углекислый газ уходит в трубу. После того как уголь прогорел, трубу закрывают, чтобы сохранить тепло в печи. Но если трубу закрыть до того, как угли прогорят, то в печи скапливается избыток углекислого газа, который взаимодействует с еще раскаленными углями. Происходит восстановление оксида углерода (IV) до оксида углерода (II) – угарного газа:  $CO_2 + C \rightarrow 2CO \uparrow - Q$ . Угарный газ при закрытой трубе проникает в помещение, где спят люди. При его вдыхании в организме человека образуется стойкое соединение с гемоглобином крови, начинается кислородное голодание тканей организма. В результате этого у человека возникают головокружение, рвота, удушье, что может привести к смерти.

Применяемые приемы и способы при обучении химии способствуют формированию естественно-научной функциональной грамотности, а значит решению проблем в реальных жизненных ситуациях.

#### ***Библиографический список***

1. Васильева П.Д., Кузнецова Н.Е. Обучение химии. Санкт-Петербург: КАРО, 2003. С. 42–49.
2. Краснов О.И. Использование художественной литературы на уроках и во внеклассной работе по химии // Приложение к газете «Первое сентября» Химия. 1997. № 16. С. 7–10.



**ХИМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК  
КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ  
CHEMICAL LANGUAGE  
AS A MEANS OF TEACHING CHEMISTRY**

**Д.В. Халевина**

Научный руководитель **Ю.Г. Ромашкова**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**D.V. Khalevina**

Scientific adviser **Yu.G. Romashkova**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

Методика обучения химии, химический язык, понятия, термины.  
*Статья посвящена изучению химического языка как эффективного средства обучения химии. Приведены примеры заданий для формирования химического языка у школьников на начальных этапах освоения химии.*

Methods of teaching chemistry, chemical language, concepts, terms.  
*The article is devoted to the study of the chemical language as an effective means of teaching chemistry. Examples of tasks for the formation of a chemical language in schoolchildren at the initial stages of mastering chemistry are given.*

**Х**имический язык включает в себя слова и предложения, специальные символы, знаки других наук (элементы математической символики или физической номенклатуры и т.д.), необходимые для описания химических объектов и закономерностей. Следовательно, химический язык – это совокупность химической терминологии, символики и номенклатуры, а также правил их составления и истолкования, с помощью которой обучаемый познает и передает свои мысли.

Химический язык на всех этапах обучения химии является средством передачи и приобретения знаний, способ-

ствуется формированию мышления и мировоззрения обучаемых. Знание химического языка необходимо для детального и осознанного изучения химических законов, понятий. Но, несмотря на высокий интерес к химии на первых этапах ее изучения, многие учащиеся испытывают сложности в понимании химического языка, что затрудняет его изучение. Поэтому рассмотрение методов формирования и развития химического языка является важным разделом в методике обучения химии.

Химический язык включает три важных раздела: химическую символику, терминологию и номенклатуру. *Химическая символика* – унифицированные обозначения (буквы, цифры, знаки) для записи информации о составе и строении различных химических объектов или процессов химического взаимодействия [1]. Сюда относятся знаки химических элементов, изотопов, формулы химических соединений, знаки химических связей, уравнения химических реакций и т.д.

*Терминология* – это совокупность терминов, употребляемых в какой-либо области науки. В химии существует огромное число специфических терминов: атом, молярная масса, химический элемент, моль, индекс, коэффициент, основание, кислота и т.д. Для успешного усвоения химических терминов необходимо обучать школьников работать с терминами, использовать составленный ими в процессе обучения терминологический словарь (глоссарий). Ученики должны не только знать значение химических терминов, но и уметь связывать их между собой, раскрывать этимологическое и смысловое значение термина, осуществлять анализ и взаимопереходы между терминами.

*Химическая номенклатура* – это совокупность названий индивидуальных химических веществ, их групп и классов, а также правила составления этих названий [1]. Овладение химической номенклатурой включает умение

составлять название вещества по международной номенклатуре, осуществлять переход от названия вещества к формуле и наоборот, извлекать из названий информацию о классе соединений, их качественном и количественном составе.

С помощью химического языка и номенклатуры учащиеся излагают свои знания о составе, химических свойствах и применении веществ, объясняют реакции с точки зрения теории строения вещества.

Для эффективной организации изучения химического языка в современной школе используются различные методики. Примеры практических заданий:

1. Выпишите из текста параграфа учебника новые химические понятия в терминологический словарь и дайте им характеристику.

2. Покажите взаимосвязь понятий: атом, атомная масса, молекула, молекулярная масса, химический элемент, простое вещество, сложное вещество. Составьте схему из перечисленных понятий.

3. По названию химического элемента напишите его химический символ: кальций, сера, кислород, углерод, серебро, магний, хлор. И наоборот, назовите вещества по представленной химической формуле.

4. Расшифруйте, что обозначают следующие записи:  $O$ ,  $O_2$ ,  $4H_2$ ,  $H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ .

5. Составьте химический кроссворд, используя терминологический словарь по пройденной теме.

Выполнение подобных заданий не только закрепляет знания новых терминов и химических символов, но и способствует развитию мышления учащихся, овладению умственными приемами (сравнение, обобщение, анализ и т.д.). Эти приемы, в свою очередь, являются средством углубления знаний учащихся, развития их практических навыков и использования химического языка для дальнейшего познания.

Таким образом, формирование химического языка является важным звеном в обучении химии. В процессе овладения предметом химический язык помогает школьникам повысить свою химическую грамотность и способствует развитию мышления.

***Библиографический список***

1. Большая российская энциклопедия 2004–2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://old.bigenc.ru/>

**СОЗДАНИЕ КАБИНЕТА  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
CREATION  
OF A NATURAL SCIENCE RESEARCH CABINET**

**А.М. Чанчикова, Е.В. Мушкарина**  
*МАОУ СШ № 156, г. Красноярск*

**A.M. Chanchikova, E.V. Mushkarina**  
*MAOU secondary school No. 156, Krasnoyarsk*

Современные образовательные технологии, образовательное пространство кабинета, внеурочная деятельность, дифференцированная работа. *В статье предлагается проект образовательного пространства кабинета естественно-научных исследований с использованием электронного оборудования.*

Modern educational technologies, the educational space of the office, extra-curricular activities, differentiated work  
*The article proposes a project of the educational space of the office of natural science research, using electronic equipment.*

**Д**анный проект направлен на создание образовательной среды для повышения качества естественно-научного образования.

Проблема: отсутствие в школе экспериментальной площадки, и, как следствие, низкий уровень интереса к предметам естественно-научного цикла.

Цель: создать экспериментальный кабинет для проведения исследований по изменяющимся условиям и их влиянию на окружающую среду и человека.

Целевая группа 5–11 классы, охват учащихся 30% среднего и старшего звена. Проектируемое образовательное пространство кабинета способствует личностной ориентации и практической направленности развивающего и воспитывающего потенциала обучения.

Кабинет разделен на две основные зоны: лекционная и практическая.

Образовательное пространство в лекционной части кабинета позволит проводить уроки – лекции, диспуты, защиту проектов, проведение выставок, встречи с интересными людьми и т.д. Учителя химии и биологии получают возможность проводить работу с учащимися с разным мотивационным уровнем. Интерьер кабинета представлен в зеленых (природных) тонах, шкафы в кабинете разделены по разным направлениям исследований: воздух, вода, почва, лекарства, пищевые продукты, биосистема, полимеры, косметика, красители, мусор. По каждому направлению собраны материалы (методички), приборы для проведения исследований.

Зона для практических занятий дает возможность проводить исследования в области биологии и химии, индивидуально и небольшими группами (2–4). Оборудование в биологической зоне: цифровая биосистема предназначена для роста растений в заданных условиях. Цифровой микроскоп позволит рассмотреть изменения, происходящие на клеточном уровне исследуемого объекта или процесса. SMAR-сад для выращивания растений методом гидропоники без использования почвы на питательных растворах.

Для полевых исследований можно использовать экологический практикум – набор химической посуды, реагентов, удобных для транспортировки. Оборудование в химической зоне – это лабораторный комплекс по химии, биологии, экологии. Состоит из набора реактивов и химической посуды для проведения более 90 экспериментальных работ. Датчики цифровой лаборатории дополняют проводимые исследования.

Учитель выступает в роли тьютора, консультанта, можно приглашать специалистов для проведения мастер-классов, интерактивных лекций, дискуссий. Ожидаемые образовательные результаты – повышение качества естественно-научного образования: увеличение доли победителей и призеров олимпиад, конкурсов, конференций разного уровня; увеличение среднего балла ОГЭ и ЕГЭ по химии и биологии. Популяризация естественно-научного образования: увеличение численности обучающихся, выбирающих биолого-химический профиль обучения на уровне среднего и общего образования; увеличение доли обучающихся, поступающих в вуз данного профиля.

#### ***Библиографический список***

1. Внешрегионторг. Оснащение и комплектация школ по ФГОС [Электронный ресурс]. URL: <https://vrtorg.ru/>
2. Приказ Минпросвещения России № 590 от 23.08.2021.
3. Планировщик для офиса [Электронный ресурс]. URL: <https://remplanner.ru/onlajn-planirovshchik-dlya-ofisa/> онлайн
4. Проект кабинета химии с расстановкой мебели [Электронный ресурс]. URL: <https://sovlab-labmebel.ru/proekt-kabineta-himii-foto-rasstanovki-mebeli>
5. Редактор планировки и дизайн интерьера [Электронный ресурс]. URL: <https://planner5d.com/ru/>

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция I. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

<i>Антипова Ю.В., Карпов Д.В., Сайкова С.В.</i> Изучение физико-химических свойств наночастиц ферритов переходных металлов (Cu, Mn), полученных разложением оксалатных прекурсоров .....	3
<i>Биль А.Н., Донская Д.Д., Руденко Д.С., Горностаев Л.М.</i> Новые данные о взаимодействии 3-алкил(бензил)амино-1,4-нафтохинон-4-оксимов с нингидрином.....	8
<i>Бусыгина В.В., Сутягин А.А.</i> Количественное содержание меди в пресных водоемах .....	13
<i>Голенко Э.И., Боброва А.В., Роот Е.В.</i> Синтез (этан-1,2-диилбис(окси))бис(этан-2,1-диил) бис(2-(3,5-диметил-4-нитрозо -1Н-пиразол-1-ил)ацетата) .....	17
<i>Ефремов А.А., Савельева Е.Е., Булгакова Н.А.</i> Экстрактивные вещества Melissa limonifolia, произрастающей в Красноярском крае .....	21
<i>Забабурин А.П., Емельянова И.А., Ягунов С.Е., Кандалицева Н.В.</i> Исследование антирадикальной активности додецилтиометилзамещенных производных изоборнилфенолов .....	26
<i>Кроликов А.Е., Немкова Д.И., Сайкова С.В.</i> Получение седиментационноустойчивых нанофлюидов феррита никеля.....	29
<i>Мевший В.А., Юхминов А.П., Коробейникова Е.А.</i> Коагуляция гидрофобных золей под действием электролитов и определение порога коагуляции электролита .....	32
<i>Немкова Д.И., Кроликов А.Е., Павликов А.Ю., Сайкова С.В.</i> Получение и исследование свойств квантовых точек манганита никеля.....	37
<i>Омар А.М. Юссеф Юссеф, Руденко Д.С.</i> Общая формула полициклических ароматических углеводов.....	41
<i>Павликов А.Ю., Немкова Д.И., Карпов Д.В., Сайкова С.В.</i> Синтез наночастиц феррита меди: изучение структурных и магнитных свойств полученных объектов .....	46

<i>Фоминых О.И., Бачурина О.С., Горностаев Л.М.</i> О взаимодействии 3-хлор-5-бромантра-[1,9-cd]-6-изоксазолон с хитозаном .....	50
<i>Шенфельд Д.О., Иванов Д.Е., Фоминых О.И., Горностаев Л.М.</i> Синтез и свойства 3-хлор-5-бром-антра[1,9-cd]изоксазол-6-она .....	53

## Секция II. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

<i>Асаёнок А.А., Хакимова К.И.</i> Детектирование и транспортировка углеродных нанотрубок с комплексами к раковым клеткам .....	57
<i>Гугина Д.С., Малиновская Н.А.</i> Биохимические маркеры рассеянного склероза.....	61
<i>Дегидь А.В., Ригова Е.Н., Малиновская Н.А.</i> Болезнь Альцгеймера как сахарный диабет 3 типа .....	65
<i>Жидков В.М., Сенкевич О.В.</i> Проблема дефицита пищевых волокон в рационе современного человека .....	68
<i>Кузубова В.А., Маховых М.Ю., Малиновская Н.А.</i> Представление о бета-лактамных антибиотиках .....	72
<i>Лохматов Н.С., Кузнецова Н.С.</i> Исследование содержания тяжелых металлов в биологических объектах.....	76
<i>Наливайко А.Д., Руковец Т.А.</i> Влияние местных анестезирующих веществ на транспортные характеристики биологической мембраны .....	79
<i>Панюков В.А., Малиновская Н.А.</i> Пуриnergическая теория: от открытия до наших дней .....	83
<i>Расколунова В.И., Аврамчук Т.В., Абрамова Т.В., Сильников В.Н.</i> Тераностик на основе человеческого сывороточного альбумина для комбинирования БНЗТ и химиотерапии .....	88
<i>Саргсян В.К., Сенкевич О.В., Малиновская Н.А.</i> Бикарбонатный буфер – уникальная система поддержания гомеостаза .....	92
<i>Солодовникова О.А., Малиновская Н.А.</i> Нейрохимия зеркальных нейронов .....	96



<i>Фадеева Д.В., Малиновская Н.А.</i> Изменения в головном мозге после Covid-19.....	100
<i>Феоктистова Д.А., Малиновская Н.А.</i> Молекулярные механизмы гипотиреоза у детей.....	104
<i>Цыряпкина Н.Ю., Малиновская Н.А.</i> Гормоны щитовидной железы и настроение: взаимосвязь между йодтиронидами и гормонами настроения.....	108

### **Секция III. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

<i>Асаенок А.А., Сулягина М.С.</i> Систематизация знаний об отрицательных свойствах углеродных нанотрубок.....	112
<i>Багавиева Т.К., Качалова Г.С.</i> Организация образовательного процесса по химии с применением образовательных онлайн-сервисов для учащихся общеобразовательных учреждений .....	117
<i>Бояринова С.П.</i> Загрязнение окружающей среды при применении различных огнетушащих веществ.....	122
<i>Биркун Е.А.</i> Развитие коммуникативной компетентности будущих педагогов.....	127
<i>Бянкина В.Д., Фоминых О.И.</i> Аналитические методы исследования в школьной химии.....	131
<i>Вохмина Е.Д., Ромашкова Ю.Г.</i> Формы и методы обучения на современных уроках химии .....	134
<i>Геннадьева А.С.</i> Технология критического мышления на уроках химии в условиях пенитенциарной системы .....	137
<i>Жалнина В.А., Ромашкова Ю.Г.</i> Изучение парацетамола в ходе урока-исследования для обучающихся 10 класса .....	141
<i>Зобова Е.А., Пономаренко А.П., Олейник А.С.</i> Статистика выполнения сложных заданий ЕГЭ (Единого государственного экзамена) по химии .....	146
<i>Коваль Ю.Н.</i> Роль материально-технической базы для процесса профессионального обучения.....	150

<i>Косых К.А., Фоминых О.И.</i> Сравнительный анализ примерных рабочих программ основного общего образования предмета «Химия» по ФГОС 2010 и 2021 .....	154
<i>Кошкарева П.Г.</i> Организация внеурочной работы по химии как средство формирования естественно-научной грамотности у обучающихся 8–10 классов .....	157
<i>Кудрявцева Н.В.</i> Проблемы организации исследовательской работы школьников.....	162
<i>Поддубецкая Н.Н., Рыженков И.В., Финогенова О.Н.</i> Возможности профессионального самоопределения в проектной работе школьников .....	165
<i>Польская Н.В., Ромашкова Ю.Г.</i> Методика проведения химического эксперимента в домашних условиях .....	169
<i>Проскурина А.Д., Олейник А.С.</i> Разработка факультативного курса «Занимательная химия» для детей младшего школьного возраста.....	173
<i>Руковец Т.А.</i> Работа в малых группах на лабораторных занятиях по химии в медицинском вузе.....	177
<i>Селезова Е.В.</i> Использование цифровых образовательных платформ в процессе обучения химии .....	182
<i>Сузгаева В.В., Фоминых О.И.</i> Лабораторный практикум по химии для 8–9-х классов .....	186
<i>Ткачева Т.А.</i> Химический эксперимент как средство формирования естественно-научной грамотности.....	191
<i>Толмачева М.А.</i> Приемы и способы формирования функциональной грамотности на занятиях химии .....	195
<i>Халевина Д.В., Ромашкова Ю.Г.</i> Химический язык как средство обучения химии.....	200
<i>Чанчикова А.М., Мушкарина Е.В.</i> Создание кабинета естественно-научных исследований .....	203

ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА  
И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ

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

Красноярск, 18–20 мая 2023 г.

Редактор *А.П. Малахова*  
Корректор *Ж.В. Козуница*  
Верстка *Н.С. Хасанишина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.  
Редакционно-издательский отдел КГПУ им. В.П. Астафьева,  
т. 217-17-52, 217-17-82

Подписано в печать 15.05.23. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 13,25. Бумага офсетная.  
Тираж 100 экз. Заказ № 05-РИО-004

Отпечатано в типографии «Литера-принт»,  
т. 8-904-895-03-40

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК