

# ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ



Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 190-летию со дня рождения Д.И. Менделеева и 155-летию Российского химического общества имени Д.И. Менделеева, в рамках XXV Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века»

Красноярск, 15–18 мая 2024 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 XVII Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 190-летию со дня рождения Д.И. Менделеева  
и 155-летию Российского химического общества  
имени Д.И. Менделеева,  
в рамках XXV Международного научно-практического форума  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Молодежь и наука XXI века»*

*Красноярск, 15–18 мая 2024 г.*

КРАСНОЯРСК  
2024

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 XVII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 190-летию со дня рождения Д.И. Менделеева и 155-летию Российского химического общества имени Д.И. Менделеева, в рамках XXV Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века». Красноярск, 15–18 мая 2024 года / отв. ред. Л.М. Горностаев; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2024. – 245 с.

ISBN 978-5-00102-700-3

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 978-5-00102-700-3

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2024

---

# I СЕКЦИЯ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

---

## ОБЪЕМНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ОДНОСТАДИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ BULK CARBON NANOMATERIALS OF SINGLE-STAGE TECHNOLOGY

**О.Р. Болотова**

Научный руководитель **А.А. Асаёнок**  
*МАОУ «Средняя школа № 20», г. Каменск-Уральский*

**O.R. Bolotova**

Scientific adviser **A.A. Asayonok**  
*MAEI High School № 20, Kamensk-Uralsky*

Нанотехнологии, углеродные материалы, одностадийная технология, пиролиз углеродсодержащих соединений, новые материалы, попутные нефтяные газы.

*В статье рассмотрена одностадийная технология создания объемного наноматериала, основанная на пиролизе попутных нефтяных газов. Обозначены преимущества и недостатки одностадийной технологии для получения объемного наноматериала с целью производства продуктов, требующих высокой прочности, твердости и износостойчивости. Для исследования в данной работе были использованы следующие методы: 1. Эмпирические методы: сбор и анализ теоретической информации из печатных изданий и электронных источников; эксперимент – исследование, направленное на изучение теоретических основ и принципов одностадийной технологии создания объемного наноматериала; 2. Теоретический метод: анализ, синтез и обобщение самостоятельного исследования по данной теме.*

Nanotechnology, carbon materials, single-stage technology, pyrolysis of carbon-containing compounds, new materials, associated petroleum gas.

*The article considers a single-stage technology for creating a bulk nanomaterials based on pyrolysis of associated petroleum gases. The advantages and disadvantages of the single-stage technology for obtaining materials for the creation of products requiring high strength, hardness and wear resistance are presented in the work. The following methods were used as research tools in the article: 1. The empirical method: collection and analysis of theoretical information from printed publication and electronic sources; experimental research aimed at studying the theoretical foundations and principles of single-stage technology for creating bulk nanomaterials; 2. Theoretical method: analysis, synthesis and generalization of independent research on this topic.*

**Н**аправление нанотехнологий набирает обороты в последние десятилетия, поскольку традиционные способы повышения технических характеристик практически исчерпали свои возможности. Для выведения техники на новый уровень необходимы материалы, свойства которых превышают нынешний уровень, и справиться с этим может помочь реализация потенциальных возможностей наноразмерного состояния вещества.

Целью работы является изучение теоретических основ и принципов создания объемных наноматериалов, а также определение преимуществ и недостатков одностадийной технологии их создания.

В настоящее время существует два подхода синтеза структур, имеющих размерность в пределах до 100 нм (рис. 1, схема, демонстрирующая методы синтеза наноструктур):

1. Bottom-up: консолидация частиц (снизу-вверх)

- золь-гель метод
- конденсация в инертном газе
- электроосаждение
- компактирование нанопорошков

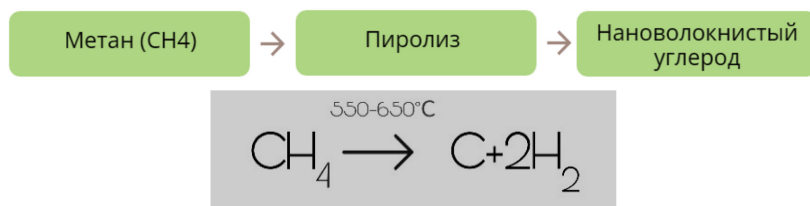
2. Top-down: измельчение микроструктуры (сверху-вниз)

- взрывное нагружение
- интенсивная пластическая деформация

*Рис. 1. Подходы синтеза наноструктур*

Когда наноструктуры формируются постепенно, начиная от молекулярного зародыша, то процесс относят к разновидности «снизу-вверх». Термином «сверху-вниз» обозначают процесс получения структур путем измельчения исходного вещества.

Первый подход используется в основном при химическом синтезе, например, при газофазном пиролизе, который используется в одностадийной технологии создания объемного углеродного наноматериала (BCN). Было бы целесообразнее использовать эту технологию для утилизации неизбежных продуктов нефтедобычи – попутных нефтяных газов, главным образом включающих в себя метан [1].



*Рис. 2. Одностадийная технология создания объемного наноматериала*

Основываясь на теоретических данных процесса, была выполнена визуализация процесса пиролиза (рис. 3). В нагретую до температуры 500–650 °С реакционную зону подают метан. Движущийся вдоль катализатора на основе меди и никеля (никелевый катализатор с медью производит большие количества элементарного углерода – около 93 % мас. [2]) газ диффундирует сквозь его слой, протекает ряд химических реакций, конечными продуктами которой являются углерод и водород.

Одностадийная технология может помочь существенно снизить стоимость и расширить области применения объемного наноматериала и композитов на их основе.

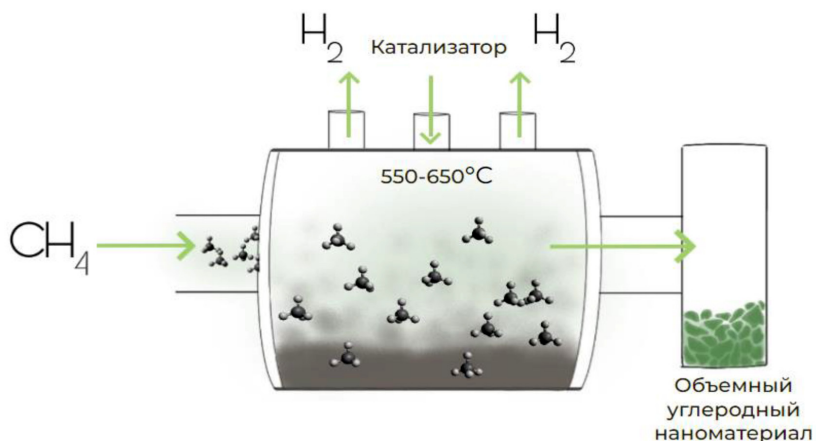


Рис. 3. Визуальная схема процесса пиролиза метана

Таблица

### Сравнительная характеристика многостадийной традиционной и одностадийной технологии

Сравнительные признаки	Традиционная технология	Одностадийная технология
Технологический фактор	Возникает сложность в выдерживании точности размеров и невозможности использования высоких температур	В процессе пиролиза возникает необходимость в перемешивании сырья с катализатором
Экономический фактор	Удорожает итоговый продукт: получаемые наноматериалы стоят от 300 до \$1200	Делает производство дешевле, и итоговый продукт стоит в 1,5–2 раза меньше: от 100 до \$700
Целевой продукт	Итоговый продукт – наноматериал с наноразмерным наполнителем	Объемный наноматериал без тех или иных примесей

Однако, как и в любой технологии, при получении углеродных нановолокнистых материалов возникает ряд техно-

логических проблем. Недостатком одностадийной технологии можно назвать необходимость в разработке производительного и эффективного оборудования для изготовления объемного наноматериала. Помимо того, возникает необходимость в перемешивании подаваемых газов со слоем катализатора, что также усложняет процесс.

Помимо удешевления производства, к преимуществам одностадийной технологии можно отнести отсутствие наноразмерного наполнителя в получаемом материале: одностадийная технология позволяет получать чистый углеродный объемный наноматериал.

Что касается свойств получаемого BCN, по прочностным показателям материал одностадийной технологии превосходит практически в 1,5 раза углеродные материалы традиционной. BCN одностадийной технологии позволяет достичь высоких показателей удельной прочности изготовленных из них деталей, а также большая жесткость и функциональность делают объемные углеродные наноматериалы привлекательными для создания композиционных материалов на их основе.

Таким образом, была рассмотрена технология, подходящая для получения объемного наноматериала для производства различных продуктов благодаря высокому техническому потенциалу и многофункциональности.

#### ***Библиографический список***

1. Коленчуков О.А., Петровский Э.А., Смирнов Н.А. Технология получения углеродных наноматериалов методом пиролиза // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2021. № 4. 95 с.
2. Sofya D. Afonnikova, Yury I. Bauman, Vladimir O. Stoyanovskii. Effect of Cu on Perfomance of Self-Dispersing Ni-Catalyst in Production of Carbon Nanofibers from Ethylene // Journal of Carbon Research. 2023. № 9. 17 p.



**СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И АНТИПРОЛИФЕРАТИВНАЯ  
АКТИВНОСТЬ 1,4-ДИФТОР-2,3-ДИАРИЛТИО-  
9,10-АНТРАХИНОНОВ**  
SYNTHESIS, STRUCTURE AND ANTIPROLIFERATIVE  
ACTIVITY OF 1,4-DIFLUORO-2,3-DIARYLTHIO-  
9,10-ANTHRAQUINONES

**Е.Д. Вохмина, В.А. Жалнина,  
Ю.Г. Ромашкова, О.И. Фоминых**  
Научный руководитель **Л.М. Горностаев**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**E.D. Vokhmina, V.A. Zhalnina,  
Yu.G. Romashkova, O.I. Fominykh**  
Scientific adviser **L.M. Gornostaev**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

1,4-Дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахиноны, ЯМР-спектроскопия, цитотоксическая активность, клеточные линии HCT116 и K562.

*В исследовании представлено получение 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахинонов из 1,2,3,4-тетрафтор-9,10-антрахинона и тиоаренолов. Реакция оказалась неожиданной из-за различия в реакционной способности атомов фтора в разных положениях. Физико-химический анализ методами ЯМР-спектроскопии подтвердил структуру новых соединений. Биологическая активность исследованных соединений на клеточных линиях HCT116 и K562 показала их высокую цитотоксическую активность уже в субмикромольной концентрации. Таким образом, полученные 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахиноны могут быть перспективными для разработки новых лекарственных препаратов с высокой биологической активностью.*

1,4-Difluoro-2,3-diarylthio-9,10-anthraquinone, NMR spectroscopy, cytotoxic activity, cell lines HCT116 and K562.

*The study involved the synthesis of 1,4-difluoro-2,3-diarylthio-9,10-anthraquinones from 1,2,3,4-tetrafluoro-9,10-anthraquinone and thioarenes. The reaction was unexpected due to the difference in reactivity of fluorine atoms in different positions. Physicochemical analysis using NMR spectroscopy confirmed the structure of the new compounds. The biological activity of the compounds on HCT116 and K562 cell lines showed high cytotoxic activity at submicromolar concentrations. Therefore, the obtained 1,4-difluoro-2,3-diarylthio-9,10-anthraquinones may be promising for the development of new drugs with high biological activity.*

**1,4-**Дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахиноны (**III**) впервые были получены сотрудниками кафедры органической химии Красноярского государственного педагогического института из 1,2,3,4-тетрафтор-9,10-антрахинона (**I**) и тиоаренолов **II** по методике, представленной на схеме (рис. 1) [1].

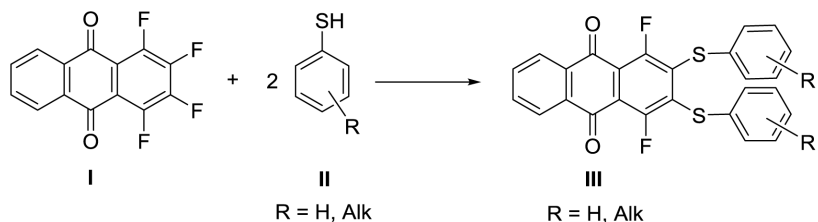


Рис. 1. Схема синтеза 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахинонов

Такое протекание реакции было довольно неожиданным, поскольку атомы фтора, находящиеся в положениях 1,4, в других известных реакциях были более нуклеофугными, чем в положениях 2,3. Это может быть объяснено лучшими условиями для сольватации растворителем интермедиата **IV** по сравнению с интермедиатом **V** (рис. 2).

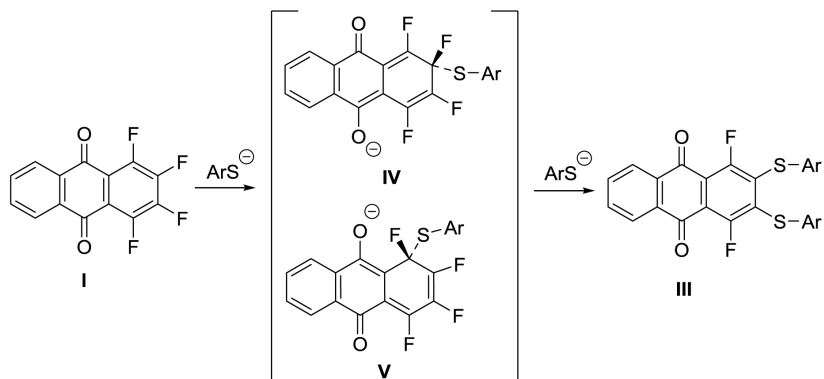


Рис. 2. Схема предполагаемого механизма реакции 1,2,3,4-тетрафтор-9,10-антрахинона (1) с тиоаренолами

Структура 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахинонов (III) подтверждена физико-химическими методами (ЯМР-спектроскопией). Данные спектров соответствуют структуре полученных соединений (рис. 3) [2; 3].

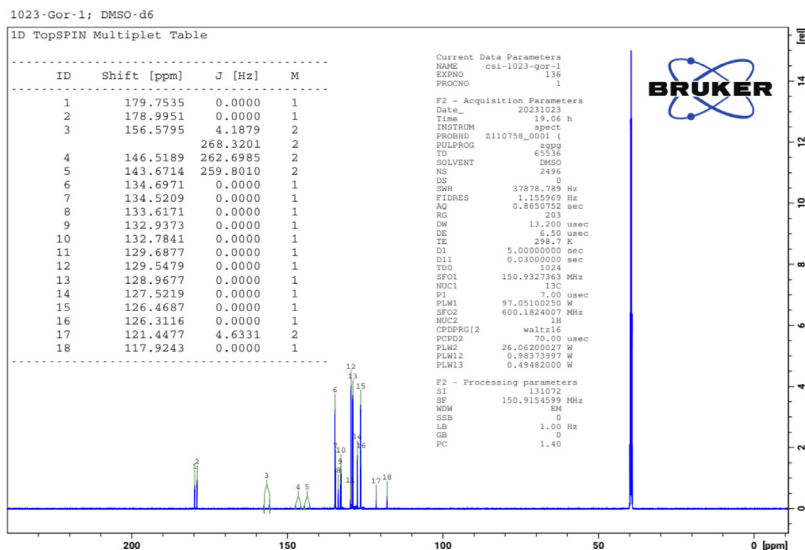


Рис. 3. ЯМР  $^{13}\text{C}$  1,4-дифтор-2,3-дитио-9,10-антрахинона (III)

Биологическая активность 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахинонов (III) исследована на примере их цитотоксической активности по отношению к клеточным линиям HCT116 (рак толстой кишки человека) и K562 (лимфобласто-подобные клетки миелоидного лейкоза человека). Результаты исследований цитотоксической активности 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахинонов свидетельствуют об активности исследуемых соединений в субмикромольной концентрации.

### Библиографический список

1. Горностаев Л.М., Лаврикова Т.И., Арнольд Е.В. О реакции 1,2,3,4-тетрафтор-9,10-антрахинона с тиофенолами // Журнал органической химии. 1992. Т. 28. Вып. 11. С. 2291–2293.

2. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений. Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 557 с.
3. Прэч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. Пер. с англ. М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 438 с.

**НАНОРАЗМЕРНЫЕ ЧАСТИЦЫ РУТЕНИЯ,  
НАНЕСЕННЫЕ НА УГЛЕРОДНЫЕ НОСИТЕЛИ,  
ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ГИДРИРОВАНИЯ ГЛЮКОЗЫ**  
RUTHENIUM NANOPARTICLES SUPPORTED  
ON CARBON FOR THE CATALYTIC GLUCOSE  
HYDROGENATION

**В.А. Голубков**

Научный руководитель **Ю.Н. Зайцева**

*Институт химии и химической технологии СО РАН,  
г. Красноярск*

**V.A. Golubkov**

Scientific adviser **Yu.N. Zaitseva**

*Institute of Chemistry and Chemical Technology SB RAS,  
Krasnoyarsk*

Сорбит, глюкоза, гидрирование, нанесенные катализаторы, рутений, наночастицы.

*В работе рассмотрено влияние обработки углеродных носителей Сибунит-4 и СМК-3 окислением влажным воздухом и сульфированием на размер нанесенных частиц рутения и их каталитическую активность в гидрировании глюкозы. Установлено экспериментальными (адсорбция-десорбция  $N_2$ , титрование, просвечивающая электронная микроскопия, рентгенфотозлектронная спектроскопия) и теоретическими (моделирование в рамках теории функционала плотности) методами, что окисление поверхности ведет к уменьшению размеров частиц рутения.*

*Средние размеры лежат в диапазоне 1–3 нм. Полученные катализаторы имеют очень высокую активность и эффективно функционируют при 60°C, с конверсией глюкозы 90–99 % и селективностью к сорбиту 90–98 % за 90 минут. Наибольшей активностью в обоих сериях обладают катализаторы с размером частиц ~1,6 нм.*

Sorbitol, glucose, hydrogenation, supported catalysts, ruthenium, nanoparticles.

*The article considers the effect of carbon supports Sibunit-4 and CMK-3 treatment by moist-air oxidation and sulfonation on the size of supported ruthenium particles and their catalytic activity in glucose hydrogenation. It has been established by experimental ( $N_2$  adsorption-desorption, titration, transmission electron microscopy, X-ray photoelectron spectroscopy) and theoretical (density functional theory) methods that surface oxidation leads to a decrease in the ruthenium particles size. The average sizes are in the range of 1-3 nm. The catalysts have a very high activity, function effectively at 60 °C, have glucose conversion 90-99% and a selectivity to sorbitol 90-98% in 90 min. Catalysts with a particle size of ~1.6 nm in both series have the highest activity.*

**С**орбит – сахарный спирт, широко используемый в производстве продуктов питания, средств личной гигиены и медикаментов, в том числе в качестве сырья для получения витамина С. Промышленным методом его получения является каталитическое гидрирование глюкозы в воде в присутствии катализаторов на основе никеля Ренея при температурах 80–140°C и давлениях водорода до 50 бар [1]. Внедрение в производство сорбита стабильных и безопасных катализаторов позволит улучшить эколого-экономические показатели производства.

Рутений – наиболее активный металл платиновой группы в водофазных реакциях гидрирования карбонильных соединений [2; 3]. Использование углеродных материалов в качестве носителей имеет ряд преимуществ: гидро-термальная и химическая устойчивость, широкий диапазон текстурных характеристик, как правило, невысокая цена.

Кроме того, на поверхности углеродных материалов могут быть созданы функциональные группы различной природы, позволяющие варьировать и настраивать химические свойства носителя, а, следовательно, и катализатора.

Нами проведено исследование влияния окислительной обработки углеродного носителя на размер частиц и гидрирующую активность нанесенного рутения. Приготовлены серии углеродных носителей на основе углеродных материалов Сибунит и СМК-3. Они были модифицированы окислением влажным воздухом и сульфированием серной кислотой для создания кислотных групп на поверхности. На основе данных носителей нанесенные рутениевые катализаторы были синтезированы методом пропитки по влагоемкости с последующим восстановлением в токе водорода. Носители и катализаторы охарактеризованы физико-химическими методами (адсорбция-десорбция азота, РФА, РФЭС, ПЭМ, кислотно-основное титрование, определение рН точки нулевого заряда).

Катализаторы показали высокую эффективность и селективность в гидрировании глюкозы (табл. 1). Условия реакции: 170 мг катализатора; 408 мг глюкозы; 5,5 МПа  $H_2$ ; 33,5 мл  $H_2O$ ; 60°C; 90 мин.

*Таблица*

**Эффективность катализаторов  
в процессе гидрирования глюкозы**

Катализатор	Константа скорости, сек <sup>-1</sup>	Конверсия глюкозы, %	Выход ксилита, %	Селективность, %
1	2	3	4	5
2RSib	1,23±0,07	90	87	97
2RSib400	2,04±0,18	98	96	98
2RSib450	2,17±0,11	98	96	98

Окончание табл.

1	2	3	4	5
2RSib500	1,41±0,10	96	95	99
2RSibsulf	1,85±0,16	95	85	89
2RCMK	3,05±0,27	99	91	92
2RCMK400	1,15±0,11	89	84	94
2RCMK450	2,12±0,17	98	94	96
2RCMK500	1,58±0,06	93	87	94
2RCMKsulf	1,85±0,01	96	92	96

Для катализаторов на Сибуните активность повышается с увеличением количества кислотных групп носителя, для СМК, напротив, снижается (рис. 1). Однако в обеих сериях максимальную активность демонстрируют катализаторы, несущие частицы рутения примерно одинакового размера – около 1,6 нм (рис. 2).

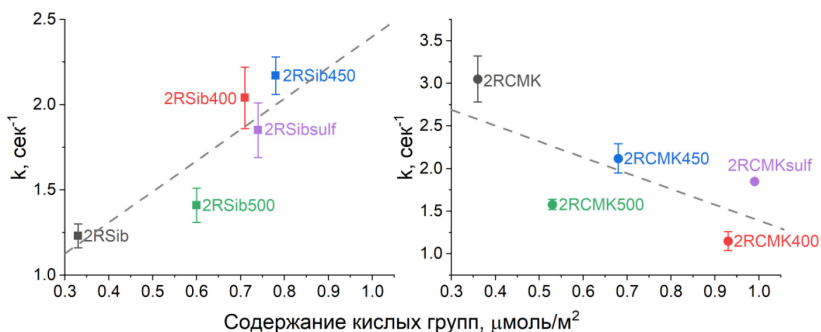


Рис. 1. Зависимости активностей 2%Ru/C катализаторов в гидрировании глюкозы от кислотности носителя

В обоих случаях модификация носителя окислением и сульфированием приводит к уменьшению среднего размера частиц металла, что подтверждено квантохимическим моделированием. Однако из различий в удельной

поверхности ( $\sim 400$  и  $1400$   $\text{m}^2/\text{г}$  у носителей серии Сибунит и СМК соответственно) размеры частиц у них заметно отличаются изначально. Судя по всему, размер наночастиц Ru  $\sim 1,6$  нм обеспечивает максимальную каталитическую активность.

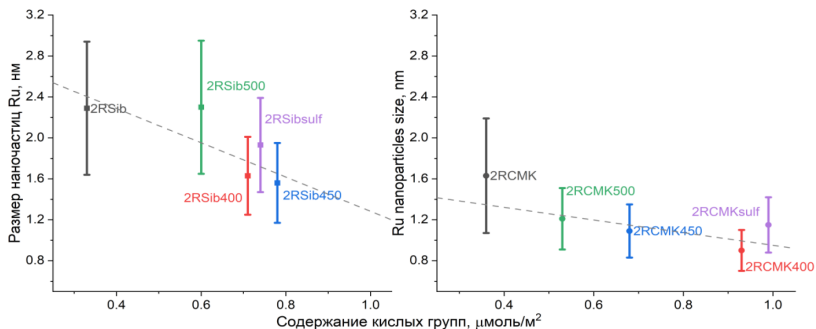


Рис. 2. Влияние кислотных групп носителя на размеры частиц рутения

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-73-20269).*

### **Библиографический список**

1. Schiweck H., Bär A., Vogel R. et al. Sugar Alcohols. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Germany: Wiley, 2012, 33.
2. Голубков В.А., Зайцева Ю.Н., Кирик С.Д., Еремина А.О., Сычев В.В., Таран О.П. Получение ксилитола из ксилозы на рутениевых катализаторах на основе допированного оксидом циркония силиката SBA-15 // Химия растительного сырья. 2023. № 4. С. 397–405.
3. Gromov N.V., Medvedeva T.B., Rodikova Y.A., Timofeeva M.N., Panchenko V.N., Taran O.P., Kozhevnikov I.V., Parmon V.N. One-pot synthesis of sorbitol via hydrolysis-hydrogenation of cellulose in the presence of Ru-containing composites // Bioresource Technology. 2021. № 319. P. 124122.



**КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ  
АРАБИНОГАЛАКТАНА ЛИСТВЕННИЦЫ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
2,2,6,6-ТЕТРАМЕТИЛПИПЕРИДИН-1-ОКСИЛА (ТЕМПО)  
CATALYTIC OXIDATION OF LARCH  
ARABINOGLACTAN USING  
2,2,6,6-TETRAMETHYLPIPERIDINE-1-OXYL (TEMPO)**

**Р.М. Гулиева**

Научный руководитель **Ю.Н. Маляр**  
*Сибирский федеральный университет  
Институт химии и химической технологии СО РАН,  
г. Красноярск*

**R.M. Gulieva**

Scientific supervisor **Yu.N. Malyar**  
*Siberian Federal University  
Institute of Chemistry and Chemical Technology SB RAS,  
Krasnoyarsk*

Химия, окисление, арабиногалактан, органика, полисахариды.

*В статье описывается модификация арабиногалактана лиственницы методом каталитического окисления с использованием 2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-оксила (ТЕМПО). Приведены результаты изучения окисленного арабиногалактана с помощью ряда физико-химических методов.*

Chemistry, oxidation, arabinogalactan, organics, polysaccharides.

*The article describes the modification of larch arabinogalactan by catalytic oxidation using 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (TEMPO). The results of the study of oxidized arabinogalactan using a number of physico-chemical methods are presented.*

**А**рабиногалактан (АГ) является одним из полисахаридов, входящих в состав основных компонентов древесины лиственницы, и за счет своей высокой реакционной способности может быть альтернативой ряду полимерных

соединений, традиционно добываемых переработкой нефти, в синтезе препаратов, обладающих повышенной биологической активностью [1].

Одним из активно развивающихся направлений функционализации АГ является окисление первичных гидроксильных групп с получением широкого спектра востребованных веществ различных классов: полиуроновых кислот, альдегидов и др., которые в дальнейшем используются в химической, фармацевтической и пищевой промышленности [2].

Чаще всего в процессах окисления используются жесткие окислители – оксиды азота, нитриты и нитраты щелочных металлов, озон и др. Недостатками данных методов является их низкая селективность, приводящая к побочным реакциям, среди которых преобладает гидролиз гликозидных связей в молекулах полисахаридов, что негативно сказывается на молекулярной массе получаемых препаратов и, как следствие, на их растворимости и биологической активности [3].

Целью данной работы является синтез окисленного арабиногалактана (АГ), выделенного из древесины лиственницы, произрастающей на территории г. Красноярска, с последующим определением его антиоксидантной активности.

В работе использовалась методика окисления арабиногалактана системой на основе катализатора 2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-оксила (ТЕМПО) и гипохлорита натрия. Основными особенностями такой системы являются высокая скорость реакции, высокая селективность и низкая степень гидролиза гликозидных связей.

В данной работе 2 г АГ растворили в 520 мл дистиллированной воды, добавили 0,8 г NaBr и 0,04 г ТЕМПО при перемешивании 350 об/мин. Началом реакции служит постепенное добавление 80 мл свежеприготовленного 15 % раствора NaOCl, с доведением pH раствора 2M HCl до 9.5 при постоянном охлаждении до температуры 2–5 °С в ледяной бане. Каждые 30 минут регулировали значение pH реакци-

онной смеси до 9.5 раствором 0,1 М NaOH, учитывая его расход. Реакцию проводили до тех пор, пока расход NaOH не приближался к 0 на протяжении более чем 2 отрезков времени подряд, параллельно проводя анализ на уронидную составляющую. Далее присыпали 0.3 г  $\text{NaBH}_4$  и выдерживали при перемешивании еще 45 мин. Для окончания реакции (раствор делили пополам и довели в каждом из них pH до 4 и 6) довели pH раствора 2 М HCl до 8, а для погашения протекающих побочных реакций газообразования (выделение соединений хлора и аммиака) добавили 20 мл этилового спирта и 0,02 г NaCl. Полученный раствор концентрировали под вакуумом и подвергли диализу в диализных мешках в течение суток. Полученный сконцентрированный и диализированный раствор сушили в сушильном шкафу до воздушно-сухого состояния при температуре 40 °С.

Исследование полученного окисленного АГ проводили следующим комплексом физико-химических методов анализа:

Оценку уронидной составляющей полученных производных АГ определяли путем гидролиза пробы, отобранной из реакционной смеси в 5 мл концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а также 0,5 мл 0,15 мас. % раствором карбазола в этиловом спирте при температуре 80 °С в течение 5–7 минут с последующим спектрофотометрическим определением комплекса уроновых кислот при длине волны 530 нм (раствор сравнения – вода). Установлено, что доля уронидной составляющей АГ в ходе процесса возрастает более чем в 2 раза до 50 % уже после двух часов реакции и в дальнейшем меняется незначительно.

Включение карбоксильных групп в структуру АГ подтверждено методом ИК-спектроскопии.

Так, значительно возрастает интенсивность области полюс поглощения (п.п) карбоксильных групп  $1650\text{--}1750\text{ см}^{-1}$ , что свидетельствует об увеличении количества карбоксильных групп в структуре арабиногалактана в ходе процесса окисления с ТЕМПО.

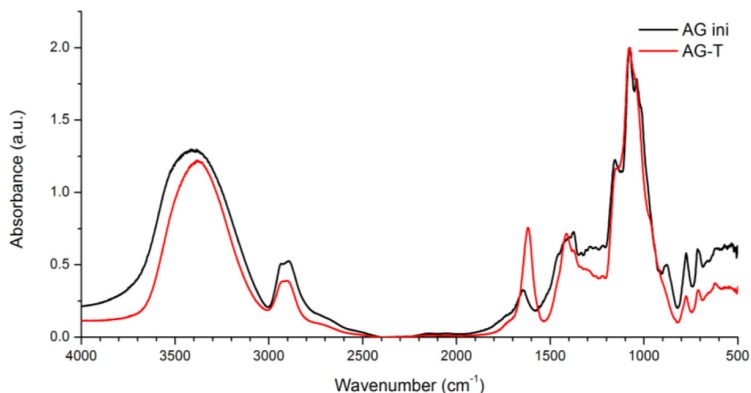


Рис. ИК-спектры исходного арабиногалактана и арабиногалактана, модифицированного ТЕМПО

Таким образом, оценка расхода NaOH и определение уронидной составляющей позволили выявить, что процесс окисления АГ системой ТЕМПО-гипохлорит достигает своей максимальной эффективности уже спустя 2 ч реакции и в дальнейшем протекает незначительно, возможно, из-за переменной диссоциации Na-солей АГ. Анализ методом ИК подтверждает полученные в ходе окисления результаты – доля п.п., характерных для карбоксильных групп, возрастает.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 22-73-10212. В работе использовано оборудование Красноярского регионального центра коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН.*

#### **Библиографический список**

1. Song J., Chen Y., Luan F. // Journal of Environmental Management. 2023. V. 330. P. 117170.
2. Khan M.D., Singh A., Khan M.Z., Tabraiz S., Sheikh J. // Journal of Water Process Engineering. 2023. V. 53. P. 103579.
3. Malyar Y.N., Borovkova V.S., Kazachenko A.S., Fetisova O.Y., Skripnikov A.M., Sychev V.V., Taran O.P. // Polymers. 2023. V. 15. P. 1999.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ  
СОПОЛИФЛУОРЕНА  
НА ОСНОВЕ 9,10-ДИЦИАНОФЕНАНТРЕНА  
КВАНТОВОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ  
INVESTIGATION OF THE SPECTRAL PROPERTIES  
OF A COPOLYFLUORENE BASED  
ON 9,10-DICYANOPHENANTHRENE  
USING QUANTUM-CHEMICAL METHODS**

**Д.А. Иванова**

Научный руководитель **Ф.Н. Томилин**

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**D.A. Ivanova**

Scientific adviser **F.N. Tomilin**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Спектральные свойства, квантовохимические методы, полимер, флуорен, 9,10-дицианофенантрен.

*Цель работы – изучение спектральных свойств сополифлуорена на основе 9,10-дицианофенантрена квантовохимическими методами. В программе GAMESS с помощью методов CAM-B3LYP и B3LYP были исследованы спектральные свойства молекулы сополимера на основе 9,10-дицианофенантрена и 9-диметилфлуорена. Рассмотрены данные молекулы в присутствии толуольных заместителей. Было выявлено, что в силу большего сопряжения в молекулах в дальнейших исследованиях необходимо использовать молекулы с толуольными заместителями. Предпочтение отдали методу CAM-B3LYP, так как в молекуле исследуемого сополифлуорена присутствует перенос заряда.*

Spectral properties, quantum chemical methods, polymer, fluorene, 9.10-dicyanophenanthrene.

*The aim of the work was to study the spectral properties of copolifluorene by quantum-chemical methods. The spectral properties of a copolymer molecule based on 9.10-dicyanophenanthrene and 9-dimethylfluorene were studied in the GAMESS program, using the CAM-B3LYP and B3LYP methods. These molecules are also considered with toluene substituents.*

*It was found that due to the greater conjugation in the molecules, it is necessary to use molecules with toluene substituents in further research. Preference was given to the CAM-B3LYP method, since charge transfer is present in the molecule of the studied copolyfluorene.*

Органические светодиоды на основе полимеров имеют ряд достоинств перед альтернативными технологиями. Среди них – низкая стоимость и меньшая энергозатратность за счет возможности применять растворные технологии. Сополимеры флуорена относятся к числу наиболее перспективных сопряженных полимеров для использования в качестве излучающего материала органических светодиодов. Они обладают высокими квантовыми выходами фотolumинесценции, высокой химической и термической стойкостью, хорошими пленкообразующими свойствами [1].

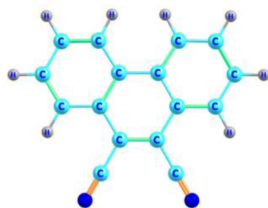
Органические красители на основе флуорена широко применяются в науке и технике [2]. Они входят в состав полимерных композиций для органических светоизлучательных диодов, молекулярных полупроводниковых материалов, голографических сред, оптоэлектронных устройств, используются в качестве молекулярных и ионных сенсоров.

Цель работы – изучение спектральных свойств сополифлуорена на основе 9,10-дицианофенантрена квантово-химическими методами.

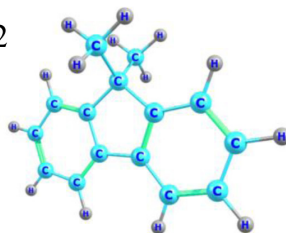
Квантовохимические расчеты молекул красителей были произведены в программе GAMESS, оптимизация геометрии молекул в основном и возбужденном состоянии методом DFT B3LYP/MIDI, в присутствии растворителя – хлороформ, используя модель SMD. Затем методом TDDFT, B3LYP и CAM-B3LYP, базисом 6-31\*\* рассчитан спектр поглощения и излучения молекулы.

Также были исследованы данные молекулы с толуольными заместителями для молекулы 9,10-дициано-фенантрен в положениях 3,6, для молекулы 9-диметилфлуорен в положении 2,7.

1



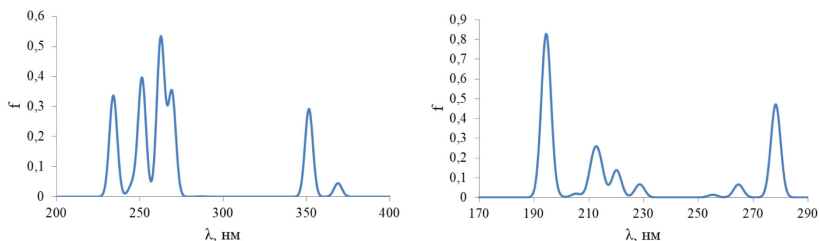
2



1 – 9,10-дицианофенантрен, 2 – 9-диметилфлуорен

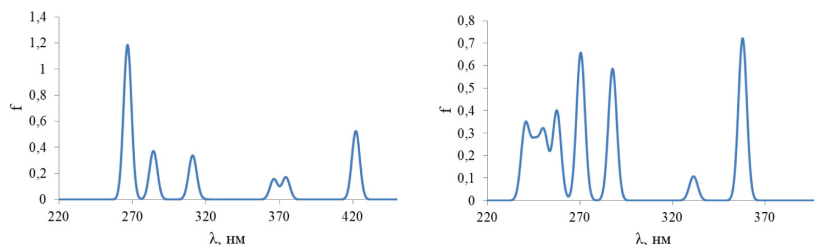
Рис. 1. Структурные формулы исследуемых молекул

Анализ молекулярных орбиталей данных молекул показал, что за оптические свойства в молекуле сополифлуорена отвечает в основном фрагмент дициано-группы. Полученные спектральные характеристики представлены на рисунках 2, 3, 4 и в таблице.



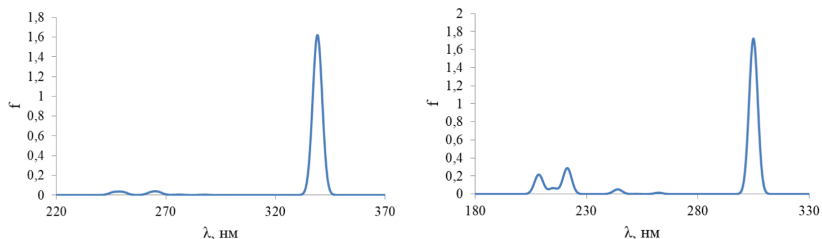
1 – молекула 1, 2 – молекула 2

Рис. 2. Спектры поглощения исследуемых молекул без толуольных заместителей



1 – B3LYP, 2 – CAM-B3LYP

Рис. 3. Спектры поглощения исследуемой молекулы 1 с толуольными заместителями, рассчитанные различными методами



1 – ВЗЛР, 2 – САМ-ВЗЛР

Рис. 4. Спектры поглощения исследуемой молекулы 2 с толуольными заместителями, рассчитанные различными методами

Таблица

**Результаты поглощения и излучения молекул 1 и 2 с толуольными заместителями и без них, рассчитанные методом ВЗЛР и САМ- ВЗЛР**

Метод	Структура, №	Спектральные характеристики			
		Поглощение		Излучение	
		λ, nm	Сила осциллятора	λ, nm	Сила осциллятора
ВЗЛР	1 без тол.зам	352	0,292	371	0,262
	1 с тол.зам.	423	0,526	486	0,631
	2 без тол.зам	279	0,472	319	0,606
	2 с тол.зам.	340	1,622	425	1,914
САМ-ВЗЛР	1 с тол.зам.	359	0,722	417	0,809
	2 с тол.зам.	305	1,724	384	1,939

\*Экспериментальные значения для сополифлуорена в растворе:  
 $\lambda_{\text{погл.}} = 389 \text{ nm}$ ;  $\lambda_{\text{изл.}} = 416 \text{ nm}, 440 \text{ nm}, 467 \text{ nm}, 550 \text{ nm}$ .  
 В пленке:  $\lambda_{\text{погл.}} = 384 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{изл.}} = 421 \text{ nm}, 504 \text{ nm}$

Таким образом, в программе GAMESS с помощью методов САМ-ВЗЛР и ВЗЛР были изучены спектральные свойства молекулы сополимера на основе 9,10-дицианофенантрена и 9-диметилфлуорена, рассмотрены данные молекулы в присутствии толуольных заместителей. При изучении спектров поглощения и излучения было выявлено, что в силу большего сопряжения в молекулах в дальнейших исследованиях необходимо использовать молекулы



с толуольными заместителями. При сравнении двух методов – САМ-ВЗЛҮР и ВЗЛҮР предпочтение отдали методу САМ-ВЗЛҮР, так как в молекуле исследуемого сополифлуорена присутствует перенос заряда.

#### **Библиографический список**

1. Ильгач Д.М., Носова Г.И., Смыслов Р.Ю., Никонова Е.Н., Гадиров Р.М., Копылова Т.Н., Якиманский А.В. Сополифлуорены с красной электролюминесценцией, содержащие зеленые люминофоры для повышения яркости излучения // Вестник ТвГУ. 2017. № 1. С. 72–79.
2. Курдюкова И.В., Ищенко А.А. Органические красители на основе флуорена и его производных // Успехи химии. 2012. № 81. С. 258–290.

### **ВЫБОР И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ РАКА ЛЕГКОГО**

#### **SELECTION AND RESEARCH OF PHOTSENSITIZERS FOR PHOTODYNAMIC THERAPY OF LUNG CANCER**

**М.Р. Кастюк<sup>1</sup>, Д.А. Иванова<sup>1</sup>, У.В. Белошедова<sup>2</sup>**

Научный руководитель **А.С. Кичкайло<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

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

**M.R. Kastyuk<sup>1</sup>, D.A. Ivanova<sup>1</sup>, U.V. Beloshedova<sup>2</sup>**

Scientific adviser **A.S. Kichkailo**

<sup>1</sup>*Siberian Federal University, g. Krasnoyarsk*

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

Фотодинамическая терапия, фотосенсибилизаторы, рак легкого, аптамеры. В статье проводится сравнение противоопухолевой эффективности различных фотосенсибилизаторов при фотодинамической терапии. В работе эффективности фотосенсибилизаторов оценивали с помощью световой и флуоресцентной микроскопии.

Photodynamic therapy, photosensitizers, lung cancer, aptamers.  
*The article compares the antitumor effectiveness of various photosensitizers during photodynamic therapy. The effectiveness of photosensitizers was assessed using light and fluorescence microscopy.*

**В** последние десятилетия идет активное изучение фотодинамической терапии (ФДТ) и применения ее для лечения онкологических заболеваний. Механизм ФДТ состоит в поглощении фотона фотосенсибилизатором (ФС), молекула которого переходит вначале в возбужденное синглетное состояние, а затем переходит в триплетное состояние и взаимодействует с молекулярным кислородом, преобразуя его либо в активные формы (АФК), либо в синглетный кислород ( $^1\text{O}_2$ ), который может непосредственно разрушать клетки-мишени путем индукции некроза и/или апоптоза. Потенциальная специфичность ФДТ в отношении опухоли достигается за счет накопления ФС в области новообразования [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения за 2023 год, рак легкого (РЛ) является ведущей причиной смерти от онкологических заболеваний во всем мире [2]. Поэтому разработка способов лечения РЛ с применением ФДТ является актуальной задачей.

Наиболее распространенный ФС для ФДТ рака легкого, производимый на территории России, является хлорин Е6.

Золото также может быть использовано для ФДТ. Комплексы наночастиц золота с молекулярными структурами применяют для адресной доставки и контролируемого высвобождения противораковых лекарственных средств [3]. Комплексы бычьего сывороточного альбумина (BSA-Au) и глутатиона (Glu-Au) с атомарным золотом могут выступать в качестве ФС.

Как правило, ФС действуют безадресно, и, как следствие, могут способствовать нарушению структуры и функций неопухолевых клеток. По этой причине ФС в своем

составе должны быть функционализированы адресными лигандами, в частности, аптамерами, которые представляют собой короткие одноцепочечные ДНК- и РНК-олигонуклеотиды, специфичные к заданным мишеням. Согласно исследованию [4], аптамер LC17 способен связываться только с опухолевыми клетками легкого.

В работе хлорин Е6 был функционализирован аптамерами с помощью химической сшивки. BSA-Au и Glu-Au были инкапсулированы в липосомы, которые функционализировали модифицированным холестерином аптамером.

Цель работы – сравнение противоопухолевой эффективности различных фотосенсибилизаторов при фотодинамической терапии.

В качестве объекта для ФДТ были использованы первичные культуры РЛ и клеточные культуры фибробластов.

Клетки культивировали в  $\text{CO}_2$ -инкубаторе в 96-луночном планшете до получения монослоя. В каждую лунку добавляли по 10 мкл фотосенсибилизатора. В контрольные лунки добавляли по 10 мкл фосфатного буфера. Все образцы имели по 2 повторности. После добавления фотосенсибилизаторов планшет помещали в  $\text{CO}_2$ -инкубатор на 24 часа, после чего подвергали лазерному излучению при длине волны 660 нм в течение 10 мин. Эффективность ФДТ оценивали с помощью световой и флуоресцентной микроскопии. Для этого в каждую пробу добавляли флуоресцентные зонды для оценки уровня АФК (Rox) (красный), активности каспазы (Caspase) (зеленый) и уровня мертвых клеток (DAPI) (синий).

Световая микроскопия продемонстрировала, что клетки после ФДТ потеряли целостность мембраны; некоторые из них увеличились и подверглись некрозу (рис. 1). Функционализированные аптамером LC17 фотосенсибилизаторы накапливались и осуществляли деструкцию опухолевых клеток, но не нарушали целостность фибробластов.

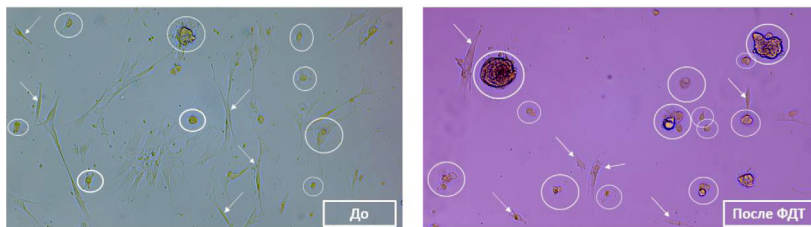


Рис. 1. Клетки рака легкого (кружки) и фибропласты (стрелки) до (слева) и после ФДТ (справа), в качестве ФС – BSA-Au-LC17, 100x

Эффективность ФДТ оценивали по доле живых клеток по формуле:

$$D_k = \frac{\text{живые клетки}}{\text{живые клетки} + \text{клетки в апоптозе/некрозе}} \cdot 100\%. \quad (1)$$

$$D_f = \frac{\text{живые фибропласты}}{\text{живые фибропласты} + \text{фибропласты в апоптозе/некрозе}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Результаты эффективности ФДТ представлены в таблице.

Таблица

### Результаты эффективности ФД

Фотосенсибилизатор	Доля живых клеток после ФДТ, %	Доля живых фибропластов после ФДТ, %
BSA-Au	0,0	0,0
Липосомы, нагруженные BSA-Au	0,0	100,0
Функционализированные LC17 липосомы, нагруженные BSA-Au	0,0	100,0
Glu-Au	0,0	0,0
Липосомы, нагруженные Glu-Au	0,0	96,3
Функционализированные LC17 липосомы, нагруженные Glu-Au и	0,0	80,0
Хлорин Е6	0,0	0,0
Хлорин Е6-LC17	0,0	100,0

Результаты, полученные с помощью флуоресцентной микроскопии, показали, что ФС, функционализированные LC17, накапливаются только в клетках рака легкого,

активируя в них процессы апоптоза, о чем свидетельствует активация каспазы (зеленый цвет). Фибробласты при этом остаются в интактном состоянии.

#### ***Библиографический список***

1. Коршунова О.В., Плехова Н.В. Фотодинамическая терапия в онкологии: настоящее и будущее // Тихоокеанский медицинский журнал. 2020. № 4. С. 15–20.
2. ВОЗ. Рак легкого [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/lung-cancer>
3. Крат А.В., Замай Т.Н., Замай Г.С., Коловская О.С., Григорьева В.Л., Кичкайло А.С., Зуков Р.А. Использование ДНК-аптамеров в оценке распространенности опухолевого процесса у больных раком легкого // Сибирское медицинское обозрение. 2016. № 5. С. 96–98.
4. Курапов П.Б., Бахтенко Е.Ю. Наночастицы золота для диагностики и терапии онкологических заболеваний // Вестник РГМУ. 2018. № 6. С. 86–93.

## **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕССЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ INFLUENCE OF ULTRASONIC TREATMENT PARAMETERS ON DISPERSING PROCESSES**

**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*

Сонохимия, кавитация, ультразвук, ударные волны, диспергирование. В статье рассмотрено влияние типа жидкости на процесс ультразвукового диспергирования. Полученные в ходе ультразвукового воздействия золи, содержащие частицы алюминия, исследовали спектрофотометрически и методом динамического рассеяния света.

Sonochemistry, cavitation, ultrasound, shock waves, dispersion.

*In this paper, the effect of liquid type on the ultrasonic dispersion process was studied. The sols containing aluminium particles obtained during ultrasonic impact were investigated spectrophotometrically and by dynamic light scattering.*

Одним из перспективных направлений в получении наночастиц является использование ультразвука. Ультразвук, проходя через жидкую среду, вызывает механические колебания жидкости и генерирует акустические потоки внутри нее. При колебаниях и схлопывании кавитационных пузырьков возникает несколько физических эффектов: ударные волны, микроструи, турбулентность, сдвиговые силы и т.д.

Как показано в работах [1; 2], наибольшее влияние на диспергирование материала оказывают сферические ударные волны. Чем больше мощность образующихся ударных волн, тем интенсивнее кавитация. Интенсивность кавитации – усредненная по объему величина интенсивности сферических ударных волн. Так как значительная доля поглощенной акустической энергии выделяется в системе в виде тепла, то для исследования интенсивности кавитации предложено использовать калориметрический метод ( $\text{Вт}\cdot\text{см}^{-2}$ ):

$$I = \frac{C_p \Delta T v}{S \tau},$$

где  $C_p$  – массовая теплоемкость среды, Дж/(кг·К);  $\Delta T$  – экспериментально определяемое изменение температуры за время  $\tau$  (с);  $v$  – масса обрабатываемого вещества, г;  $S$  – площадь излучающей поверхности волновода,  $\text{см}^2$ .

В качестве среды для изучения интенсивности сферических ударных волн использовали растворители: вода,

N-метилпирролидон (МП), диметилсульфоксид (ДМСО), N,N-диметилформамид (ДМФА). В качестве источника ультразвука – ультразвуковой аппарат «Волна» (УЗТА-0,4/22-ОМ).

Исследуемый растворитель помещали в термостойкий стакан емкостью 50 мл и устанавливали его в калориметр. Перед началом эксперимента содержимое калориметра термостатировали при начальной температуре. Содержимое калориметра обрабатывали ультразвуком в течение 15 с и измеряли температуру.

*Таблица*

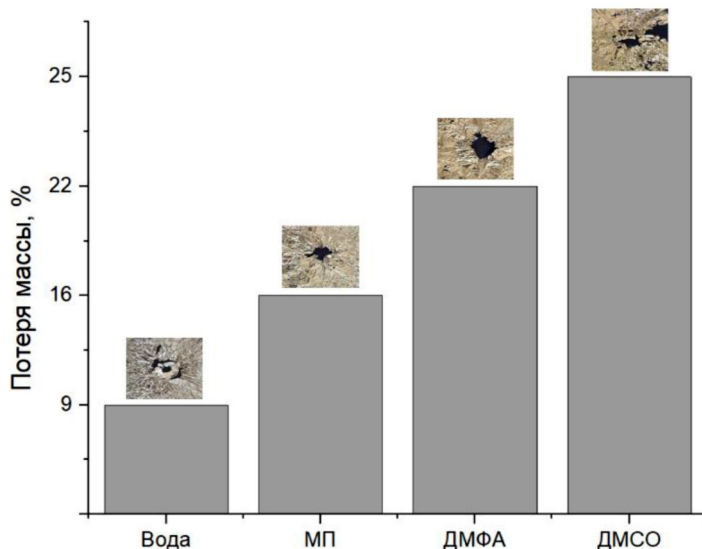
#### Результаты опытов

Параметры	Вода	ДМФА	ДМСО	МП
$\Delta T$ , среднее	3±1	2±1	5±1	5±1
I, Вт·см <sup>2</sup>	8±1	3±1	7±2	11±2

Результаты свидетельствуют больше об акустической интенсивности ударных волн, формируемых ультразвуком в среде МП. Это может быть связано с более высокой растворимостью газов в нем и температурой его кипения.

В качестве модели для изучения сонохимического процесса диспергирования использовали алюминиевую фольгу. В ходе эксперимента предварительно взвешенный квадратный лист алюминиевой фольги (размер 7×7 см; толщина 9,5 мкм) закрепляли вблизи дна стеклянного стакана и заливали растворитель (Н<sub>2</sub>О/ДМФА/ДМСО/МП) в количестве 50 мл. В растворитель опускали ультразвуковой шток на расстояние 1 см от дна стакана. Ультразвуковую обработку проводили в течение 15 мин на мощности 400 Вт. По окончании эксперимента лист фольги вытаскивали,

промывали, сушили в сушильном шкафу при температуре 50 °С и взвешивали. Полученные в ходе ультразвукового воздействия золи, содержащие частицы алюминия, исследовали спектрофотометрически и методом динамического рассеяния света. На рисунке приведена диаграмма потери массы фольги от типа жидкой среды.



*Рис. Диаграмма потери массы алюминия при ультразвуковой обработке в зависимости от типа жидкой среды*

### ***Библиографический список***

1. Mohammad K., Abhinav P., Andrew H., Koulis P. Characterization of shock waves in power ultrasound Mohammad Khavari // Journal of Fluid Mechanics. 2021. Vol. 915. P. 1–14.
2. Mohammad K., Abhinav P., Justin M. Cavitation-induced shock wave behaviour in different liquids // Ultrasonics Sonochemistry. 2023. Vol. 94. P. 1–11.



**НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ  
В КАРТАХ-НАКОПИТЕЛЯХ БАЙКАЛЬСКОГО  
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА  
БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНОЙ**  
NEUTRALIZATION OF WASTE  
IN STORAGE CARDS OF THE BAIKAL PULP  
AND PAPER MILL WITH BENTONITE CLAY

**В.Н. Колыбзева, А.Р. Сиделева**  
Научный руководитель **В.А. Голубков**  
*МАОУ «Лицей № 7 имени Героя Советского Союза  
Б.К. Чернышева», г. Красноярск*

**V.N. Kolybzeva, A.R. Sideleva**  
Scientific adviser **V.A. Golybkov**  
*MAOU «Lyceum No. 7 named after Hero of the Soviet Union  
B.K. Chernysheva», Krasnoyarsk*

Байкальский ЦБК, лигнин, бентонит, отходы, захоронение.  
*В работе рассмотрена экологическая проблема химического производства – хранение отходов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината в картах-накопителях. Сильное обводнение отходов, содержание тяжелых металлов и органических загрязнителей в отходах и близость к чистым водам Байкала не позволяют оставить проблему нерешенной. Предложено использовать в качестве материала для захоронения отходов бентонитовую глину. Это упрочнит земляные сооружения, предотвратит распространение экотоксикантов, поглотит воду в картах и предотвратит повторное обводнение. В итоге появится возможность для длительного и безопасного протекания естественных процессов нейтрализации отходов.*

Baikal pulp and paper mill, lignin, bentonite, waste, utilization.  
*The article considers the environmental problem of chemical production – the storage of waste from the Baikal pulp and paper mill in storage cards. Heavy waterlogging of waste, the content of heavy metals and organic pollutants in waste and proximity to the clean waters of Lake Baikal do not*

*allow leaving the problem unresolved. It is proposed to use bentonite clay as a material for waste disposal. This will strengthen earthworks, prevent the spread of ecotoxicants, absorb water in maps and prevent repeated flooding. As a result, it will be possible for long-term and safe natural processes waste neutralization.*

**Б**айкальский целлюлозно-бумажный комбинат – промышленное предприятие на юге восточного берега озера Байкал, получившее известность как крупнейший источник загрязнения озера. Одной из причин этого являются полигоны по складированию промышленных отходов, расположенные в прибрежной зоне оз. Байкал. Комбинат прекратил свою работу 25 декабря 2013 года. Но даже через 10 лет после закрытия комбината проблема с отходами еще не решена [1], а остановка производства и разрушение промышленной зоны обостряют проблему [2]. Целлюлозу на комбинате получали сульфатным методом варки щепы, в процессе образуется шлам-лигнин. Образующиеся отходы складировали временно, а затем на постоянное хранение, в карты-накопители, которые в настоящее время разрушаются. В 14 бассейнах шламонакопителях хранится более 6 млн м<sup>3</sup> отходов IV класса опасности: шлам-лигнин, зола, древесная кора, промышленные и бытовые отходы, щелочесодержащая жидкость [3]. 10 из карт находится на полигоне «Солзанский». В водах карт и в почве содержатся тяжелые металлы, их содержание местами превышает предельно допустимые концентрации в 2–7 раз [4]. В отходах, в шлам-лигнине и в отстойных водах карт-накопителей имеются опасные экотоксиканты – фенол и хлорфенолы [5].

Из-за сильных дождей постоянно существует угроза разлива токсичных отходов, в том числе крайне опасны землетрясения и сели, которые способны привести к попаданию загрязнителей из карт-накопителей в озеро Бай-

кал. Байкал является одним из ключевых природных объектов России в естественном и культурном наследии. Значима его чистая вода и в технологическом отношении, это источник пресной воды, исток важной для Иркутской области и Красноярского края реки Ангары. Так, разработка методов обезвреживания и утилизации этих отходов остро необходима.



*Рис. Схема расположения карт полигона «Солзанский»*

В начале февраля 2024 года Российская академия наук совместно с Министерством природных ресурсов и экологии РФ объявили сбор информации у научных учреждений страны о перспективных и экологически эффективных технологиях обращения с отходами бывшего БЦБК. Однако в мировых литературных источниках практически отсутствуют данные о рекультивации земель, занятых отходами, подобными шлам-лигнину. При этом предлагаемые варианты, такие как электросмос, вымораживание, транспирация, вермикулирование или их простое захоронение, вымораживание с последующей переработкой [5], омоноличивание различными цементирующими составами [2], нейтрализация известью [6] не применимы к рассматриваемым отходам

по тем или иным причинам (нахождение в особоохраняемой зоне, невозможность строительства и вывоза).

Цель настоящего исследования – разработка метода нейтрализации отходов, хранящихся в картах-накопителях Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. В сложившейся ситуации наиболее приемлемым вариантом является технология, заключающаяся в проведении инженерно-мелиоративных работ для предотвращения распространения и создания условий для протекания естественной нейтрализации вредных веществ. Предлагаемый метод захоронения отходов бентонитовой глиной имеет ряд преимуществ: наличие большого технологического опыта утилизации отходов, в том числе объектов ядерного наследия, с применением бентонитовых глин или смесей с ними. Бентонит, вернее его основной минерал монтмориллонит, является хорошим сорбентом, который имеет большую влагоемкость, выраженную способность к ионному обмену, развитую поверхность для иммобилизации органических экотоксикантов. Захоронение отходов бентонитовой глиной позволяет далее применять технологии фиторемедиации и провести полное восстановление техногенно-нарушенных территорий.

Нами выделены следующие проблемы хранения отходов БЦБК в картах-накопителях: 1) разрушение карт-накопителей, угрожающее разливом токсичных отходов и загрязнением озера Байкал; 2) высокое содержание воды в отходах, затрудняющее их переработку и вывоз; 3) загрязнение надшламмовых вод и, соответственно, прилегающих территорий тяжелыми металлами и органическими экотоксикантами.

Исходя из свойств бентонитовой глины и известных способов применения, можно предположить следую-

щие эффекты ее применения для нейтрализации отходов в картах-накопителях: 1) укрепление стен карт-накопителей пластичной влажной глиной; 2) поглощение избыточной воды, предотвращение повторного обводнения захороненных отходов; 3) удаление тяжелых металлов путем ионного обмена, их иммобилизация в межслоевом пространстве монтмориллонита [7]; 4) адсорбция веществ фенольной природы, которые и являются основными органическими загрязнителями [8].

По результатам физико-химического исследования глин, исходя из минералогического состава, емкости катионного обмена и способности к водопоглощению мы считаем, что целесообразнее применять активированную карбонатом натрия глину месторождения «Кайбальское-2», разрабатываемого ООО «Бентонит Хакасии» для нейтрализации накопленных отходов. Следует отметить, что в ранее проведенном исследовании [6] показано, что монтмориллонит месторождения «Кайбальское-2» имеет высокое содержание железа, что делает ее малоценной для ряда промышленных применений.

Исходя из характеристик карт-накопителей, влажности и количества отходов, способности к водопоглощению можно оценить верхний предел количества глины, необходимого для нейтрализации накопленных отходов. Для заполнения карт № 1–10 требуется 2200 тыс. тонн глины. Однако требуемый технологический эффект может быть достигнут и при меньшем расходе материала, на что будут направлены наши дальнейшие исследования.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки, проект № 20231212-07332.*

### ***Библиографический список***

1. Грачев М., Адохин Н. Влияние Байкальского целлюлозно-бумажного комбината на окружающую среду и пути устойчивого развития экономики южного побережья Байкала // Экспертное заключение национальных экспертов для комиссии ООН по промышленному развитию (UNIDO). ЛИН СО РАН. 1995.
2. Кряжев А.М. Наилучшие доступные технологии – основа развития целлюлозно-бумажной промышленности и лесопромышленного комплекса России в XXI веке. СПб., 2020. 95 с.
3. Информационно-аналитические материалы, подготовленные к заседанию Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал 27.05.2009 «О проблеме ликвидации накопленных отходов в результате деятельности байкальского ЦБК». Иркутск, 2009. 18 с.
4. Богданов А.В., Шатрова А.С., Качор О.Л. Разработка экологически безопасной технологии утилизации отходов ОАО «Байкальский ЦБК» // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2017. № 2. С. 47–53.
5. Fedyaeva O.N., Morozov S.V., Vostrikov A.A. Supercritical water oxidation of chlorinated waste from pulp and paper mill // Chemosphere. 2021. № 283. P. 131239.
6. Голубков В.А., Горенкова Г.А., Ворожцов Е.П., Беспалова М.А., Бортников С.В., Таран О.П. Сравнительная характеристика бентонитовых глин месторождений Республики Хакасия «10-й Хутор» и «Кайбальское 2» // Журнал СФУ. Химия. 2023. № 16-3. С. 459–471.
7. Хертек Ч.А., Ворожцов Е.П., Бортников С.В. Изучение сорбционной способности бентонитовой глины по отношению к ионам меди (II) // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2021. № 35. С. 14–17.
8. Гуска Р.В., Голубков В.А., Бортников С.В. Использование бентонитовой глины в качестве сорбента фенола из водного раствора // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. 2015. № 19 (1). С. 179–180.

# НОВЫЙ ПОДХОД СЕНСИБИЛИЗАЦИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

## A NEW APPROACH TO SENSITIZATION OF EMULSION INDUSTRIAL EXPLOSIVES

**А.В. Корсаков<sup>1</sup>, А.В. Кошкин<sup>1</sup>**

Научные руководители: **Д.В. Антишин<sup>1</sup>, С.С. Костылев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск*

<sup>2</sup>*ООО «НТ Саяны», г. Красноярск*

**A.V. Korsakov<sup>1</sup>, A.V. Koshkin<sup>1</sup>**

Scientific adviser **D.V. Antishin<sup>1</sup>, S.S. Kostylev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*SibGU named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk*

<sup>2</sup>*ООО “NT Sayany”, Krasnoyarsk*

Промышленные взрывчатые вещества, АНК-технология, сенсibilизация. В статье описывается новый подход к сенсibilизации промышленных взрывчатых веществ для повышения эффективности горнодобывающей промышленности. В частности, результаты испытаний, проведенных в ходе всероссийской конференции «Промышленные взрывные технологии», проводимой в ноябре 2023 года.

Industrial explosives, ANC technology, sensitization.

*The article describes a new approach to the sensitization of industrial explosives to improve the efficiency of the mining industry. In particular, the results of tests conducted during the All-Russian conference “Industrial Explosive Technologies” held in November 2023.*

Сибирский федеральный округ исторически является лидером многоотраслевой горнодобывающей промышленности. На Красноярский край приходится более 70% от общероссийской добычи таких металлов «тяжелой» группы, как кобальт, никель и медь [1], и лидирует среди всех субъектов Российской Федерации по золотодобыче [2].

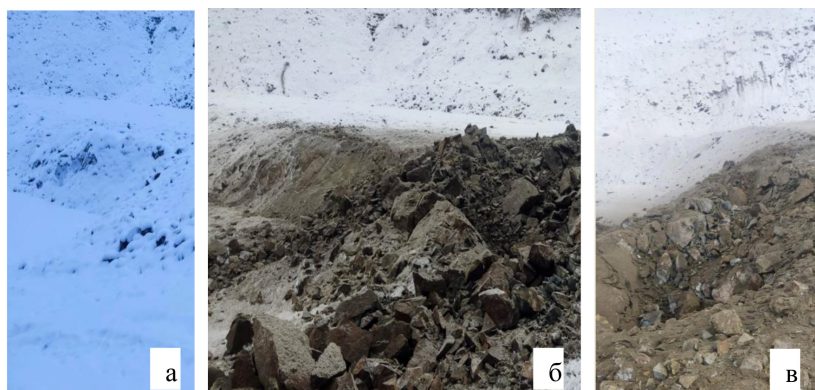
Обеспечение добычи ископаемых ресурсов напрямую связано с производством взрывчатых веществ (ВВ), общемировая тенденция развития производства промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) заключается в производстве их непосредственно на месте применения, отказ от высокоэнергоемких, чувствительных ВВ и компонентов, а также увеличение удельной энергии при уменьшении габаритов скважин. Так, в последние годы ушли от ПВВ, содержащих тротил, значительно увеличили применение эмульсионных ПВВ, эмульсионную матрицу для которых производят непосредственно на территориях, прилегающих к складам ВВ карьеров и разрезов.

Использование эмульсионных ПВВ позволяет улучшить механизацию процесса заряжания, работать по скважинам различной обводненности, а также повысить безопасность как при производстве ПВВ, так и при снаряжении скважин. Высокая безопасность достигается тем, что на большинстве стадий технологического процесса используются не взрывчатые компоненты, а готовое ПВВ сенсибилизируют незадолго до снаряжения скважин. Основным недостатком эмульсионных ПВВ является затухание детонации при прохождении по столбчатому заряду, формируемому в скважинах. Так, в ряде случаев фиксировали затухание зарядов, начиная с 4–5 метров [3], при этом глубина скважинных зарядов может достигать 30 метров. Для решения этой проблемы используют промежуточные детонаторы и более сложные конструкции зарядов [4], но такие решения приводят к удорожанию снаряжения скважин и перерасходу ВВ.

Кардинальным решением является изменение метода сенсибилизации эмульсионного ПВВ, на данный момент сенсибилизация осуществляется за счет создания газовых полостей по всему объему заряда и описывается теорией горячих точек. Другая же технология сенсибилизации и ее



практическая реализация разработана в Красноярском крае и заключается в повышении гетерогенности системы за счет добавления в эмульсионную матрицу активированных невзрывчатых компонентов (АНК-технология). Активация заключается в механической обработке невзрывчатых компонентов с целью увеличения поверхностной энергии. Данная технология была продемонстрирована широкой публике на всероссийской конференции «Промышленные взрывные технологии» в ноябре 2023 г., проводимой под эгидой Сибирского федерального университета (СФУ). Конференция проводилась в два этапа. На первом этапе на территории базальтового карьера «Золотой ручей», вблизи г. Красноярска, были проведены испытания составов, изготовленных на основе эмульсионной матрицы, и сенсibilизированных 30 % механоактивированной аммиачной селитрой (первый состав), 3 % механоактивированного древесного угля (второй состав) и классическим методом химической газификации (третий состав), произведенный по техническим условиям ТУ 7276-001-37945333-2014. Результаты испытания представлены на рисунке.



*Рис. Результаты испытания скважинных зарядов;  
а – склон бурта до подрыва, б – воронки первого и второго состава,  
в – воронка третьего состава*

Составы были испытаны в трех скважинах диаметром 130 мм и глубиной 1,5 м, объемы воронок: состав 1 – 6 м<sup>3</sup>, состав 2 – 10 м<sup>3</sup>, состав 3 – 4,8 м<sup>3</sup>. Также стоит отметить, что третий состав был снаряжен в скважину в количестве 15 кг, в то время как первый и второй состав по 8 кг.

Второй этап проводился в формате круглого стола, на котором были подняты проблемы отрасли, системы образования, подготовки кадров горной промышленности и производства ВВ, а также перспективы применения и развития АНК-технологии, по итогу которого составлена резолюция.

Стоит отметить, что предложение Центрально-Сибирской торгово-промышленной палаты, одного из организаторов конференции, по созданию в Красноярском крае лаборатории решения проблем ПВВ получило одобрение ведущих специалистов по ПВВ. Работы по формированию лаборатории и привлечению специалистов активно ведутся как в рамках сотрудничества с предприятиями и образовательными учреждениями, так и в развитии комплексной научно-технической программы «Промышленные взрывные технологии».

#### ***Библиографический список***

1. Мамахатова Р.Т. Горнодобывающая промышленность // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2017. № 4. С. 60–69.
2. Самые востребованные места добычи золота на 2023 год [Электронный ресурс]. URL: <https://золотомаш.рф/info/articles/dobycha-zolota/samye-vostrebovannyye-mesta-dobychi-zolota-na-2023-god/>
3. Куприн Р.В., Селин И.Ю., Коваленко И.Л. Разработка, синтез и производство эмульгаторов обратных эмульсий марок «РХ» // Горная промышленность. 2020. № 4. С. 81–82.
4. Патент № 2410639 С1 РФ, способ зарядания глубоких сухих скважин эмульсионным взрывчатым веществом, сенсibilизированным методом газогенерации / Е.Б. Шевкун, А.В. Лещинский, Д.В. Сергейцов.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛАГОЕМКОСТИ И НЕФТЕЕМКОСТИ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ  
STUDY OF MOISTURE AND OIL CAPACITY  
OF MODIFIED ZEOLITES**

**Н.С. Кузнецова**

Научный руководитель **Е.В. Салогуб**

*ЗабГУ, г. Чита*

**N.S. Kuznetsova**

Scientific adviser **E.V. Salogub**

*ZabGU, Chita*

Цеолиты, Шивыртуйское месторождение, модификация, сорбция, влагоемкость, нефтепоглощение.

*В статье приведены данные по изучению поглощения воды и нефти цеолитсодержащими сорбентами до и после химической и термической модификации. Показано, что направленное химическое воздействие повышает нефтеемкость и снижает влагоемкость образцов. Наибольшие изменения были зафиксированы при обработке органическим растворителем.*

Zeolites, Shivyrtuyskoye field, modification, sorption, moisture capacity, oil absorption

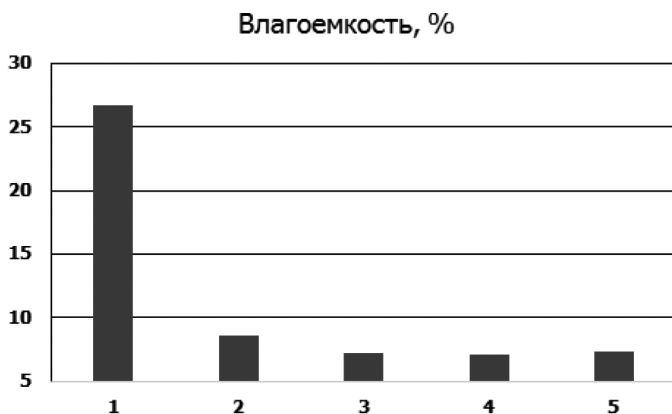
*The article presents data on the study of the absorption of water and oil by zeolite-containing sorbents before and after chemical and thermal modification. It is shown that the directed chemical action increases the oil capacity and reduces the moisture capacity of the samples. The greatest changes were recorded during treatment with an organic solvent.*

**П**риродные сорбенты, как правило, не проявляют свои свойства в полной мере, в связи с чем разрабатываются различные способы их активации, модификации с целью улучшения сорбционной емкости и селективности поглощения адсорбтивов [1–3].

*Цель* – изучение влияния модификации природных цеолитов на их сорбционную активность по отношению к воде и нефти.

*Материалы и методы.* Модификацию цеолитов (клиноптилолит-монтмориллонитовая порода Шивыртуйского месторождения Забайкалья) проводили термическим и химическим способами. Для сравнительной оценки подготовлены следующие образцы: 1) активированный кокосовый уголь (ООО «Ватер Проф», Россия) – контрольный образец, представитель классических сорбентов; 2) нативный цеолит; 3) термически обработанный в муфельной печи цеолит (400 °С, 2 часа); 4) цеолит, активированный серной кислотой (2 М, 24 часа); 5) цеолит, подвергнутый действию толуола (С<sub>7</sub>Н<sub>8</sub>) в течение 24 часов. После химического воздействия пробы отмывали до нейтральной реакции, высушивали. Влагоемкость определяли гравиметрически согласно ГОСТ 30629-99. Нефтеемкость исследовали весовым методом по методике [4] (нефть «Реахим» ГОСТ 9965-76).

**Результаты и их обсуждение.** На рисунках представлены результаты сравнительной оценки влагоемкости (рис. 1) и нефтеемкости (рис. 2) образцов.



*Рис. 1. Результаты определения влагоемкости образцов (1 – уголь, 2 – цеолит, 3 – прокаленный цеолит, 4 – цеолит с кислотной обработкой, 5 – цеолит с обработкой толуолом)*



*Рис. 2. Результаты определения нефтеемкости образцов (1 – уголь, 2 – цеолит, 3 – прокаленный цеолит, 4 – цеолит с кислотной обработкой, 5 – цеолит с обработкой толуолом)*

Как видно из приведенных данных, направленное химическое воздействие повышает нефтеемкость и снижает влагоемкость сорбентов. Наибольшие изменения были зафиксированы при обработке органическим растворителем (образец № 5) – на 20,9 % возросло нефтепоглощение, адсорбция воды снизилась на 15,1 %, что, вероятно, связано с вымыванием адсорбированных природным цеолитом гидрофобных соединений [3].

Кислотная активация имела сходный результат (образец № 4), значения показателей изменялись на 13,2 и 17,1 % соответственно. Кислоты вызывают dealюминирование цеолитного каркаса, способствуют снижению количества кислотно-основных центров, степени кристалличности [2; 3]. Термическое воздействие привело к аналогичному, но менее выраженному эффекту (образец № 3): нефтеемкость увеличилась на 9,7 %, водопоглощение уменьшилось на 15,3 %. Термоактивация способствует росту адсорб-

ционной емкости за счет удаления «цеолитной» воды из каналов и полостей и имеет доказанное положительное влияние на структурные и эксплуатационные свойства каркасных алюмосиликатов [1; 3]. Активированный уголь, исследованный в качестве альтернативного сорбента другой химической природы, показал наиболее высокие, но неспецифические поглотительные свойства, – одинаково хорошо адсорбирует как воду, так и гидрофобную нефть.

**Выводы.** Благодаря направленному воздействию на природные минералы, можно существенно улучшить их свойства для решения актуальных экологических и производственных задач, например, в области ремедиации при разливах нефтепродуктов.

#### *Библиографический список*

1. Зонхоева Э.Л. Природные цеолиты Забайкалья: свойства и применение. Улан-Удэ: Издание БНЦ СО РАН, 2018. 192 с.
2. Размахнин К.К., Хатькова А.Н. Современные технологии переработки и модификации цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья: монография. Чита: ЗабГУ, 2014. 310 с.
3. Дабижа О.Н., Коновалова Н.А. Совершенствование методов модификации природных цеолитов Забайкалья: монография. Чита: ЗаБИЖТ, 2016. 248 с.
4. Кутанова Е.В., Кузина Н.А. Определение нефтеемкости методом сорбции на примере углеродных волокнистых материалов // Национальная ассоциация ученых. 2022. № 77. С. 63–68.

**ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛА  
ИЗ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ  
ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ  
OBTAINING FOAM GLASS  
FROM NATURAL AND MAN-MADE PRODUCTS  
OF THE TRANSBAIKAL REGION**

**С.С. Кузнецов**

Научный руководитель **А.Г. Батухтин**  
ЗабГУ, г. Чита

**S.S. Kuznetsov**

Scientific adviser **A.G. Batuhtin**  
*ZabGU, Chita*

Пеностекло, цеолиты, Шивиртуйское месторождение, угольная зола, получение, структура.

*В статье дана оценка возможности получения разными методами пеностекляных материалов на основе природных цеолитов Забайкальского края и угольной золы Читинской ТЭЦ. Показано, что наилучшими структурно-механическими свойствами обладает пеностекло, изготовленное на основе цеолита, угля и соды.*

Foam glass, zeolites, Shivirtui deposit, coal ash, production, structure.

*The article assesses the possibility of producing foam glass materials based on natural zeolites from the Trans-Baikal Territory and coal ash from the Chita Thermal Power Plant using different methods. It has been shown that foam glass made from zeolite, coal and soda has the best structural and mechanical properties.*

**П**еностекло – это эффективный теплоизоляционный материал, традиционный процесс получения которого отличается высокой энергоемкостью и экологическим риском, поэтому поиск новых, малоотходных технологий и сырья остается актуальной технологической задачей [1–4]. К перспективным решениям можно отнести использование

для синтеза пеностекла региональных прекурсоров природного и техногенного происхождения, например, цеолитсодержащие породы Забайкалья, угольную золу котельных, химический состав которых соответствует данной цели.

*Цель* – оценка возможности получения теплоизоляционных пеностекольных материалов на основе цеолитсодержащей породы и угольной золы.

*Материалы и методы.* Для изготовления образцов пеностекла использовали цеолиты Шивыртуйского месторождения, угольную золу теплостанции (ТЭЦ) г. Читы (уголь Харанорского месторождения Забайкальского края), вспомогательные компоненты (сода, силикат натрия, вода и др.). Цеолит является клиноптилолитом, также присутствуют кварц, кальцит, гидрослюда, кристобалит, полевой шпат, хлорит, гипс, органические вещества, карбонаты, сульфиды, монтмориллонит [5]. Зола имела следующий состав: w, мас. %: 53,0 SiO<sub>2</sub>; 20,6 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 8,5 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,4 MgO; 0,2 Na<sub>2</sub>O; 1,4 K<sub>2</sub>O; 1,2 TiO<sub>2</sub>; 0,7 SO<sub>3</sub>; 9,2 CaO [3].

Вспенивание проводили согласно методикам Н.А. Коноваловой [3], О.И. Матвеевой [4], О.В. Казьминой [2] и соавт., состав шихты варьировался (таблица) и отличался степенью дисперсности (пробы № 1–3 имели размер частиц 0,5–1,0 мм; № 4–6 – до 0,5 мм).

*Таблица*

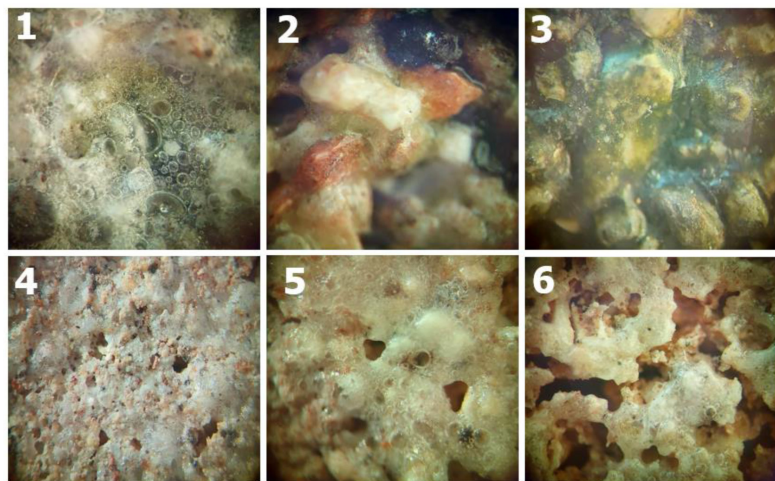
**Состав шихты для получения пеностекла**

№ образца	Состав	Соотношение компонентов (масс.ч.)
1, 4	Цеолит : зола : NaOH : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	20 : 10 : 2,5 : 1
2, 5	Цеолит : NaHCO <sub>3</sub> : Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	4 : 1 : 1
3, 6	Цеолит : Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : уголь	10 : 2 : 1

Морфологию образцов изучали на исследовательском стереомикроскопе Микромед (увеличение 30 крат).



**Результаты и их обсуждение.** Анализ поверхностей и межфазных границ имеет особую значимость, так как позволяет получать информацию об адсорбции, диффузии, сегрегации и пр. Процессы структурообразования в материале можно также проследить, изучая морфологию полученных композиций. Сравнительный анализ качества исследуемых образцов представлен на рисунке.



*Рис. Оптические изображения полученных образцов*

Образцы имеют вид поликристаллов разного размера, образованы сферолитами, состоящими из кристаллитов, некоторые из них агломерированы. Агломераты неоднородны как по форме и состоянию поверхности, образовались в результате затвердевания расплавленных частиц, непроплавленные и частично оплавленные.

В процессе спекания возникает фракция оранжево-красного цвета, что является признаком появления в фазовом составе магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), гематита ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и их твердых растворов  $(\text{Fe}_{3-x}\text{Al}_x)\text{O}_4$ . Включения серого цвета – алюмосиликатные образования, содержащие Ca, Fe, K и другие металлы, стеклофаза, вкрапления кварца.

Как видно на фотографиях (рисунок), степень дисперсности исходного сырья существенно влияет на вспениваемость продуктов. Крупные фракции остаются неоплавленными, и поры не образуются. При увеличении удельной поверхности частиц, повышения степени дисперсности в образцах аналогичного состава возникают многочисленные поры, то есть образуется целевой материал. Наилучшими структурно-механическими свойствами обладает проба, полученная при обжиге смеси цеолита, угля и соды.

**Выводы.** Получены образцы теплоизоляционных материалов на основе цеолитов Шивыртуйского месторождения, угольной золы ТЭЦ. Изучена микроскопическая структура пеностекла и влияние степени дисперсности сырья на структурно-механические свойства продуктов. В дальнейшем будет проведено изучение фазового состава, электро- и теплофизических свойств полученных образцов.

#### *Библиографический список*

1. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника, 1975. 248 с.
2. Казьмина О.В., Кузнецова Н.А., Верещагин В.И., Казьмин В.П. Получение пеностекольных материалов на основе золошлаковых отходов тепловых электростанций // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319, № 3. С. 52–56.
3. Коновалова Н.А., Непомнящих Е.В., Дабижа О.Н. Влияние аморфизации клиноптилолита на интенсивность вспенивания составов для получения пеностекла // Вестник ВСГУТУ. 2017. № 4 (67). С. 71–76.
4. Патент № 2723886 РФ, МПК С03С 11/00 (2006.01), С04В 20/04 (2006.01) Способ изготовления гранулированного пеностеклокристаллического заполнителя: № 2019130063: заявл. 25.09.2019; опуб. 18.06.2020 / Матвеева О.И., Орлов А.Д., Попов П.М., Семенов К.В. 7 с.
5. Размахнин К.К., Хатькова А.Н. Современные технологии переработки и модификации цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья: монография. Чита: ЗабГУ, 2014. 310 с.

**СПИРОЦИКЛОПРОПАН-1,3'-ИНДОЛ-2'-ОНЫ:  
СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ**  
**SPIROCYCLOPROPANE-1,3'-INDOLE-2'-ONES:  
SYNTHESIS AND STRUCTURE**

**М.В. Михалап**

Научный руководитель **В.В. Пелипко**  
*РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

**M.V. Mikhalap**

Scientific adviser **V.V. Pelipko**  
*The Herzen State Pedagogical University of Russian,  
St. Petersburg*

*Гем-галогенонитроалкены, 1,3-дигидро-2H-индол-2-он, спироциклопропаниндолинон, циклопропанирование,  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  NOESY.*

*В статье проанализированы условия синтеза спироциклопропаниндолинонов на основе взаимодействия этил-3-бром-3-нитроакрилата и 1,3-дигидро-2H-индол-2-онов. Строение полученных продуктов установлено на основании данных спектроскопии ИК, ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ . Показано, что этил-3-нитро-2'-оксо-1',2'-дигидроспиро[циклопропан-1,3'-индол]-2-карбоксилаты могут быть получены в виде смеси двух диастереомеров в результате взаимодействия этил-3-бром-3-нитроакрилата и 1,3-дигидро-2H-индол-2-онов при использовании  $\text{Et}_3\text{N}$  в качестве основания.*

*Gem-Halogenonitroalkene, 1,3-dihydro-2H-indol-2-one, spirocyclopropanindolinone, cyclopropanation,  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  NOESY.*

*The conditions for the synthesis of spirocyclopropanindolinones based on the interaction of ethyl-3-bromo-3-nitroacrylate and 1,3-dihydro-2H-indol-2-ones have been analyzed in this article. The structure of the obtained products was established on the basis of IR,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopy data. It is shown that ethyl-3-nitro-2'-oxo-1',2'-dihydrospiro[cyclopropane-1,3'-indol]-2-carboxylates can be prepared as a mixture of two diastereomers from the interaction between ethyl-3-bromo-3-nitroacrylate and 1,3-dihydro-2H-indol-2-ones using  $\text{Et}_3\text{N}$  as a base.*

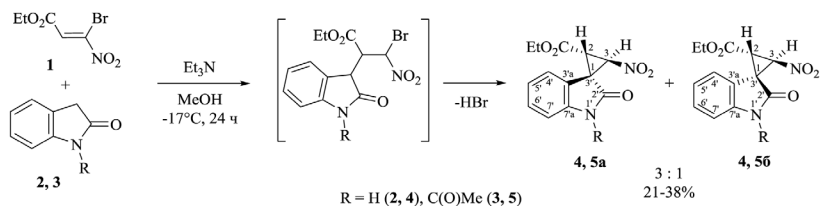
**О**ксиндольный скелет является часто встречающимся звеном во многих органических молекулах, представляющих интерес с практической точки зрения [1]. Введение

заместителя в третьем положении 1,3-дигидро-2*H*-индол-2-она является ключевой стратегией их дериватизации в медицинской химии [2]. Spiроциклопропаниндолиноны и их производные проявляют широкий ряд биологических свойств, в частности, вызывают агрегацию тромбоцитов [3], обладают инотропной [4], противоопухолевой [5], противовоспалительной и обезболивающей активностью [6], а также являются агонистами  $\beta$ 3-адренергических рецепторов [7].

Алкил-3-бром-3-нитроакрилаты [8] являются представителями высоко реакционноспособных  $\beta$ -функционализированных *gem*-галогеннитроалкенов. Их синтетический потенциал в реакциях с широким рядом нуклеофильных реагентов позволяет получать разнообразные алифатические, карбо- и гетероциклические структуры [9].

Таким образом, цель настоящего исследования – изучение условий синтеза спироциклопропаниндолинонов на основе взаимодействия этил-3-бром-3-нитроакрилата и 1,3-дигидро-2*H*-индол-2-онов.

Осуществление реакции этил-3-бром-3-нитроакрилата (**1**) с 1,3-дигидро-2*H*-индол-2-оном (**2**) и его *N*-ацилзамещенным аналогом (**3**) в присутствии  $\text{Et}_3\text{N}$  в безводном MeOH при  $-17^\circ\text{C}$  позволило получить этил-3-нитро-2'-оксо-1',2'-дигидроспиро[циклопропан-1,3'-индол]-2-карбоксилаты (**4,5a,б**) с выходом 21-38% (соотношение **a** : **б** = 3 : 1, судя по спектрам ЯМР  $^1\text{H}$ ) (схема). Выделенные продукты представляют собой вязкие светло-желтые масла.



*Схема. Взаимодействие этил-3-бром-3-нитроакрилата и 1,3-дигидро-2*H*-индол-2-онов*

С целью повышения выхода продукта реакции было изучено влияние различных оснований в реакции циклопропанирования. Так, использование в качестве основания MeONa привело к образованию продукта присоединения MeOH – этил-2-метокси-3-нитропропаноата в виде смеси двух диастереомеров с выходом 38%. Применение 1,8-ди-азабицикло[5.4.0]ундец-7-ена или неорганических оснований ( $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ , AcOK) не привело к образованию спироциклопропаниндолинонов, и из реакционной массы был выделен исходный 1,3-дигидро-2*H*-индол-2-он. В свою очередь, проведение реакции в присутствии  $\text{Et}_3\text{N}$  в безводном MeOH при комнатной температуре позволило увеличить выход целевых этил-3-нитроспироциклопропаниндолин-2-карбоксилатов (**4a, б**) до 41%, при этом соотношение диастереомеров не изменилось.

Строение полученных продуктов установлено на основании данных спектроскопии ИК, ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  с привлечением гомо- ( $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  NOESY) и гетероядерных ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HMQC и HMBC) экспериментов. Наблюдаемая в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  соединений **4a, б** константа спин-спинового взаимодействия метиновых протонов циклопропанового кольца ( $^3J_{\text{H}^2\text{H}^3} = 6.1\text{-}6.3$  Гц) свидетельствует об их трансoidalном расположении, что согласуется с литературными данными [6]. В свою очередь, результаты  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  NOESY эксперимента смеси изомеров **4a, б**, полученные с варьируемым значением mix. time ( $t$  0.5, 1, 1.5, 2 сек), демонстрируют корреляции NOE протонов  $\text{C}^2\text{H}/\text{C}^4\text{H}$  для изомера **4a** и  $\text{C}^3\text{H}/\text{C}^4\text{H}$  для изомера **4б**.

Таким образом, нами показано, что этил-3-нитро-2'-оксо-1',2'-дигидроспиро[циклопропан-1,3'-индол]-2-карбоксилаты могут быть получены в виде смеси двух диастереомеров в результате взаимодействия этил-3-бром-3-нитроакрилата и 1,3-дигидро-2*H*-индол-2-онов при использовании  $\text{Et}_3\text{N}$  в качестве основания.

### ***Библиографический список***

1. Khetmalis Y.M., Shivani M., Murugesan, S. Chandra Sekhar K.V.G.C. Oxindole and its derivatives: A review on recent progress in biological activities // *Biomed. Pharmacother.* 2021. V. 141. Reg. 111842.
2. Zhou M. et al. Zinc triflate-mediated cyclopropanation of oxindoles with vinyl diphenyl sulfonium triflate: a mild reaction with broad functional group compatibility // *RSC Adv.* 2017. V. 7, No 7. P. 3741–3745.
3. Qiao J.X. et al. Conformationally constrained ortho-anilino diaryl ureas: discovery of 1-(2-(1'-neopentylspiro[indoline-3,4'-piperidine]-1-yl)phenyl)-3-(4-(trifluoromethoxy)phenyl)urea, a potent, selective, and bioavailable P2Y1 antagonist // *J. Med. Chem.* 2013. V. 56, No 22. P. 9275–9295.
4. Li S.-W. et al. Design and optimization of (3-aryl-1*H*-indazol-6-yl)spiro[cyclopropane-1,3'-indolin]-2'-ones as potent PLK4 inhibitors with oral antitumor efficacy // *Bioorganic Med. Chem. Lett.* 2016. V. 26, No 19. P. 4625–4630.
5. Stevens F.C. et al. Potent oxindole based human  $\beta_3$  adrenergic receptor agonists // *Bioorganic Med. Chem. Lett.* 2007. V. 17, No 22. P. 6270–6273.
6. Kawada M. et al. Spirocyclopropane Compounds. I. Synthesis and Reactivity of Spiro[cyclopropane-1,2'-[2*H*]indol]-3'(1*H*)-ones // *Chem. Pharm. Bull.* 1981. V. 29, No 7. P. 1900–1911.
7. Robertson D.W. et al. Dihydropyridazinone cardiotonics: synthesis and inotropic activity of 5'-(1,4,5,6-tetrahydro-6-oxo-3-pyridazinyl)-spiro[cycloalkane-1,3'-[3*H*]indol]-2'(1*H*)-ones // *J. Med. Chem.* 1987. V. 30, No 5. P. 824–829.
8. Курицына М.А. и др. Этил-3-галогено-3-нитроакрилаты: синтез и реакции с первичными ароматическими аминами // *Изв. АН. Сер.: Хим.* 2021. № 8. С. 1605–1612.
9. Пелипко В.В., Макаренко С.В. Алкил-3-нитро- и 3-бром-3-нитроакрилаты – оригинальные представители непредельных нитросоединений // *Химия нитросоединений и родственных азот-кислородных систем (АКС-2019).* 2019. С. 190–196.

**СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ(II)  
МЕТОДОМ АНИОНООБМЕННОГО ОСАЖДЕНИЯ  
И ПОЛУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНЫХ ГИДРОЗОЛЕЙ  
НА ИХ ОСНОВЕ**  
SYNTHESIS OF COPPER(II) OXIDE NANOPARTICLES  
BY ANION-EXCHANGE RESIN PRECIPITATION  
AND PRODUCTION OF THEIR STABLE HYDROSOLS

**А.Ю. Павликов, Д.В. Карпов**  
Научный руководитель **С.В. Сайкова**  
*СФУ, г. Красноярск*

**A.Yu. Pavlikov, D.V. Karpov**  
Scientific adviser **S.V. Saykova**  
*SFU, Krasnoyarsk*

Наночастицы, оксид меди, анионообменный синтез.

*Наночастицы оксида меди(II) являются перспективным материалом для применения в катализе, биомедицине и фотовольтаике, а также могут быть использованы для получения нанокompозитов и гибридных наночастиц. В работе представлен новый метод синтеза наночастиц CuO, позволяющий получать их в одну стадию без длительной отмывки и термообработки. Предложенный метод анионообменного осаждения является простым, быстрым и легко воспроизводимым в обычных лабораторных условиях.*

Nanoparticles, copper (II) oxide, anion-exchange resin precipitation.

*Copper (II) oxide nanoparticles are promising materials for applications in catalysis, biomedicine and photovoltaics. It is also possible to use them for the preparation of nanocomposites and hybrid nanoparticles. This work presents a new method for the synthesis of CuO nanoparticles, which allows their one-step preparation without washing and heating. The proposed anion-exchange deposition method is simple, fast and easily reproducible under normal laboratory conditions.*

**О**ксид меди(II) является многофункциональным полупроводниковым материалом *p*-типа с относительно невысокой величиной запрещенной зоны (2.0–2.2 эВ).

Небольшая энергия возбуждения валентных электронов в зоне проводимости, многообразие степеней окисления меди, дешевизна и нетоксичность CuO обеспечивают интерес к этому материалу и позволяют использовать его во многих областях науки и техники: в катализе [1], фотокатализе [2], биомедицине [3], электронике [4], для создания газовых сенсоров [5], а также для получения нанокompозитов и гибридных наночастиц [6; 7].

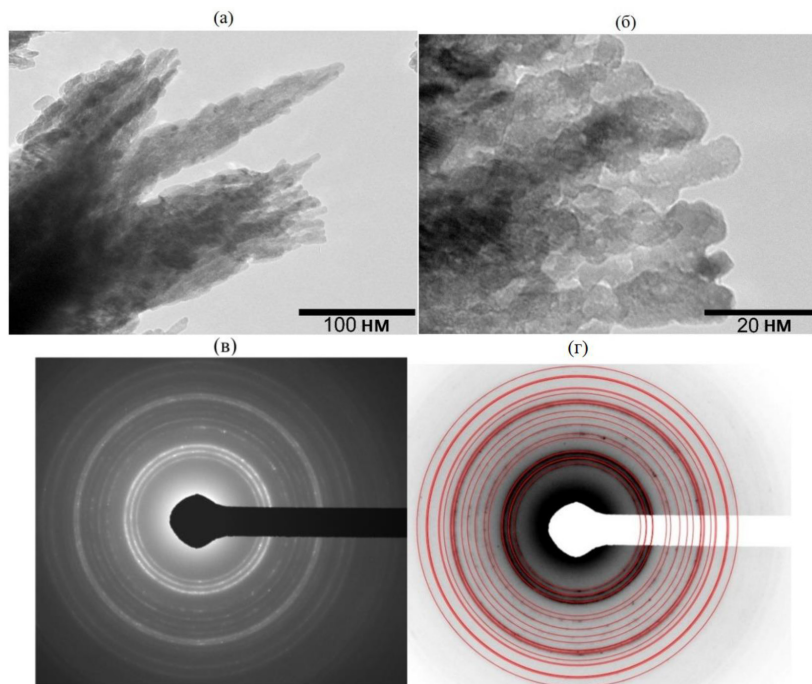
Для стабилизации наночастиц CuO применяют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ), такие как цетилтриметиламмоний бромид, поливинилпирролидон, полиэтиленгликоль, поливиниловый спирт и полисахариды (декстран, инулин, хитозан). Однако зачастую для достижения стабильности золей наночастиц необходимо использовать большое количество стабилизаторов, что может негативно сказаться на реологических свойствах получаемых золей и препятствовать их дальнейшему применению. Недостатком использования высокомолекулярных соединений и ПАВ является также их биологическая несовместимость.

Ранее нами [8] были получены стабильные концентрированные гидрозоли серебра и магнетита с использованием цитрат-иона, который обладает высокой биосовместимостью и небольшим размером и способен эффективно связываться с поверхностью наночастиц оксидов переходных металлов за счет образования устойчивых в широком диапазоне pH поверхностных комплексов [9–12]. В данной работе для стабилизации гидрозолей CuO мы также использовали этот подход.

Цель настоящей работы – синтез наночастиц оксида меди(II) (CuO) путем анионообменного осаждения, получение стабильных коллоидных растворов на их основе, изучение агрегативной и седиментационной устойчивости, а также оптических и электронных свойств полученного гидрозоля.



Согласно данным ПЭМ (рис. 1 а, б), полученный после осаждения из нитрата меди(II) представляет собой субмикронные агломераты перьеобразной формы, которые, вероятно, состоят из частиц меньшего размера. Сравнение картины микродифракции электронов (рис. 1в) с симулированной в ПО SingleCrystal в режиме порошковой дебаеграммы (рис. 1г) подтверждает образование тенорита в ходе анионообменного осаждения.



*Рис. 1. Микрофотографии (ПЭМ) (а, б) и электронная микродифракция (в – экспериментально полученная картина электронной микродифракции, г – симуляция порошковой электронограммы) для частиц  $\text{CuO}$ , полученных после анионообменного осаждения*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 22-73-10047.*

### ***Библиографический список***

1. Poreddy R., Engelbrekt C., Riisager A. // Catal. Sci. Technol. 2015. V. 5. P. 2467.
2. Aroob S., Carabineiro S.A.C., Taj M.B. et al. // Catalysts. 2023. V. 13. P. 502.
3. Grigore M.E., Biscu E.R., Holban A.M. et al. // Pharmaceuticals. 2016. V. 9. P. 75.
4. Lim Y.-F., Choi J.J., Hanrath T. // J. Nanomater. 2012. V. 2012. P. 4.
5. Мокрушин А.С., Горбань Ю.М. и др. // Журн. неорган. химии. 2021. Т. 66, № 4. С. 557.
6. Katowah D.F., Saleh S.M., Alqarni S.A. et al. // Sci. Rep. 2021. V. 11. P. 5056.
7. Kulkarni R., Kunwar S., Mandavkar R. et al. // Nanomaterials. 2020. V. 10. P. 2034.
8. Карпов Д.В., Воробьев С.А., Антипова Ю.В. и др. // Химическая наука и образование Красноярья. 2022. С. 37.
9. Mudunkotuwa I.A., Grassian V.H. // J. Am. Chem. Soc. 2010. V. 132. P. 14986.
10. Field T.B., McCourt J.L., McBryde W.A.E. // Can. J. Chem. 1974. V. 52. P. 3119.
11. Dheyab M.A., Aziz A.A., Jameel M.S. et al. // Sci. Rep. 2020. V. 10. P. 10793.
12. Goodarzi A., Sahoo Y., Swihart M.T. et al. // MRS Online Proceedings Library. 2003. V. 789. P. 23.

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ  
ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ ДРЕВЕСИНЫ,  
КОРЫ И ХВОИ ЕЛИ**  
INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY  
OF HEMICELLULOSES OF SPRUCE WOOD,  
BARK AND NEEDLES

**К.А. Пахомова<sup>1</sup>**

Научный руководитель **В.С. Боровкова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *МАОУ «Лицей № 7 имени Героя Советского Союза  
Б.К. Чернышева»*

<sup>2</sup> *Институт химии и химической технологии  
Сибирского отделения Российской академии наук –  
ФИЦ КНЦ СО РАН*

**К.А. Pakhomova<sup>1</sup>**

Scientific adviser **V.S. Borovkova<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *MAOU «Lyceum № 7 named after Hero of the Soviet Union  
B.K. Chernyshev»*

<sup>2</sup> *Institute of Chemistry and Chemical Technology  
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences –  
FRC KSC SB RAS*

Гемицеллюлоза, антиоксидантная активность, окислительная делигнификация, ДФПГ, гель проникающая хроматография, газовая хроматография. *В статье были исследованы антиоксидантные свойства гемицеллюлоз, выделенных из разных частей ели: древесина, кора и хвоя. Проведено сравнение антиоксидантной активности, то есть оценка способности гемицеллюлоз ингибировать свободные радикалы с помощью модельного соединения 1,1-дифенил-2-пикрилгидрозила (ДФПГ).*

Hemicellulose, antioxidant activity, oxidative delignification, DPPH, gel penetrating chromatography, gas chromatography. *The article examined the antioxidant properties of hemicelluloses isolated from different parts, namely wood, bark and pine needles. A comparison*

was also made of antioxidant activity, that is, the ability of hemicellulose to inhibit free radicals using the model compound 1,1-diphenyl-2-picrylhydrosyl (DPPH).

Одним из перспективных направлений в мировой промышленности является расширение возможностей применения гетерополисахаридов – гемицеллюлоз, которые являются остаточным продуктом переработки лигноцеллюлозной биомассы на многих производствах. Такой интерес к природным полисахаридам обусловлен комплексом ценных свойств (биоразлагаемость, биосовместимость, водорастворимость, экологичность), что открывает возможности их использования в биомедицинских и фармакологических целях.

В организме человека происходит множество процессов обмена веществ и энергии, в результате этих процессов в организме накапливаются частицы, которые называются свободными радикалами [1]. Свободные радикалы – это молекулы, атомы которых содержат один или несколько неспаренных электронов [2]. Когда эти молекулы вырабатываются в избытке, они могут вызывать повреждение тканей, что приводит к различным проблемам со здоровьем. В свою очередь, антиоксиданты способны замедлить эти процессы, и поиск новых и действенных таких материалов является разносторонней задачей. Гемицеллюлозы благодаря своей разнообразной структуре, которая различается в зависимости от типа биомассы и способов их получения, уже успели зарекомендовать себя как потенциальные антиоксиданты, однако данное направление еще мало изучено. Исходя из этого исследование природных полисахаридов и их биологических свойств все еще является актуальным.

Цель данной работы – выделение гемицеллюлоз из различных частей ели сибирской *Picea Abies* (древесина,

кора и хвоя), а также определение антиоксидантной активности полученных гемицеллюлоз.

Выделение гемицеллюлоз проводили с помощью метода окислительной делигнификации в среде «уксусная кислота – пероксид водорода – вода». Оценку антиоксидантной активности (АОА) проводили согласно методике, описанной в ранних работах [3]. Оптическую плотность растворов гемицеллюлоз определяли с помощью спектрофотометра В-1100 с длиной волны 517 нм. По полученным результатам был построен график зависимости процентного количества восстановленных радикалов от концентрации растворов гемицеллюлоз из разных частей ели (рис. 1).

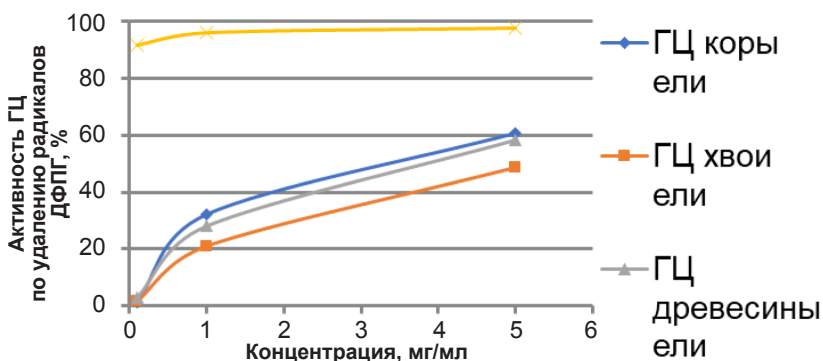


Рис. 1. Зависимость процентного количества восстановленных радикалов от концентрации гемицеллюлоз частей ели

Кроме того, полученные образцы гемицеллюлоз были охарактеризованы комплексом физико-химических методов исследования.

Методом гель-проникающей хроматографии было выяснено, что на АОА оказывает влияние молекулярная масса. Полисахариды с наименьшей молекулярной массой проявляют наиболее выраженные антиоксидантные свойства.

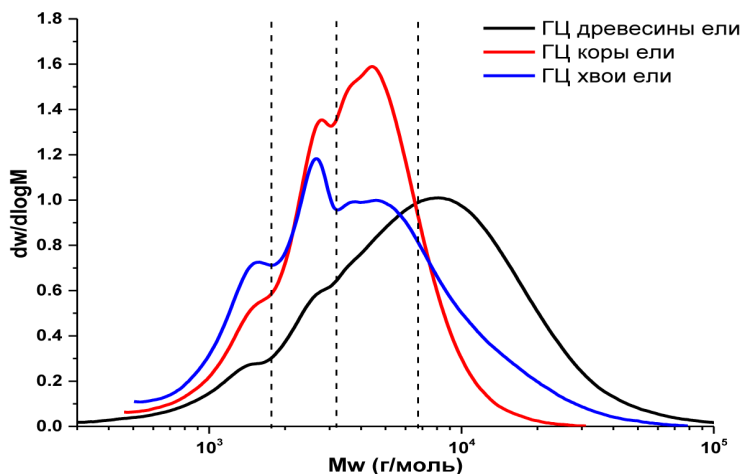


Рис. 2. Кривые молекулярно-массового распределения

Из литературных источников было выяснено, что на антиоксидантную активность оказывает влияние и моносахаридный состав полисахаридов. Методом газовой хроматографии было установлено (таблица), что основными моносахаридами полученных образцов являются: манноза, глюкоза, галактоза, ксилоза и арабиноза в разных соотношениях. Однако повышенные значения маннозы, глюкозы и галактозы свидетельствуют о том, что гемицеллюлозы ели представлены в виде галактоглюкоманнана, который благодаря своей структуре и разветвленности оказывает положительное влияние на АОА.

Таблица

### Результаты моносахаридного состава гемицеллюлоз ели

ГЦ коры	С, г/л	ГЦ древесины	С, г/л	ГЦ хвои	С, г/л
арабиноза	0,133	арабиноза	0,120	арабиноза	0,168
ксилоза	0,290	ксилоза	0,500	ксилоза	0,104
манноза	0,333	манноза	2,034	манноза	0,783
галактоза	0,240	галактоза	0,550	галактоза	0,311
глюкоза	0,418	глюкоза	0,579	глюкоза	0,466

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что наиболее выраженными антиоксидантными свойствами обладают гемицеллюлозы, выделенные из коры ели, что обусловлено моносахаридным составом и молекулярно-массовыми характеристиками. АОА гемицеллюлоз древесины схожа с АОА гемицеллюлоз коры, но из-за более высокой молекулярной массы и меньшей растворимости данные образцы несколько уступают в значениях АОА. Гемицеллюлозы, выделенные из хвои ели, хоть и обладают хорошей растворимостью и низкой молекулярной массой, однако в выбранных условиях получения полисахаридов преобладающим процессом был гидролиз, который подверг структуру полимера деструкции. Данное явление негативно сказалось на свойствах АОА, что отображается в полученных данных.

#### ***Библиографический список***

1. Robert Sotler, Borut Poljšak, Raja Dahmane, Tomislav Jukić, Doroteja Pavan Jukić, Cecilija Rotim, Polonca Trebše, Andrej Starc. Prooxidant activities of antioxidants and their impact on health // Acta Clin Croat. 2019. No 58. 726–736 p.
2. Sergio D. Meo и Paola A. Venditti. Evolution of the Knowledge of Free Radicals and Other Oxidants // Oxid Med Cell Longev. 2020. № 9829176. 23 p.
3. Valentina S. Borovkova., Yury N. Malyar, Irina G. Sudakova et al. Composition and Structure of Aspen (*Pópulus trémula*) Hemicelluloses Obtained by Oxidative Delignification // Polymers (Basel). 2022. No 14. 21 p.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ  
ПРОБНЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ  
ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ  
DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY  
FOR THE PREPARATION OF SAMPLES  
OF OILFIELD CHEMICALS  
FOR THE DETERMINATION  
OF ORGANOCHLORINE COMPOUNDS**

**Д.М. Почтовая**  
Научный руководитель **С.С. Косицына**  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**D.M. Pochtovaya**  
Scientific supervisor **S.S. Kositcyna**  
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Хлорорганические соединения, ХОС, соляно-кислотная обработка, экстракция, ренгенофлуоресцентный спектрометр, гептан.

*В данной работе представлены результаты по разработке методики подготовки проб нефтепромысловых химических реагентов для определения хлорорганических соединений. Тема была выбрана из-за необходимости строгого контроля содержания хлорорганических соединений в нефти и нефтепромысловых химических реагентах, а также из-за отсутствия единой методики определения хлорорганических соединений в нефтепромысловых химических реагентах.*

Organochlorine compounds, СОС, hydrochloric acid treatment, extraction, X-ray fluorescence spectrometer, heptane.

*This paper presents the results of the development of a methodology for the preparation of samples of oilfield chemicals for the determination of organochlorine compounds. The topic was chosen due to the need for strict control of the content of organochlorine compounds in oil and oilfield chemicals, as well as the lack of a unified method for determining organochlorine compounds in oilfield chemicals.*



Одним из наиболее значимых показателей качества нефти на сегодня является содержание в ней хлорорганических соединений (ХОС). Хлорорганические соединения – это органические соединения, у которых в структуре молекулы содержится атом хлора. Хлорорганические соединения преимущественно получают синтетическим путем, применяя их в технологических целях.

Для нефтяной и нефтедобывающей промышленности важно иметь точные методы определения хлоридов в нефти, нефтепродуктов, а также различных химических реагентов, которые в процессе добычи и подготовки могут загрязнять нефть.

Наличие ХОС является потенциально опасным для нефтеперерабатывающих процессов и выявляется в процессе очистки технологического оборудования, трубопроводов или резервуаров. Содержание ХОС в нефти вызывает сильную коррозию оборудования.

Хлорорганические соединения в нефти и в нефтепродуктах в зависимости от их влияния на технологическое оборудование можно разделить на следующие категории:

- хлористые соли;
- органические соединения хлора:
  - а) нативные (природные) ХОС;
  - б) хлорсодержащие химические реагенты.

Хлористые соли. Эти соединения в нефти представлены в виде щелочноземельных хлоридов и щелочных хлоридов. Они извлекаются вместе с нефтью при добыче. Хлористые соли всегда содержатся в флюидах в пласте. Содержание неорганических соединений хлора, особенно с совокупностью с влагой является нежелательным и негативным фактором, вызывающим медленную глубокую коррозию стенок трубопровода. Из-за этого фактора требуется частая диагностика, ремонт, замена труб. Также соли органических

хлоридов могут приводить к образованию твердых отложений. Хлористые соли в своей производной форме при гидролизе в присутствии воды, водорода образуют соляную кислоту. Борются с этой проблемой тщательной нейтрализацией нефти перед перегонкой, обессоливанием перед началом переработки нефти [1].

Нативные (природные) ХОС в основном содержатся в смолистых и асфальтеновых частях нефти. Их содержание в нефти варьируется в широких пределах. Нативные (природные) хлорорганические соединения сами коррозионную активность не проявляют, но при перегонке нефти от 380 °С и выше разлагаются с выделением HCl.

Хлорсодержащие химические реагенты – это легколетучие хлорорганические соединения, такие как хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорэтан, трихлорэтан, тетрахлорэтан, которые при разгонке нефти могут попадать в легкую бензиновую фракцию [2; 3]. В природной нефти нет таких компонентов, они попадают в нефть при использовании их как добавок для повышения нефтеотдачи пластов и для удаления парафиновых отложений. В чистом виде эти соединения весьма устойчивы, имеют низкую реакционную способность. Проблемы возникают при переработке и транспортировке, образование солей при реакции выделившегося в большом количестве хлористого водорода с нейтрализаторами. Образующиеся твердые отложения солей закупоривают трубопроводную арматуру. При переработке нефти на НПЗ при значительном содержании летучих ХОС некоторые установки могут быть разрушены за короткое время.

Методы определения хлорорганических соединений в нефти:

– восстановление бифенилом натрия и потенциометрия;

- сжигание и микрокулонометрическое титрование;
- рентгенофлуоресцентная волнодисперсная спектроскопия [4].

В работе был проведен анализ химических реагентов, а также методов добычи нефти, которые в процессе деятельности месторождения могут загрязнить нефть хлорорганическими соединениями.

На различных месторождениях в настоящее время используется большое количество буровой химии, которая в общем эффекте дает увеличение отдачи пласта, которое приводит к значительному увеличению добычи нефти, но большинство из них при контакте с нефтью образуют хлорорганические соединения. На некоторых месторождениях при низкой продуктивности скважин используют солянокислотную обработку. Солянокислотная обработка, в ходе которой растворяются карбонатные породы, является эффективным методом увеличения дебита скважин и сокращения сроков их освоения. Ее используют для повышения приемистости и предотвращения загрязнения призабойной зоны карбонатного пласта.

Все методы анализа, которые были представлены ранее, используются и предназначены только для нефти и четко предусматривают процедуру измерения, включающую перегонку, промывку нефти и определения хлорорганических соединений в нефти.

В настоящее время все нефтедобывающие предприятия строго регламентируют отсутствие ХОС во всей нефтепромышленной химии, но отсутствуют утвержденные методы контроля объектов, отличных от нефти. Поэтому в данной работе разрабатывается методика контроля содержания хлорорганических соединений в нефтепромышленных химических реагентах.

Методика включает в себя взаимодействие с кислотой при пластовой температуре, экстракцию в углеводороды и последующую пробоподготовку методом В ГОСТ 21534–76.

Предварительно результаты показали, что для экстракции подходят любые углеводородные реагенты, такие как нефраз, бензол, толуол. Однако необходимо контролировать содержание ХОС в растворителе.

Некоторые химические реагенты сами по себе не содержат хлорорганических соединений, но могут образовывать при взаимодействии с нефтью. И для того, чтобы исключить взаимодействие нефтепромыслового химического реагента с соляной кислотой, вторая серия эксперимента включала добавку реагента в нефраз и контакт в течение 0,5 ч, 1 ч, 2 ч. Было определено оптимальное время контакта, которое составляет 1 час, и для некоторых химических реагентов возможно образование ХОС в таких условиях.

Также было установлено базовое содержание ХОС в нефрасе, оно составляет 0,8 ppm.

#### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 33703–2015 Нефть. Определение солей электрометрическим методом.
2. Хуторянский Ф.М. Хлорорганические соединения в нефти. История вопроса и проблемы настоящего // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2002. № 3. С. 6–7.
3. Хуторянский Ф.М. ХОС. Распределение по фракциям и способы удаления из нефти на стадии ее подготовки к переработке // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2002. № 4. С. 9–13.
4. ГОСТ 21534–76 Нефть. Методы определения содержания хлористых солей.

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
НАНОКОМПОЗИТОВ  
НА ОСНОВЕ ФЕРРИТА НИКЕЛЯ И СЕРЕБРА**  
PREPARATION AND INVESTIGATION  
OF THE PHOTOCATALYTIC ACTIVITY  
OF NANOCOMPOSITES  
BASED ON NICKEL AND SILVER FERRITE

**В.Е. Развозжаева<sup>1</sup>, Д.И. Немкова<sup>1</sup>**  
Научный руководитель **С.В. Сайкова<sup>1</sup>**  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**V.E. Razvozhayeva<sup>1</sup>, D.I. Nemkova<sup>1</sup>**  
Scientific adviser **S.V. Saykova<sup>1</sup>**  
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Наноконпозиты, наночастицы, гибридные наночастицы, фотокатализ, феррит никеля – серебро.

*Для очистки сточных вод от органических красителей могут быть использованы наноконпозиты, проявляющие фотокаталитическую активность. В данной работе был получен наноконпозит  $NiFe_2O_4/Ag$  и исследованы его фотокаталитические свойства, показано, что при массовой доли  $Ag$  0,18 степень деструкции 20 мл кристаллического фиолетового концентратом 2,5·10<sup>-5</sup> М достигает 70 %.*

Nanocomposites, nanoparticles, hybrid nanoparticles, photocatalysis, nickel-silver ferrite.

*Nanocomposites exhibiting photocatalytic activity can be used to purify wastewater from organic dyes. In this work,  $NiFe_2O_4/Ag$  nanocomposite was obtained and its photocatalytic properties were investigated, it was shown that at a mass fraction of  $Ag$  of 0.18, the degree of destruction of 20 ml of crystalline violet with a concentration of 2.5·10<sup>-5</sup> M reaches 70 %.*

**О**рганические красители нашли применение в различных областях деятельности человека за счет способности

окрашивать различные объекты. При реализации технологического процесса производства с применением красителей образуются сточные воды, характерной особенностью которых является интенсивная окраска. Для очистки сточных вод от органических красителей могут быть использованы наночастицы благородных металлов, проявляющие фотокаталитическую активность. Использование нанокomпозитов на основе магнитных материалов и, например, серебра позволяет извлекать их из рабочей среды после использования. Так, нанокomпозиты феррита никеля с серебром являются активными фотокатализаторами, которые под действием ультрафиолета разлагают молекулы красителей до безвредных продуктов. Это их свойство может решить проблему очистки сточных вод от красителей [1; 2].

Цель данной работы – получение и исследование фотокаталитической активности нанокomпозитов на основе ферританикеля и серебра.

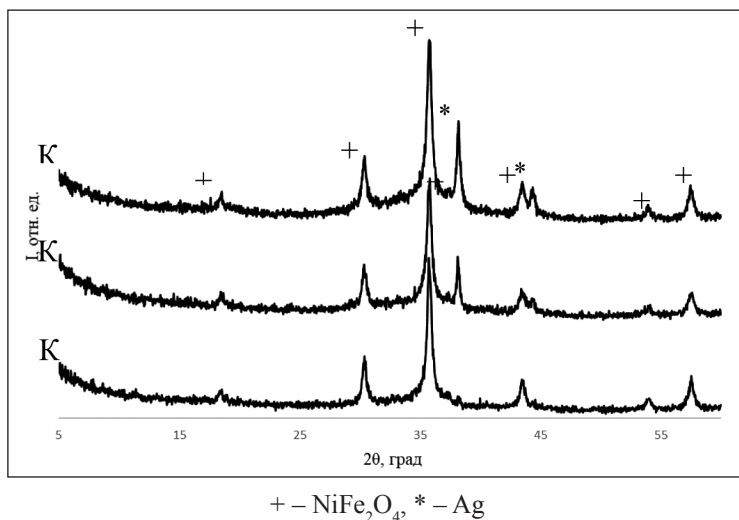
Синтез образцов К1-К3 композита  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$  проводили методом пропитки с последующим прокаливанием смеси при  $350^\circ\text{C}$  в течение 1 часа. Условия получения и состав для каждого образца приведены в таблице [3].

Таблица

**Условия получения и состав полученных образцов**

Условия получения нанокomпозитов и результаты	Номер образца		
	К1	К2	К3
Концентрация раствора Ag, М	0,001	0,005	0,006
$n_{\text{Ag}}^{\text{раствор}} / (n_{\text{Ag}} + n_{\text{NiFe}_2\text{O}_3})^*$	0,04	0,16	0,18
$n_{\text{Ag}}^{\text{композит}} / (n_{\text{Ag}} + n_{\text{NiFe}_2\text{O}_3})^{**}$	0,02	0,19	0,20
<p>*, где <math>n_{\text{Ag}}^{\text{раствор}}</math> – начальное количество моль Ag,  <math>n_{\text{NiFe}_2\text{O}_3}</math> – количество моль <math>\text{NiFe}_2\text{O}_4</math> в навеске            **, где <math>n_{\text{Ag}}^{\text{композит}}</math> – количество моль Ag в образце</p>			

Рентгенофазовый анализ (рис. 1) был проведен для подтверждения химического состава полученных композитов  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$ . По данным РФА, полученные магнитные образцы представляют собой композиты, содержащие феррит никеля и серебро.

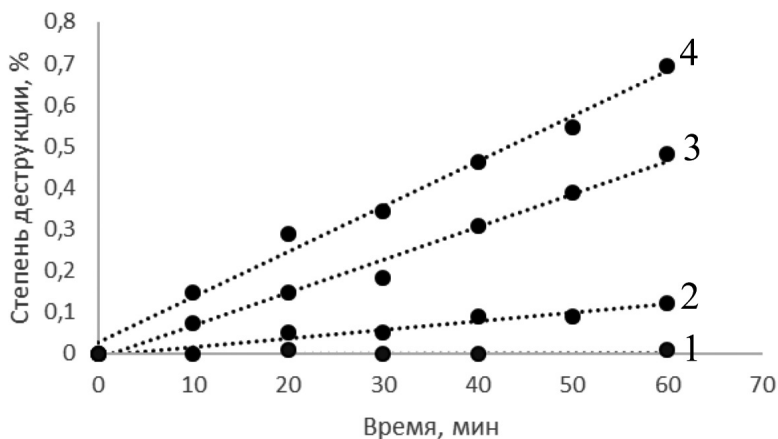


*Рис. 1. Дифрактограммы композитов  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$ :  
K1-K3, синтезированных методом пропитки  
с последующим прокаливанием*

Фотокаталитическую активность композитов  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$  исследовали на примере фотодеградации органического красителя кристаллического фиолетового. Изменение оптической плотности красителя в максимуме поглощения (при длине волны 590 нм) в зависимости от длительности процесса фотокаталитического разложения для полученных образцов K1-K3, а также чистофазного  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  приведено на рис. 2.

Феррит никеля не показывает фотокаталитической активности в условиях эксперимента. В случае композитов с серебром наблюдается разложение 20 мл кристаллического

фиолетового концентрацией  $2,5 \cdot 10^{-5}$  М. С течением времени степень деструкции красителя увеличивается по линейному закону и за 60 мин для образца К3 достигает 70 %.



$\lambda_{\text{max}} = 590$  нм,  $m = 100$  мг, 1 –  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ , 2 – образец К1,  
3 – образец К2, 4 – образец К3

Рис. 2. Изменение степени деструкции кристаллического фиолетового в зависимости от длительности процесса фотокаталитического разложения

Таким образом, получены образцы нанокompозита  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$  и исследованы их фотокаталитические свойства. Методом РФА подтвержден состав полученных нанокompозитов  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$ . Изучена фотокаталитическая активность для разного состава и масс нанокompозитов  $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{Ag}$ . В случае образцов К1-К3 степень деструкции растет с увеличением массы навески образцов и с увеличением содержания Ag в образцах.

#### **Библиографический список**

1. Джубары М.К., Алексеева Н.В., Базияни Г.И. Методы удаления пигментов из сточных вод // Известия Томского политехнического университета. 2021. Т. 332, № 7. С. 54–64.



2. Александров В.И. Локальная очистка сточных вод от красителей / В.И. Александров, А.А. Захарова, Н.Е. Кручинина, Л.Т. Бахшиева, В.С. Салтыкова // ИСТИНА. Дизайн и технологии. 2014. № 40. С. 42–46.
3. Boukhemikhem Z. Photocatalytic NO<sub>2</sub> – oxidation on the hetero-junction Ag(5%)/NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> prepared by sol gel route / Z. Boukhemikhem, G. Rekhila, R. Brahimi, M. Trari // Journal of Photochemistry & Photobiology A: Chemistry. 2020. Vol. 394 [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/38edFJ>

**СИНТЕЗ, СТРУКТУРА  
И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ  
ОКСИМОВ 2-АЛКИЛ(БЕНЗИЛАМИНО)-  
1,4-НАФТОХИНОНОВ И ПРОДУКТОВ ИХ РЕАКЦИЙ  
С 2,2-ДИГИДРОКСИ-1,3-ИНДАНДИОНОМ  
SYNTHESIS, STRUCTURE AND BIOLOGICAL ACTIVITY  
OF OXIMES 2-ALKYL(BENZYLAMINO)-  
1,4-NAPHTHOQUINONES AND THE PRODUCTS  
OF THEIR REACTIONS  
WITH 2,2-DIHYDROXY-1,3-INDANDIONE**

**Д.С. Руденко, А.С. Тишкина,  
Д.Е. Кучерюк, О.И. Фоминых**  
Научный руководитель **Л.М. Горностаев**  
*КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск*

**D.S. Rudenko, A.S. Tishkina,  
D.E. Kucheryuk, O.I. Fominykh**  
Scientific adviser **L.M. Gornostaev**  
*KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk*

2-Алкил(бензиламино)-1,4-нафтохинон, 2,2-дигидрокси-1,3-индандион (нингидрин), 1,4-нафтохинон, оксимирование, гетероциклы, биологическая активность.

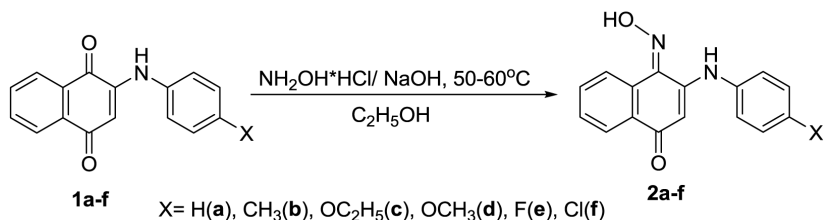
*В статье предложен способ получения биологически активных 3-ариламино-1,4-нафтохинон-4-оксимов. Приводятся новые данные о взаимодействии оксимов 2-алкил(бензиламино)-1,4-нафтохинонов*

с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом в различных условиях (растворитель, температурный режим). Полученные новые соединения перспективны для дальнейшего изучения в плане их биологической активности.

2-Alkyl(benzylamino)-1,4-naphthoquinone, 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione (ninhydrin), 1,4-naphthoquinone, oximation, heterocycles, biological activity. The article proposes a method for obtaining biologically active 3-arylamino-1,4-naphthoquinone-4-oximes. New data are presented on the interaction of 2-alkyl(benzylamino)-1,4-naphthoquinone oximes with 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione under various conditions (solvent, temperature). The new compounds obtained are promising for further study in terms of their biological activity.

Производные 2-алкил(бензиламино)-1,4-нафтохинонов обладают рядом практически важных свойств [1–3]. Вместе с этим полициклические хиноны проявляют кардиотоксичность [4]. Разрешить эту проблему можно путем замены карбонильной группы на оксимную.

Ранее Н. Goldstein, Р. Grandjean [4] получили (4E)-4-гидроксиимино-3-(фениламино)нафто-1(4H)-он (**2a**) путем оксимирования 2-фениламино-1,4-нафтохинона (**1a**) гидроксиламином в этаноле. Нами был расширен диапазон изучаемой реакции и проведено оксимирование на примере различных 2-ариламино-1,4-нафтохинонов **1 b-f** [5], схема 1.



**Схема 1**

Структура полученных соединений подтверждена физико-химическими методами. Первичный скрининг на цитотоксичность для соединений **2a-c** проведен сотрудниками лаборатории экспериментальной онкологии под руководством д-ра мед. наук, профессора А.А. Штиля Международного научного центра SCAMT ИТМО (г. Санкт-Петербург)

с помощью МТТ-теста на линии опухолевых клеток человека НСТ116 (аденокарцинома толстой кишки) и К562 (хронический миелоидный лейкоз). Наиболее активными оказались продукты, содержащие электронодонорную группу в ариламино фрагменте (табл.).

Таблица

**Результаты первичного скрининга на цитотоксичность  
3-ариламино-1,4-нафтохинон-4-оксимов (2)**

Соединение	Клеточная линия	IC <sub>50</sub> <sup>*</sup> , мкМ
	<i>НСТ116</i>	<i>К562</i>
<b>2a</b>	12.5	> 6.4
<b>2b</b>	> 12.5	<b>1.9</b>
<b>2c</b>	<b>0.6</b>	7.6

Известно, что продукты взаимодействия функционализированных хиноидных соединений с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом (нингидрином) также биологически активны [1].

Нами изучено оксимирование 2-алкил(бензил)амино-1,4-нафтохинонов **3a-d** (схема 2) и отношение полученных продуктов **4a-d** к нингидрину в различных условиях (схема 3).

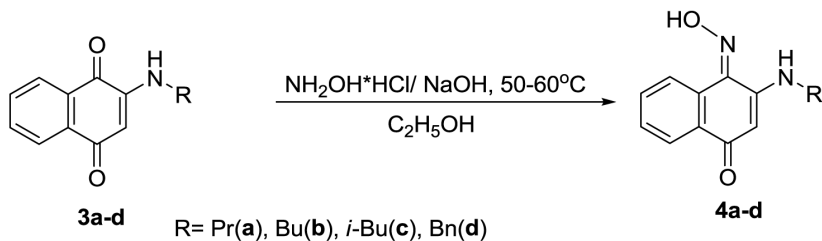
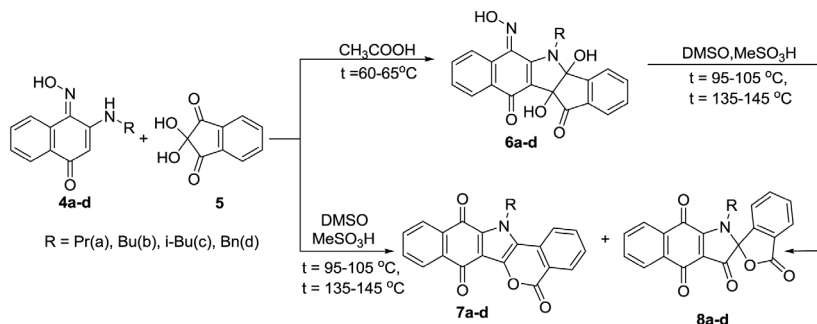


Схема 2

Найдено, что полученные оксимы **4a-d** реагируют с нингидрином (**5**) при нагревании в уксусной кислоте и превращаются в (6*E*)-5-алкил(бензил)амино-6-гидроксиимино-4b,11b-дигидрокси-4b,5-дигидробензо[*f*]индено[1,2-*b*]индол-11,12(6*H*,11*bH*)-дионы **6a-d** (схема 3).



**Схема 3**

Диолы **6a-d** выделяли и нагревали в ДМСО в присутствии метансульфо кислоты ( $\text{MeSO}_3\text{H}$ ), при этом наблюдали образование двух основных продуктов: 1-алкил-3'Н-спиро[бензо[*f*]индол-2,1'-изобензофуран]-3,3',4,9(1*H*)-тетраонов **8a-d** и 13-алкил(бензил)бензо[*f*]изохромено[4,3-*b*]индол-5,7,12(13*H*)-трионов **7a-d** (схема 3). Соединения **7a-d** выкристаллизовываются даже из теплого ДМСО, вещества **8a-c** выделяли с помощью метода флэш-хроматографии.

Проведение прямого взаимодействия между **4a-d** и **5** в тех же условиях (ДМСО,  $\text{MeSO}_3\text{H}$ , нагревание) без выделения промежуточных диолов **6a-d** приводит к **7a-d** и **8a-d**. Стоит отметить, что на выход продуктов реакции значительное влияние оказывает температурный режим: при температуре 95–100°C преобладали продукты **8a-c**, а при температуре 135–145°C преимущественно выделялись соединения **7a-d**.

Синтезированные соединения представляют интерес для дальнейшего изучения как перспективные биологически активные вещества.

### **Библиографический список**

1. Горностаев Л.М., Фоминых О.И., Руковец Т.А., Лаврикова Т.И., Халявина Ю.Г., Штиль А.А., Шунаев А.В., Дунаев С.Ф., Мурашова Е.В., Чернышев В.В. Синтез 6b,11b-дигидрокси-12-толил-11b,12-дигидробензо[*g*]индено[1,2-*b*]

индол-5,6,7(6bH)-трионов и 2-(3-гидрокси-4,9-диоксо-4,9-дигидро-1H-бензо[f]индол-2-ил)бензамидов, их структура и антипролиферативная активность. ХГС. 2020. Т. 56, № 1. С. 47–54.

2. Горностаев Л.М., Арнольд Е.В., Лаврикова Т.И., Руковец Т.А., Талдыкина Д.С., Халявина Ю.Г., Штиль А.А. Полициклические хиноидные соединения в качестве противоопухолевых препаратов // Сиб. мед. обозрение. 2017. № 6. С. 21–31.
3. O'Brien P.J. Molecular mechanisms of quinone cytotoxicity. Chem. Biol. Interact. 1991. V. 80. P. 1–41.
4. Goldstein H., Grandjean P. Sur l'oximation de la 2-oxy et de la 2-anilino-1,4-naphtoquinon. Helv. Chim. Acta. 1943 V. 43. No. 9. P. 468–475.
5. Горностаев Л.М., Кирик С.Д., Руденко Д.С. Изучение нитрозофенол-хиноноксимной таутомерии производных 1,4-нафтохинона в твердой фазе и растворе // Бут. сообщения. 2022. Т. 70, № 6. С. 20–32.

## **РАЗРАБОТКА СОЛНЦЕЗАЩИТНОГО КРЕМА С ФОТОАКТИВНЫМ КОМПОНЕНТОМ НА ОСНОВЕ ЛИГНИНА**

**DEVELOPMENT OF A SUNSCREEN  
WITH A PHOTOACTIVE COMPONENT BASED ON LIGNIN**

**А.Р. Сиделева, В.Н. Колыбзева**

Научный руководитель **В.А. Голубков**

*МАОУ «Лицей № 7 имени Героя Советского Союза  
Б.К. Чернышева», г. Красноярск*

**A.R. Sideleva, V.N. Kolybzeva**

Scientific adviser **V.A. Golubkov**

*MAOU «Lyceum No. 7 named after Hero of the Soviet  
Union B.K. Chernysheva», Krasnoyarsk*

Лигнин, SPF, солнцезащитный крем, фотоактивные компоненты, растительная биомасса.

*В статье говорится о разработке нового состава солнцезащитного крема на основе доступных кремневых основ с применением лигнина*

*и его модификаций в качестве фотоактивного компонента. Синтезирована модификация этаноллигнина сосны. Созданы экспериментальные образцы солнцезащитного крема с добавкой 2% лигнина как фотоактивного компонента и исследованы их спектральные свойства, определена эффективность защиты от УФ-диапазона солнечного света.*

Lignin, SPF, sunscreen, photoactive components, plant biomass.

*The article talks about the development of a new composition of sunscreen based on available cream bases using lignin and its modifications as a photoactive component. A modification of pine ethanolignin has been synthesized. Experimental samples of sunscreen with the addition of 2% lignin as a photoactive component were created and their spectral properties were studied, the effectiveness of protection from the UV range of sunlight was determined.*

**И**злучение Солнца, достигающее поверхности Земли, необходимо для человека, в том числе для его здоровья. Однако широко известен и вред интенсивного солнечного света, особенно области, которая называется ультрафиолетовым излучением (до 400 нм). Воздействие ультрафиолетовых лучей на незащищенную кожу человека может приводить к солнечной эритеме (ожогу кожи), фототоксическим и фотоаллергическим реакциям, является фактором риска для развития добро- и злокачественных новообразований [1]. Предотвратить негативное влияние на кожу человека можно, используя специализированные лосьоны, спреи, гели, крема, пены, которые поглощают или отражают часть ультрафиолетового излучения. Компоненты солнцезащитных средств, которые ответственны за отражение, рассеяние или поглощение – фотоактивные компоненты, подразделяются на неорганические (физические) и органические (химические) [2; 3].

Лигнин – это сложный, нерегулярный полимер ароматической природы, он является одним из основных компонентов растительного сырья. Лигнин обладает высокой антиоксидантной, противовирусной и противомикробной

активностью, что открывает многообещающие перспективы для биомедицинского применения. При этом как компонент солнцезащитных средств он мало изучен, а продукты его химической модификации не изучены вовсе.

Цель нашего исследования – разработка нового состава солнцезащитного крема на основе доступных кремневых основ с применением лигнина и его модификаций в качестве фотоактивного компонента.

Лигнин мы получали из отходов лесопиления – опилок сосны обыкновенной, полученных с лесопилки возле города Красноярска. Лигнин выделяли из опилок варкой в 60 % этаноле при 190°C, такой препарат называется этаноллигнин. Выход составил 5,5 мас. % на субстрат.

Проводили также и химическую модификацию лигнина. Для этого готовили диазониевую соль пара-нитроанилина и постепенно добавляли ее к щелочному раствору лигнина при перемешивании и температуре ~0 °C. Реакционную смесь оставляли на 30 минут на бане со льдом, затем отфильтровывали азолигнин на воронке Бюхнера и высушивали на воздухе. Для того чтобы получить сам крем, мы использовали простое ручное смешение при помощи шпатель с получением однородной массы.

Методом электронной спектроскопии отражения с использованием сканирующего спектрофотометра Shimadzu 3600 мы получили спектры отражения наших кремов (рис.), которые позволяют рассчитать SPF-коэффициент защиты от Солнца – показатель того, какая эффективная доля ультрафиолетовых лучей, вызывающих солнечные ожоги, достигает кожи при дозировке 2 мг/см<sup>2</sup>. Для этого интенсивность спектрального излучения стандартного солнечного спектра умножали на коэффициент чувствительности кожи к эритеме, получали эффективный спектр и по длинам волн рассчитывали эффективность поглощения крема.

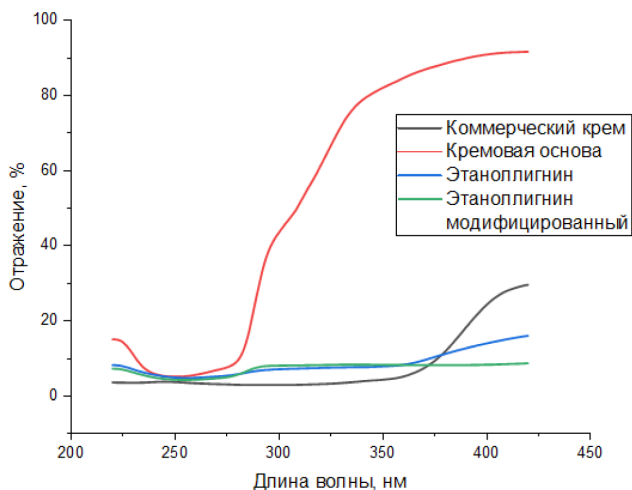


Рис. Электронные спектры отражения различных кремов

Кремовая основа рассеивает, а значит, и пропускает почти весь свет и неэффективна для защиты. Коммерческий крем близок к заявленному значению. Полученные нами образцы имеют эффективность ниже – SPF 5–6 (табл.), но превосходят литературные данные. Крема с добавкой 2% щелочного лигнина имели SPF 1,7–2,7. Для достижения SPF 5–6 требовалось 10% лигнина [4].

Таблица

**SPF кремов, рассчитанный из данных  
электронной спектроскопии**

SPF, рассчитанный из данных электронной спектроскопии			
Коммерческий крем (SPF10)	Кремовая основа	2 % этаноллигнин	2 % этаноллигнин модифицированный
11,2	0,3	5,7	5,4

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках проекта № 20231211-07330. Автор выражает благодарность руководителю В.А. Голубкову.*



### ***Библиографический список***

1. Олисова О.Ю., Владимирова Е.В., Бабушкин А.М. Кожа и солнце // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2012. № 6. С. 57–62.
2. Свиридова А., Ищенко А. Солнцезащитные средства. I. Классификация и механизм действия органических УФ-фильтров // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2006. № 49 (11). С. 3–14.
3. Ищенко А., Свиридова А. Солнцезащитные средства. II. Неорганические УФ фильтры и их композиции с органическими протекторами // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2006. № 49 (12). С. 3–16.
4. Qian Y., Qiu X., Zhu S. Lignin: a nature-inspired sun blocker for broad-spectrum sunscreens // Green Chemistry. 2015. Т. 17, No. 1. P. 320–324.

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ ФЕРРИТ НИКЕЛЯ – ЗОЛОТО SYNTHESIS AND INVESTIGATION PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF NICKEL FERRITE – GOLD NANOCOMPOSITES**

**М.Е. Федосенко, Д.И. Немкова**  
Научный руководитель **С.В. Сайкова**  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**M.E. Fedosenko, D.I. Nemkova**  
Scientific adviser **S.V. Saikova**  
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Наноконпозиты, гибридные наночастицы, наночастицы, феррит никеля – золото, фотокатализ.

*В настоящее время актуальной задачей является очистка сточных вод от органических загрязнителей. Все чаще для решения этой проб-*

леме используют наночастицы на основе феррита никеля и золота. В данной работе были получены нанокмозиты  $NiFe_2O_4-Au$ . Фотокаталитическая активностъ была исследована посредством облучения нанокмозитов светом с различным диапазоном длин волн (УФ и видимое излучение).

Nanocomposites, hybrid nanoparticles, nanoparticles, nickel ferrite – gold, photocatalysis.

*Currently, wastewater treatment from organic pollutants is an urgent task. Nanoparticles based on nickel and gold ferrite are increasingly being used to solve this problem. In this work,  $NiFe_2O_4-Au$  nanocomposites were obtained. The photocatalytic activity was investigated by irradiating nanocomposites with light with a different wavelength range (UV and visible radiation).*

**М**агнитные нанокмозиты находят свое применение в различных областях науки, например, в аналитической химии, медицине, катализе [1]. Помимо того, их можно использовать при производстве фотоэлементов солнечных панелей, а также для решения некоторых экологических проблем. Последнее связано с накоплением большого количества различных органических загрязнителей в сточных водах, которые невозможно разложить при использовании обычных средств очистки, температурного или светового воздействия [2].

Следовательно, встает вопрос о поиске новых способов очистки сточных вод от различных загрязнителей. Возможным вариантом решения этой проблемы становится применение фотокатализаторов, способных под действием светового излучения образовывать электронно-дырочные пары, которые, в свою очередь, будут реагировать с адсорбированными на поверхности нанокмозитов органическими загрязнителями, окисляя их до углекислого газа и воды.

На сегодняшний день хорошими фотокатализаторами являются нанокмозиты на основе золота и различных

магнитных материалов, например, феррита никеля. Наночастицы золота замедляют процесс рекомбинации электронно-дырочных пар у феррита никеля, позволяя электронам и дыркам успеть прореагировать с адсорбированными веществами.

Таким образом, целью работы являлся синтез и исследование фотокаталитических свойств нанокompозитов феррит никеля – золота.

Нанокompозиты (НК) получали в две стадии: на первой получали инкрустированные НК (образец 1), на второй – НК типа ядро-оболочка (образец 2). Состав образцов был исследован методом РФА. На представленных на рис. 1 рентгенограммах видны максимумы, принадлежащие как ферриту никеля, так и золоту, кроме того, полученные образцы проявляют фотокаталитическую активность, что свидетельствует об образовании именно нанокompозитов феррита никеля – золота.

Фотокаталитическую активность нанокompозитов исследовали на примере фотодеградации красителя кристаллического фиолетового при ультрафиолетовом (лампа УФ и лампа Вуда) и видимом свете (светодиодная лампа и лампа накаливания). Результаты представлены на рис. 2. Видно, что вне зависимости от типа используемой лампы, до начала фотокатализа степень деструкции колеблется вокруг значения 5 %, что связано с сорбцией красителя на НК.

Наибольшая степень разложения была достигнута при 264 нм, поэтому дальнейшее изучение фотокаталитической активности композитов проводили при этой длине волны.

По данным, представленным на рис. 3, видно, что чистый феррит никеля практически не проявляет фотокаталитической активности в ультрафиолетовой области спектра. Также видно, что при наращивании золотого покрытия

не происходит заметного роста фотокаталитической активности по сравнению с образцом 1, поскольку полученные результаты входят в рамки погрешности.

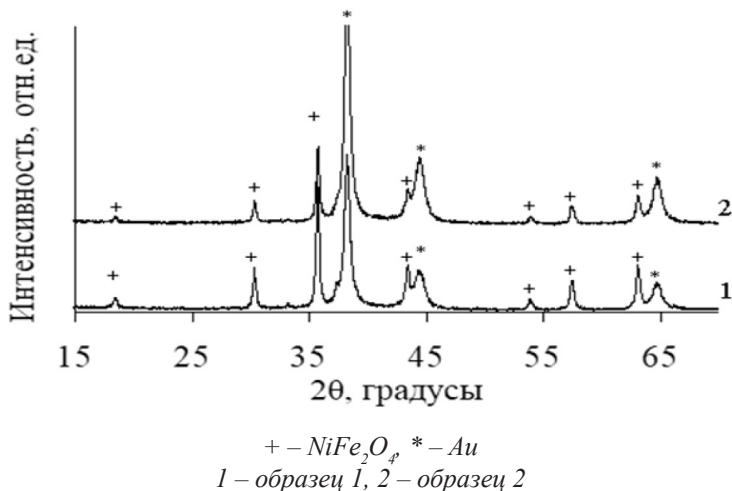
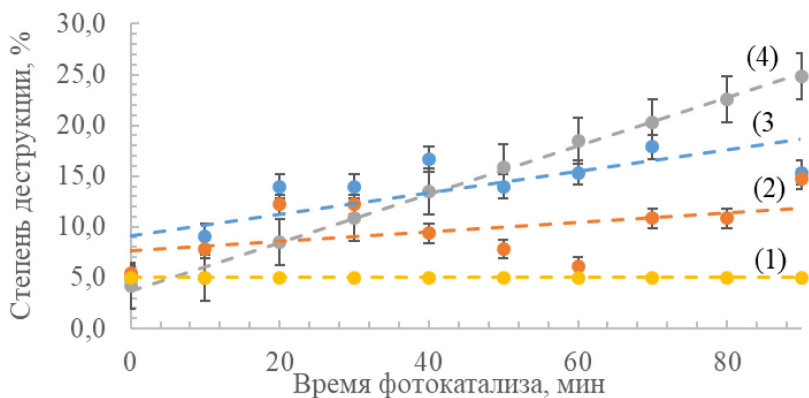
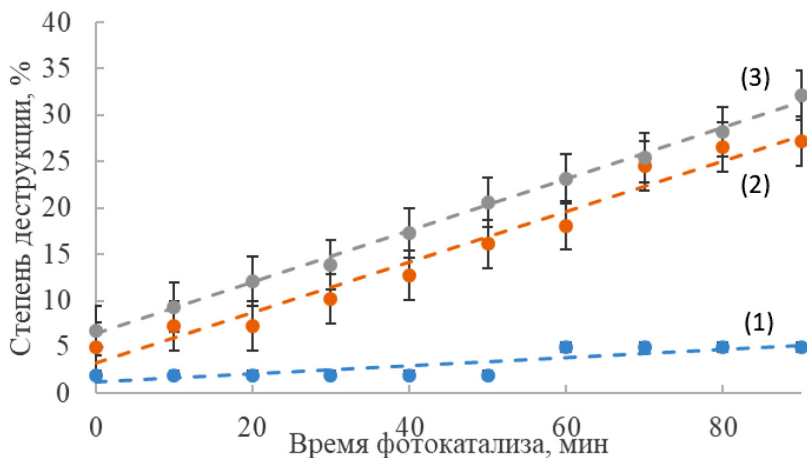


Рис. 1. Рентгенограмма образцов 1 и 2



(1) Лампа Вуда,  $\lambda = 300-400$  нм, (2) светодиодная лампа  $\lambda = 300-750$  нм,  
(3) лампа накаливания  $\lambda = 350 - 750$  нм, (4) УФ-лампа  $\lambda = 264$  нм

Рис. 2. Зависимость степени деструкции (%) красителя от времени фотокатализа



$\lambda = 264$  нм,  $m = 50$  мг, (1) NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (2) образец 1, (3) образец 2

*Рис. 3. Зависимость степени деструкции (%) красителя от времени фотокатализа*

Таким образом, в работе были получены нанокompозиты NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Au, проявляющие фотокаталитическую активность в ультрафиолетовой области. Степень деструкции красителя при использовании 50 мг нанокompозита, полученного на первой стадии синтеза, составила 27%.

#### ***Библиографический список***

1. Nasser M., Goma I., Maryam G. Elmahgary Adsorption of polluted dyes from water by transition metal oxides: A review // Applied surface science materials. 2023. Vol. 15. 100395 p.
2. Chequer D., F. M. de Oliveira, Anastacio Ferraz G. A. R., Carvalho, J. E. R., Boldrin Zanoni, M. V. de Oliveir, D. P. de Oliveira Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact // Eco-Friendly Textile Dyeing and Finishing. 2013. Vol. 6. 151 p.

---

## II СЕКЦИЯ. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

---

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ ЖИЗНИ: РАЗНООБРАЗНЫЕ ИСТОЧНИКИ АМИНОКИСЛОТ В РАЦИОНЕ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА BUILDING BLOCK OF LIFE: DIVERSE SOURCES OF AMINO ACIDS IN THE MODERN HUMAN'S DIET

**А.А. Агапова**

Научный руководитель **О.В. Сенкевич**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**A.A. Agapova**

Scientific adviser **O.V. Senkevich**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Аминокислоты, идеальный белок, полноценное питание, растительные источники аминокислот, белковые фракции.

*В работе анализируются источники аминокислот в питании детей и взрослых. Рассматриваются функции аминокислот, а также состав различных белков и белковых фракций в сравнении с идеальным белком. Цель исследования – изучить разнообразие источников аминокислот, в частности, выяснить роль растительной пищи в обеспечении аминокислотами.*

Amino acids, ideal protein, complete nutrition, plant sources of amino acids, protein fractions

*The article analyzes the sources of amino acids in the diet of children and adults. The functions of amino acids are considered, as well as the composition of various proteins and protein fractions in comparison with the ideal protein. The purpose of the study is to study the diversity of sources of amino acids, in particular, to clarify the role of plant foods in providing amino acids.*

**А**ктуальностью данного исследования является малая осведомленность населения о важности аминокислот в рационе. В работе изучался состав разнообразных источников аминокислот.

Аминокислоты – полифункциональные соединения, которые в своем составе имеют карбоксильную и аминогруппу, что обуславливает амфотерность этих веществ. Между противоположными по свойствам функциональными группами разных аминокислот возникает пептидная связь. Для человека представляют особую ценность протеиногенные аминокислоты, которые представлены L-изомерами. Протеиногенные аминокислоты делят на заменимые и незаменимые в организме человека. Они являются важными источниками энергии: из 1 грамма белка образуется 5,65 ккал, но только 4,3 ккал используются для образования АТФ. Это обусловлено структурным составом аминокислот: только углеводородная часть может преобразоваться в энергию АТФ, оставшиеся ккал переходят в энергию окисления азота. Таким образом, аминокислоты обеспечивают 11–14 % энергии суточного рациона, а недостаток этих веществ может вызвать разрушение структурных белков организма [1–4].

Показатель, с помощью которого определяется качество белков, т.е. биологическая ценность, – это доля задержки белка в организме от всего белка, попавшего в кровь. Считается, что самая высокая биологическая ценность у белка женского молока. На основании этого показателя делают выводы о качестве тех или иных белков. Так, например, при анализе белкового компонента зерна злаковых культур рассматриваются белковые фракции, что позволяет сделать вывод о качественном составе данного растительного белка. Говоря о белке животного происхождения, аминокислотный состав рассматривается напрямую. И животный, и растительный белок сравнивается с идеальным белком – белком материнского молока. В результате такого сравнения можно

увидеть, что как растительный, так и животный белок могут быть дефицитны по ряду аминокислот [2].

Таким образом, самое главное в ежедневном рационе как ребенка, так и взрослого – сохранять многообразие продуктов для полного снабжения организма питательными веществами. Если говорить об обеспеченности аминокислотами, важно учесть, что необходимо потребление разнообразных источников этих важных веществ, включая растительные. Правильное сочетание растительных и животных белков способствует насыщению организма аминокислотами. Самыми же полноценными белками по аминокислотному составу, в сравнении с материнским молоком, можно считать яйца, коровье молоко [1; 5; 6].

#### ***Библиографический список***

1. Пыртева Е.А., Сафронова А.И., Тимошина М.И. Актуальные вопросы использования мяса в детском питании // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. 2023. № 3. С. 30–33.
2. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. Глава 2. Белковые вещества. СПб.: ГИОРД, 2003. С. 14–73.
3. Аминокислоты в продуктах питания, суточная норма, признаки недостатка / Международный институт интегративной нутрициологии, 2021.
4. ГОСТ 34621-2019. Межгосударственный стандарт. Продукция пищевая специализированная. Напитки белковые, белково-углеводные и углеводно-белковые сухие для питания спортсменов. Общие технические условия (введен в действие Приказом Росстандарта от 29.11.2019 № 1318-ст).
5. Лысыков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012. № 2. С. 88–105.
6. Налетов А.В. Ограничительные типы питания в детском возрасте – вред или польза // Health, Food & Biotechnology. 2022. Т. 4, № 1. С. 16–23.



# ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОПОННЫХ КУЛЬТУР CHEMICAL ASPECTS OF ASSESSING THE QUALITY AND SAFETY OF HYDROPONIC CROPS

**А.Н. Баязитов**

Научный руководитель **О.В. Сенкевич**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**A.N. Bayazitov**

Scientific adviser **O.V. Senkevich**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Гидропоника, овощи, нитраты, экологическая безопасность, гидропонные культуры.

*В работе рассматривается качество гидропонных культур и их пригодность, сравнивается химический состав растений, выращенных по различным технологиям. Цель исследования – провести обзор исследований, направленных на оценку качества и экологической безопасности гидропонных культур.*

Hydroponics, vegetables, nitrates, environmental safety, hydroponic crops.  
*The article examines the quality of hydroponic crops and their suitability, and compares the chemical composition of plants grown using different technologies. The purpose of the study is to review studies aimed at assessing the quality and environmental safety of hydroponic crops.*

**А**ктуальность работы обусловлена тем, что химическая оценка гидропонных культур оценит пригодность в пищу данных продуктов, а также позволит сравнить их с культурами, выращенными в почве, например, по содержанию нитратов. Овощи – основа пищевой пирамиды. А для жителей северных регионов, по выражению исследователя полярных территорий О.Ю. Шмидта, овощи «имеют

не только чисто пищевое, но и колоссальное психологическое значение...».

Гидропоника – метод выращивания растений без почвы, на питательных растворах, содержащих полный набор необходимых для роста и развития веществ. На сегодняшний день выращенные в почве растения могут иметь в себе остатки пестицидов, которые пагубно влияют на систему репродукции, иммунную и нервную системы, нитраты, которые способствуют развитию патогенной кишечной микрофлоры, влияют на все виды обмена веществ. Поэтому гидропонные культуры являются перспективными за счет контроля поступления в их питательную среду химических веществ.

С помощью системы гидропоники можно выращивать большое количество растений, чаще всего таким способом выращивают зеленые овощи. Качество продукции, вкус и пищевая ценность конечных продуктов, как правило, особо не различаются. Так, например, в статье Арнона, Симмса и Моргана были поставлены опыты со скормливанием морским свинкам в качестве единственного источника питания травы, выращенной в почве и в искусственной культуре [1]. Состояние свинок в течение 12 недель не изменилось. Исследования на каучуконосном растении Кок-сагыз показали, что длина корней, сырая масса корней и побега, содержание каучука повышены в растениях, которые выращены в гидропонной культуре [2]. В статье Ануфриевой приводятся сведения о гидропонном выращивании стручковой сои [3]. При выращивании овощных сортов сои важно применять минимальное количество удобрений, так как соя употребляется в свежем виде. При гидропонном выращивании пестициды не используются вообще, а удобрения контролируются в подаче и даются растениям в минимальных количествах. К тому же итальянские ученые из

Неаполитанского университета имени Федерико II пришли к выводу, что применение гидропонного культивирования по сравнению с традиционным методом выращивания способствует более эффективному накоплению в семенах сои жира, пищевых волокон и фолиевой кислоты [4]. На опытной станции Джелотт-Хилл (Англия) проводились систематические анализы минерального состава плодов томатов, выращенных в почве, песчаной и гравийной культуре [5]. Были сделаны выводы о том, что вкусовые качества различаются минимально в трех видах культур.

Основываясь на изученных научных исследованиях, можно с уверенностью сказать, что гидропонные овощи пригодны для употребления и являются допустимой альтернативой грунтовым овощам, а по некоторым показателям даже имеют преимущества над растениями, выращенными традиционным способом. Гидропонный способ незаменим для условий Крайнего Севера.

#### ***Библиографический список***

1. Arnon D.I., Simms H.D., Morgan A.F. The nutritive value of plants grown with and without soil. *Soil science*. 63 (2). P. 129–134.
2. Кулуев Б.Р., Бережнева З.А., Чемерис А.В. Гидропонное и аэропонное выращивание одуванчика *Taraxacum kok-saghyzoidin* // *Биомика*. 2017. Т. 9, № 2. С. 96–100.
3. Ануфриева И.В. Гидропоника как перспективный способ культивирования и ускорения процесса создания сортов сои // *Вестник Дальневосточного отделения РАН*. 2019. № 3 (205). С. 69–72.
4. Palermo M., Paradiso R., De Pascale S., Fogliano V. Hydroponic cultivation improves the nutritional quality of soybean and its products // *Agric. Food Chem*. 2011. Vol. 60 (1). P. 250–255.
5. Чесноков В.А., Базырина Е.Н., Бушуева Т.М., Ильинская Н.Л. Выращивание растений без почвы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1960. 171 с.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ  
У ПИГМЕЕВ К ГОРМОНУ РОСТА:  
ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ**  
MOLECULAR MECHANISMS OF RESISTANCE  
TO GROWTH HORMONE IN PYGMIES:  
EVOLUTIONARY ASPECTS

**Е.С. Брюханова**

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

**E.S. Bryukhanova**

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

Гормон роста, инсулиноподобный фактор роста, пигмеи, эволюция, резистентность, мутации.

*В статье рассмотрены ключевые аспекты, объясняющие низкий рост у пигмеев, причины и механизмы резистентности к гормону роста.*

Growth hormone, insulin-like growth factor, pygmies, evolution, resistance, mutations.

*The article discusses key aspects that explain short stature in pygmies, the causes and mechanisms of resistance to growth hormone.*

**Г**ормон роста человека (ГРЧ) является одним из наиболее изученных среди полипептидных гормонов. Полногеномные исследования выявили сотни локусов, связанных с ростом человека. Генетическая основа потенциала роста оценивалась в последние годы и признается как основа различий в росте между различными этническими группами населения [1]. В настоящее время самые высокие люди в мире – выходцы из Нидерландов и балканских стран, самые низкие – пигмеи из Центральной Африки [2].

Достаточно интересна история происхождения термина «пигмей»: он возник в Древней Греции, где использовался для обозначения народа, который вел непрекращающуюся битву с журавлями, и термин «пигмей» веками использовался для обозначения популяции людей небольшого роста, живущей недалеко от Нила. Это побудило ученых и путешественников назвать популяции небольшого роста пигмеями. Важно, что термин «пигмей» одобряется самими пигмеями. Исследования показали, что пигмеи Африки отделились от непигмеев примерно 60 тыс. лет назад [3].

Популяция пигмеев имеет средний рост взрослого мужчины <150 см с сохранившимися пропорциями тела. Группа исследователей из Института перспективных исследований выдвинула теорию, объясняющую невысокий рост пигмеев, живущих в джунглях: более короткие шаги, совершаемые низкими людьми, являются эволюционным преимуществом в джунглях. Другое предположение – в низкорослых популяциях охотников-собирателей короткая продолжительность жизни способствовала раннему взрослению и замедлению роста для ускорения рождаемости. Дополнительные гипотезы, объясняющие низкий рост пигмеев: адаптация к ограничениям в пище, климату, высокому уровню смертности [1; 2].

Гормон роста человека способствует выработке инсулиноподобного фактора роста-1 (ИФР-1) печенью, что, в свою очередь, стимулирует синтез белков, пролиферацию и дифференцировку хондробластов, обеспечивая рост кости в длину. ИФР циркулируют в связанном со специфическими белками виде. Эволюционно у пигмеев развилась резистентность к действию ИФР [4].

Рецепторы ИФР-1 имеются во всех тканях, являются тетрамерами (состоят из 2 внеклеточных а-цепей и 2 внутриклеточных b-цепей), их активация стимулирует рост, дифференциацию, миграцию и выживание клеток. Эффект

ИФР-1 модулируется связывающими белками (ИФРСБ), активность которых меняется в результате фосфорилирования, протеолиза, полимеризации и ассоциации с клетками или матриксом. ИФР обладает выраженным сродством к ИФРСБ, а они используются для транспорта и накопления гормона (75% циркулирующего ИФР-1 связан с ИФРСБ-3), увеличивают до нескольких часов период полувыведения гормона, регулируют его биодоступность и действие на клеточном уровне. ИФРСБ-1,2,4 проникают через стенку сосуда и транспортируют гормон в органы [5].

Мутации генов ИФР приводят к изменению структуры ИФР-1 и к невозможности связывания ИФР с ИФРСБ (в частности, ИФРСБ-3). Пигмеям было тяжело найти пищу в густых лесах Африки, они переживали голод, а питание является одним из основных регуляторов циркулирующего ИФР-1. У людей концентрация ИФР-1 в сыворотке крови заметно снижается при недостатке энергии и/или белка, и это снижение при белковом ограничении не зависит от изменений секреции ГРЧ гипофизом. Роль рецепторов ГРЧ печени зависит от тяжести пищевого нарушения. Недостаток питания снижает выработку ИФР-1 печенью за счет уменьшения экспрессии гена ИФР-1. Ограничение диеты также увеличивает клиренс и деградацию сывороточного ИФР-1 за счет изменения уровней циркулирующих связанных комплексов [6]. В то же время высокое содержание белка в молоке как основном продукте питания может способствовать высокому росту пасторальных народов Восточной Африки [2].

Схожие изменения с низким уровнем ИФР-1 и ИФРСБ-3 наблюдались и у пигмоидных жителей Индонезии – они имели пропорциональный низкий рост, задержку созревания скелета, задержку полового созревания у девочек [7]. Похожие изменения наблюдаются у животных – так, африканская карликовая мышь демонстрирует сниженную экспрессию ИФР-1 [8].

Многочисленные исследования показали снижение уровня в сыворотке белка, связывающего гормон роста (ГРЧСБ), циркулирующего эктодомена рецептора гормона роста (ГРЧР). Предполагается, что подобное ограничение экспрессии ГРЧР в тканях является причиной частичной резистентности к ГРЧ, наблюдаемой у африканских пигмеев. Изолированный дефицит ГРЧ в большинстве случаев вызван мутациями в кодирующей области гена ГРЧ-1, реже в гене ГРЧР или Pit-, кодирующем фактор активации транскрипции POU1F1, необходимый для экспрессии гена ГРЧ-1 [9].

Таким образом, в статье рассмотрены теории резистентности к гормону роста, однако причины возникновения резистентности к нему у пигмеев до конца не выяснены, что вызывает большой интерес у исследователей.

#### ***Библиографический список***

1. Mittal M., Gupta P. Short stature: understanding the stature of ethnicity in height determination // Indian J Endocrinol Metab 2021. Vol. 25 (5). P. 381–388.
2. Little M.A. Evolutionary Strategies for Body Size // Front. Endocrinol. (Lausanne). 2020. Vol. 11. P. 107.
3. Ramirez Rozzi F. History of the name Pygmy and its importance for the Pygmies themselves // J. Anthropol. Sci. 2023. Vol. 101. P. 171–183.
4. Воробьев И.И., Мирошников А.И. Гормон роста человека: структура, функции и биотехнологический потенциал // Российский химический журнал. 2005. № 1. С. 47.
5. Мангилева Т.А., Гафарова Н.Х. Метаболические и гемодинамические эффекты системы гормон роста – инсулиноподобный фактор роста // Медицинская академия им. С.И. Георгиевского, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». 2015. С. 131.
6. Thissen J., Ketelslegers M. Nutritional regulation of the insulin-like growth factors // Endocr. 1994. Vol. 15 (1). P. 80–101.
7. Pulungan A., Andarie A.A., Soesanti F. et al. Anthropometric, biochemical and hormonal profiles of the partially admixed

- pygmoid group in Rampasasa (Flores, Indonesia) // J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 2021. Vol. 34 (5). P. 547–557.
8. Matsuya S., Fujino K., Imai H. et al. Characteristic amino acid residues in the growth hormone receptor gene on *Mus minutoides* underlying dwarfism // MicroPubl. Biol. 2023. Vol. 2023.
  9. Davila N., Shea B. Growth hormone binding protein, insulin-like growth factor-I and short stature in two pygmy populations from the Philippines // J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 2002. Vol. 15 (3). P. 269–276.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭНДОКРИНОПАТИЙ  
НА ПРИМЕРЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2 ТИПА:  
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**  
MOLECULAR MECHANISMS  
OF THE APPEARANCE OF ENDOCRINOPATHIES USING  
THE EXAMPLE OF TYPE 2 DIABETES:  
LITERATURE REVIEW

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

**D.S. Vorobovich**  
Scientific adviser **N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasensky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Эндокринопатия, сахарный диабет 2 типа, митохондриальная дисфункция, метаболизм глюкозы, окислительный стресс.

*В статье освещены ключевые аспекты, такие как роль генетических вариантов и полиморфизмов в развитии сахарного диабета 2 типа (СД2), вклад митохондриальной дисфункции и воспалительных процессов в механизм возникновения СД2. Молекулярные механизмы, лежащие в основе СД2 и других эндокринопатий, многогранны и включают взаимодействия между генетическими, эпигенетическими факторами и факторами окружающей среды, а также нарушение обмена глюкозы, белков и липидов.*



Endocrinopathy, type 2 diabetes mellitus, mitochondrial dysfunction, glucose metabolism, oxidative stress.

*The article highlights key aspects such as the role of genetic variants and polymorphisms in the development of type 2 diabetes mellitus (DM2), the contribution of mitochondrial dysfunction and inflammatory processes to the mechanism of occurrence of DM2. The molecular mechanisms underlying DM2 and other endocrinopathies are multifaceted and include interactions between genetic, epigenetic and environmental factors, as well as impaired glucose, protein and lipid metabolism.*

Эндокринопатии, в частности сахарный диабет 2 типа (СД2), существенно влияют на здоровье населения всего мира. СД2 определяется как хроническое метаболическое заболевание с основными признаками гипергликемии из-за нарушений секреции и действия инсулина. Эндокринные расстройства, приводящие к этому заболеванию, вызывают глубокие нарушения метаболизма, что влечет за собой целый комплекс осложнений, включая сердечно-сосудистые заболевания, ретинопатию, невропатию и нефропатию. Понимание этих процессов не только улучшит управление существующими терапевтическими подходами, но и способствует созданию инновационных лечебных стратегий.

Генетика играет ключевую роль в развитии заболевания, и, хотя список генов, связанных с СД2, постоянно расширяется, окончательные молекулярные механизмы участия многих генов в патогенезе до сих пор полностью не установлены. Исследования на близнецах показывают, что наследственность осложнений, связанных со СД2, составляет около 40 % [1]. В то же время комбинации генетических факторов и экологических условий, такие как ожирение, сидячий образ жизни и высококалорийная диета, сильно повышают риск возникновения СД2 и могут модулировать эффект отдельных генетических вариантов [2].

Многие факторы окружающей среды (ожирение, гиподинамия, высококалорийная диета) оказывают влияние на развитие сахарного диабета 2 типа. Так, скорость всасы-

вания глюкозы и значительные повышения уровня глюкозы связаны с питанием и образом жизни, что может привести к отклонениям в гликемическом контроле у пациентов с сахарным диабетом 2 типа [3]. Блокада натрий-глюкозного котранспортера-1 (НГЛТ-1) может помочь уменьшить эти колебания гликемии [4]. Кроме того, разные типы транспортных белков глюкозы (ГЛЮТ-1, ГЛЮТ-2 и ГЛЮТ-4) по-разному реагируют на регулирующее влияние инсулина и сигналов метаболического статуса [5].

Дисфункция митохондрий может приводить к нарушению бета-окисления жирных кислот и образованию избыточного количества реактивных форм кислорода, что усиливает окислительный стресс и способствует развитию инсулинорезистентности. Продукция провоспалительных цитокинов может подавлять сигнальные пути инсулина и нарушать функцию бета-клеток поджелудочной железы. Индукция НАДФН-оксидазы (основного источника супероксид-анион-радикала) служит одним из таких провоспалительных механизмов. Нарушение метаболизма глюкозы является одним из центральных механизмов в развитии сахарного диабета. Увеличение гликемии стимулирует  $\beta$ -клетки поджелудочной железы к высвобождению инсулина, однако инсулин уже не может эффективно регулировать уровень глюкозы в крови, что приводит к его повышению в крови и усиливает инсулинорезистентность. Это состояние характеризуется не только гипергликемией, но и гиперинсулинемией, которая дополнительно стимулирует захват глюкозы тканями и подавление ее эндогенного производства. Избыточное поступление длинноцепочечных нейтральных жирных кислот также способствует развитию инсулинорезистентности, особенно в мышечной ткани [4], нарушая сигнальные пути инсулина и утилизацию глюкозы. Кроме того, это приводит к дисфункции ГЛЮТ-4, главного переносчика глюкозы, что дополнительно усугубляет нарушение метаболизма глюкозы [5].

Метаболические сдвиги в обмене липидов оказывают значительное влияние на патогенез сахарного диабета. Наблюдаемое усиление экспрессии ЦерС6 и повышение содержания определенных церамидов связывают с повышенной инсулинорезистентностью. Церамиды способны модулировать инсулиновый сигнальный путь, вовлекая его в патогенез инсулинорезистентности и сахарного диабета 2 типа. Именно нарушение метаболизма этих липидов может сыграть роль в развитии резистентности к инсулину [7].

Таким образом, сахарный диабет 2 типа (СД2) является серьезной глобальной медико-социальной проблемой, вызывающей снижение качества жизни, увеличение инвалидности и смертности среди пораженного населения. Изучение механизмов СД2 важно для разработки эффективных стратегий профилактики и подходов к лечению.

#### *Библиографический список*

1. Shojima N., Yamauchi T. Progress in genetics of type 2 diabetes and diabetic complications // J. Diabetes Investig. 2023. Vol. 14 (4). P. 503–515.
2. Demir S., Nawroth P.P., Herzig S., Ekim Üstünel B. Emerging Targets in Type 2 Diabetes and Diabetic Complications // Adv. Sci (Weinh). 2021. Vol. 8 (18). P. e2100275.
3. Плахотняя В.М., Мартынова Е.Ю., Потешкин Ю.Е. Натрий-глюкозный котранспортер 1: роль в патогенезе сахарного диабета 2 типа и других заболеваний и потенциальная мишень для терапевтического воздействия // Эффективная фармакотерапия. 2022. № 18 (2). С. 42–54.
4. Куркин Д.В., Морковин Е.И., Бакулин Д.А. и др. Современные представления о патогенезе сахарного диабета 2 типа // Вестник ВолГМУ. 2022. № 4. С. 34–49.
5. Телесманич Н.Р., Микашинович З.И., Коновальчик М.А. Молекулярно-метаболические механизмы сахарного диабета 1 и 2 типа, лабораторная диагностика // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2022. № 7 (203). С. 177–184.

6. Азарова Ю.Э., Клесова Е.Ю., Самгина Т.А. и др. Роль полиморфных вариантов гена СУВА в патогенезе сахарного диабета 2 типа // Медицинская генетика. 2019. № 18 (8). С. 37–48.
7. Кузьменко Д.И., Климентьева Т.К., Самойлова Ю.Г. и др. Особенности молекулярных механизмов патогенеза инсулинорезистентности в различных тканях при ожирении // Ожирение и метаболизм. 2022. Т. 19, № 4. С. 410–417.

## **НАНОЦЕВТИКИ** **NANOCEUTICALS**

**М.Д. Герасимов**

Научный руководитель **О.В. Сенкевич**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**M.D. Gerasimov**

Scientific adviser **O.V. Senkevich**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Наноцевтики, биодобавки, пищевые добавки, нанотехнологии, катехины, липосомы, наноэмульсии.

*В статье анализируются возможности и преимущества применения нанотехнологий в производстве пищевых добавок. Рассматриваются разные формы наноцевтиков, оценивается их эффективность и безопасность на основе литературных данных.*

Nanoceticals, bioadditives, food additives, nanotechnologies, catechins, liposomes, nanoemulsions.

*The article analyzes the possibilities and advantages of using nanotechnology in the production of food additives. Various forms of nanoceticals are considered, their effectiveness and safety are assessed based on literature data.*

**Н**а фоне неблагоприятной экологической ситуации, социальных проблем, хронических стрессов, малоподвижного 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]. Возникает необходимость в дополнительных источниках витаминов и минералов в виде биологически активных добавок. Актуальность работы обусловлена возрастающей популярностью и жизненной необходимостью правильного питания, включающего все необходимые для здоровья вещества.

Биологически активные добавки (БАД), разработанные с применением нанотехнологий, так называемые наноцевтики (nanosecticals), нацелены на мощное усиление возможностей организма [2]. В наночастицы инкапсулированы полезные вещества, что способствует их более качественному растворению и повышает их биодоступность. Например, антиоксиданты являются кристаллическими веществами и не могут полноценно участвовать в метаболизме – для этого сначала нужно сделать их более растворимыми [3].

Наноэмульсии представляют собой эмульсии с размером капель порядка 100 нм. Типичная наноэмульсия содержит масло, воду и эмульгатор [4]. Наноэмульсии кинетически стабильны. Наноэмульсии обладают уникальными свойствами, такими как малый размер капель, исключительная стабильность, прозрачный внешний вид и настраиваемая реология. Лиофильную природу наноэмульсий используют для сольватирования нерастворимых в воде лекарств. Настраиваемый заряд и реология наноэмульсий полезны для приготовления водных растворов, которые могут быть легко доставлены пациенту. В некоторых исследованиях утверждается, что из-за относительно небольшого размера и низкого потенциала наноэмульсионных составов гидрофобные лекарства доставляются более эффективно, чем суспензии этих лекарств [5].

Липосомы – полые гетерофазные везикулы, водная фаза которых окружена амфифильными фосфолипидами

мембраны [2]. Такие частицы обладают достаточно большой механической прочностью и способностью сохранять целостность при различных механических воздействиях. Помимо фосфолипидов, в состав мембраны липосом могут входить молекулы полиэтиленгликоля, создающие избыточное осмотическое давление на поверхности наночастиц. Пэгилированная везикула становится невидимой для ретикулоэндотелиальной системы, что увеличивает время циркуляции частицы в кровотоке.

Пример веществ, при использовании которых эффективно применение нанотехнологий – катехины – самые полезные компоненты чая, особенно зеленого [3]. Это восстановленные формы флавоноидов, которые могут быстро окисляться и подвергаться полимеризации. Это водорастворимые бесцветные вещества, которые легко окисляются, особенно в щелочной среде. В отличие от других флавоноидов, катехины гликозилированных форм, как правило, не образуют. Они снижают хрупкость и проницаемость капилляров, нормализуют тканевое дыхание, предотвращают развитие атеросклероза. Кроме того, катехины чая являются мощными антиоксидантами, нейтрализующими свободные радикалы. Полифенолы способствуют связыванию различных ядовитых веществ и выведению их из организма, оказывают вяжущее и бактериостатическое действие.

Безопасность наноцветиков анализировалась в статье «Safe Nanoparticles: Are We There Yet?» [6]. Как только они попадают в кровоток, наночастицы могут распределяться и накапливаться в различных органах, таких как печень, селезенка, легкие и почки. Некоторые исследования предполагают, что они также могут накапливаться в мозге, если они достаточно малы (<10 нм) и/или если гематоэнцефалический барьер поврежден [7]. Недавние исследования с использованием различных опытных животных показали, что наночастицы накапливаются в различных органах,

взаимодействуют с клеточными макромолекулами и вызывают окислительный стресс.

Многое из того, что мы знаем о токсичности и распространении наноцветиков, получено из исследований, проведенных с использованием кратковременного воздействия [8]. Таким образом, существует недостаточно исследований, оценивающих их токсические эффекты после длительного воздействия.

Таким образом, использование нанотехнологий в производстве БАДов имеет хорошее будущее, однако необходимы более тщательные исследования побочных эффектов, которые могут возникать при длительном приеме наноцветиков.

#### ***Библиографический список***

1. Официальный сайт Управления Роспотребнадзора по городу Москве: <https://77.rospotrebnadzor.ru>.
2. Пономаренко Л.В., Коваленко М.П. Применение нанотехнологий в производстве различных биологически активных добавок // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 247–250.
3. Tyagi T., Garlapati P.K., Yadav P. et al. Development of nano-encapsulated green tea catechins: Studies on optimization, characterization, release dynamics, and in-vitro toxicity // J. Food Biochem. 2021. Vol. 45 (11). P. e13951.
4. Голованова Т.В., Запорожский А.А., Редько М.Г., Мишкевич Э.Ю. Получение комплексных nanoэмульсий на основе легкой воды и CO<sub>2</sub>-экстрактов из растительного сырья сонохимическим методом // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 94 (10). С. 1–10.
5. Tagne J.B., Kakumanu S., Nicolosi R.J. Nanoemulsion preparations of the anticancer drug dacarbazine significantly increase its efficacy in a xenograft mouse melanoma model // Mol. Pharm. 2008. Vol. 5 (6). P. 1055–1063.
6. Najahi-Missaoui W., Arnold R.D., Cummings B.S. // Safe Nanoparticles: Are We There Yet? // Int. J. Mol. Sci. 2021. Vol. 22 (1). P. 385.

7. Bovina E.M., Romanov B.K., Kazakov A.S. et al. Nanoscale therapeutic system: safety assessment features // Safety and Risk of Pharmacotherapy. 2019. Vol. 7 (3). P. 127–138.
8. Летов О.В. Этические и философские аспекты развития нанотехнологии // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 3, Философия: Реферативный журнал. 2009. № 3. С. 86–112.

**НАРУШЕНИЕ МЕЖКЛЕТОЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ  
ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ 1 ТИПА:  
ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**  
IMPAIRMENT OF INTERCELLULAR COMMUNICATION  
IN TYPE 1 DIABETES MELLITUS:  
REVIEW OF MODERN LITERATURE

**А.А. Данилова**

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

**A.A. Danilova**

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

Межклеточная коммуникация, сахарный диабет 1 типа, нарушения межклеточного взаимодействия, современная литература.

*В статье рассмотрены различные варианты нарушения межклеточной коммуникации при сахарном диабете 1 типа посредством обзора современной литературы. Отображены результаты проведенного анализа используемой литературы.*

Intercellular communication, type 1 diabetes mellitus, disorders of intercellular interaction, modern literature.

*The article considers various variants of violation of intercellular communication in type 1 diabetes mellitus through a review of modern literature. The results of the analysis of the literature used are displayed.*



На данный момент сахарный диабет 1 типа (СД1 типа, СД1) чрезвычайно распространенное заболевание нашей цивилизации, особенно среди детского населения. Это хроническое заболевание, при котором наблюдается абсолютная инсулиновая недостаточность, связанная с аутоиммунным поражением  $\beta$ -клеток островков Лангерганса. Доля СД1 типа среди всех форм диабета составляет не более 10–15 %, но тем не менее, это заболевание относят к важнейшей медико-социальной проблеме, потому что оно часто возникает в детском возрасте, для него характерны тяжесть течения, ранняя инвалидизация и смертность [1].

Также определенную сложность вызывает гетеротипность сахарного диабета 1 типа. Так, существующая классификационная схема сахарного диабета не отражает сложности этого заболевания и не обеспечивает эффективной терапии. Одним из подходов к достижению цели применения прецизионной медицины при сахарном диабете является выявление эндотипов (четко определенных подтипов) сахарного диабета 1 типа, каждый из которых имеет особый этиопатогенез, поддающийся специфическим терапевтическим вмешательствам. В одной из статей описываются клинические, эпидемиологические, иммунологические, генетические, гистологические и метаболические различия при СД1, которые в совокупности предполагают гетерогенность его этиопатогенеза. Также там представлены и новые эндотипы и их влияние на прогноз, профилактику и лечение СД1 типа [2].

Главное место в патогенезе занимает нарушение межклеточной коммуникации, в результате чего наблюдается иммунный ответ в отношении собственных клеток (бета-клеток,  $\beta$ -клеток). Последние исследования свидетельствуют о том, что нарушения нормальной межклеточной коммуникации аутореактивного и аутопротективного

иммунного ответа могут являться результатом неправильного функционирования популяции Т-клеток, которые распознаются по экспрессии молекулы CD25 [3]. Также необходимо рассмотреть феномен утраты  $\beta$ -клеток; есть вероятность того, что ее выраженность будет существенно изменяться в зависимости от выраженности инсулита и его типа, степени гибели р-клеток и их способности к регенерации [4]. На данный момент механизм нарушения межклеточного взаимодействия, в результате которого наблюдается аутоиммунная реакция, в частности, гибель  $\beta$ -клеток, остается до конца невыясненным. Однако, исходя из обзора материалов современной литературы о представлениях патогенеза СД1 типа, распад  $\beta$ -клеток происходит по нескольким причинам. Первая – некроз, вторая – апоптоз. Согласно данным последних лет, процессы некроза и апоптоза не противоположны, а могут протекать одновременно. Пожалуй, первое место в патогенезе нарушения межклеточных взаимодействий при СД1 типа принадлежит цитокинам – секреторным белкам, которые выполняют функцию медиаторов межклеточных взаимодействий, регулируют активность иммунной системы, работа которой нарушается при данном виде сахарного диабета. По данным современных исследований, отображенных в научной литературе, направленных на изучение нарушений функционирования иммунной системы и  $\beta$ -клеток, в качестве материала использовалась кровь из периферических вен, в то время как очагом хронического воспаления при диабете является поджелудочная железа. Очевидно, что подобная разница при исследовании материала вызывает немалое количество ошибок и артефактов [5; 6].

Кроме того, и сами  $\beta$ -клетки могут оказывать влияние на развитие аутоиммунного процесса:  $\beta$ -клеточный «биосинтетический стресс» провоцирует иммунную атаку,

которая оказывает значительное негативное воздействие на источник жизненно важного гормона-инсулина [7].

Таким образом, исходя из данных современных литературных источников, нарушения нормальной межклеточной коммуникации аутореактивного и аутопротективного иммунного ответа могут являться результатом неправильного функционирования популяции Т-клеток, которые распознаются по экспрессии молекулы CD25 [3]. Проводятся многочисленные исследования, но механизм нарушения межклеточного взаимодействия, в результате которого наблюдается аутоиммунная реакция, в частности гибель  $\beta$ -клеток, на данный момент до сих пор остается не до конца выясненным.

#### ***Библиографический список***

1. Дедов И.И. Сахарный диабет в Российской Федерации: проблемы и пути решения // Сахарный диабет. 1998. № 1. С. 7–18.
2. Redondo M.J., Morgan N.G. Heterogeneity and endotypes in type 1 diabetes mellitus // Nat. Rev. Endocrinol. 2023. Vol. 19 (9). P. 542–554.
3. Kukreja A., Marker J., Zhang C. et al. Multiple immuno-regulatory defects in type 1 diabetes // J. Clin. Invest. 2002. Vol. 109. P. 131–140.
4. Gepts W. Pathologic anatomy of the pancreas in juvenile diabetes mellitus // Diabetes. 1965. Vol. 14. P. 619–633.
5. Гервазиева В.Б., Воробьева Н.Л. Иммуноферментный метод количественного определения IgG антител к основному белку миелина // Иммунология. 2006. № 2. С. 52–56.
6. Atkinson M.A., Bowman M.A., Kao K.J. et al. NK: Lack of immune responsiveness to bovine serum albumin in IDDM // N. Engl. J. Med. 1993. Vol. 29. P. 1853–1858.
7. Roep B.O., Thomaidou S., van Tienhoven R., Zaldumbide A. Type 1 diabetes mellitus as a disease of the  $\beta$ -cell (do not blame the immune system?) // Nat. Rev. Endocrinol. 2021. Vol. 17 (3). P. 150–161.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ МАРКЕРОВ DCX,  
НЕСТИНА, CD31 И VEGF  
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ АУТИЗМА  
У КРЫС**

**FEATURES OF EXPRESSION OF MARKERS DCX,  
NESTIN, CD31 AND VEGF  
IN AN EXPERIMENTAL MODEL OF AUTISM IN RATS**

**В.А. Захарова**

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

**V.A. Zakharova**

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

Аутизм, нейрогенез, ангиогенез, нейрональная ниша, иммуногистохимия. В статье оценивались особенности экспрессии маркеров нейрогенеза DCX и нестина, маркеров ангиогенеза CD31 и VEGF на экспериментальной модели аутизма у крыс. Животным опытной группы (линии Wistar) на 12-е сутки с момента зачатия вводилась вальпроевая кислота (500 мг/кг), в контрольной группе вводился физ. раствор. Подтверждение развития аутизма проводилось с помощью тестов 3-камерная активность, аутогруминг, рытье подстила. Оценка поведенческих изменений у крыс контрольной и экспериментальной групп проводилась с помощью поведенческих тестов открытое поле, приподнятый крестообразный лабиринт. Иммуногистохимическое исследование проводилось на свободноплавающих срезах мозга с последующей флуоресцентной микроскопией.

Autism, neurogenesis, angiogenesis, neuronal niche, immunohistochemistry. The purpose of this work is to evaluate the expression characteristics of neurogenesis markers DCX and nestin, angiogenesis markers CD31 and VEGF in an experimental model of autism in rats. The animals of the experimental group (Wistar line) were administered valproic acid (500 mg/kg) on the 12th day from the moment of conception; the control group was given saline. solu-

*tion. Confirmation of the development of autism was carried out using tests of 3-chamber activity, auto-grooming, and digging of litter. Assessment of behavioral changes in rats of the control and experimental groups was carried out using open field and elevated plus maze behavioral tests. Immunohistochemical examination of brain sections was carried out on free-floating ones, followed by fluorescence microscopy.*

**Р**асстройства аутистического спектра (РАС) – группа одних из самых распространенных расстройств в современном мире [1]. Аутизм имеет многофакторное происхождение, к его причинам относят генетические и средовые факторы. На данный момент точная и общепринятая этиология РАС не установлена [2]. Рост заболеваемости, широкая вариабельность симптомов, часто встречающаяся задержка развития интеллекта, отсутствие эффективной терапии требуют более подробного изучения причин и механизмов развития РАС, а также поиска новых путей лечения.

Основные симптомы, наблюдаемые у аутичных пациентов, – качественные отклонения в общении и поддержании социального взаимодействия; стереотипные, повторяющиеся ограниченные паттерны поведения, дополнительно существует ряд неспецифичных признаков, такие как: агрессия и аутоагрессия, раздражительность, тревожность, фобии [3].

Патологическое исследование мозга людей с аутизмом выявило наличие нейровоспалительного процесса в нем. Особенности пренатального развития (нейрогенез, апоптоз, дендритогенез, синаптогенез) в значительной степени оказывают влияние на головной мозг во взрослом возрасте. К патологическим процессам в структуре ЦНС относят уменьшение числа нейронов в частях мозга, к которым относятся моторные ядра тройничного, языкоглоточного, глазодвигательного, добавочного нервов. Также отмечается уменьшение клеток Пурькинью в коре, мозжечке и миндалине [4].

По другой версии, причина аутизма – избыточное образование синаптических связей и увеличение размеров мозга

во время первых лет жизни после рождения [5]. Кроме того, имеются результаты, подтверждающие изменения в морфологии нейронов. В частности, были отмечены изменения дендридных шипиков в сторону преобладания удлинённых и тонких [6].

Нейрогенез – поэтапный процесс возникновения новых зрелых нервных клеток из клеток-предшественников. Нейрогенез является ключевой адаптивной функцией и является механизмом пластичности во взрослом мозге. Процесс нейрогенеза более активно протекает в таких областях, как субгранулярная зона зубчатой извилины гиппокампа, обонятельные луковицы и субвентрикулярная зона боковых желудочков [7].

Определить нейрональные клетки на разных этапах трансформации нейрогенеза возможно с помощью маркеров: даблкортин (DCX) – белок, связанный с микротрубочками. Во взрослом мозге количество этих клеток отражает нейрогенез, его изменения и функциональные перестройки; нестин (акроним для маркера нейроэктодермальных стволовых клеток) представляет собой белок промежуточных филаментов, который экспрессируется в незрелых клетках на первых стадиях развития центральной и периферической нервной системы.

Одним из важных компонентов «ниши» нейрогенеза являются микрососуды мозга. VEGF представляет собой сигнальный белок, вырабатываемый клетками. Уменьшение уровня экспрессии VEGF является одним из признаков возрастного нейрогенеза. PECAM-1 (platelet endothelial cell adhesion molecule-1) или CD31 – гликопротеин, обнаруженный в тромбоцитах, эндотелиальных клетках, гранулоцитах и моноцитах, а также в некоторых линиях миеломоноцитарных клеток, который вовлечен в процессы эмбриогенеза и развития тканей [8].

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Выявлено усиление экспрессии обоих маркеров нейрогенеза при экспериментальном аутизме в гиппокампе, их снижение в базолатеральной миндалине и отсутствие значимых изменений в энторинальной коре.

2. Выявлено усиление экспрессии обоих маркеров ангиогенеза при экспериментальном аутизме в базолатеральной миндалине, их снижение в энторинальной коре и отсутствие значимых изменений в гиппокампе по CD31 при значимом увеличении экспрессии VEGF.

3. Выявлены сильные корреляционные взаимосвязи между тестами, подтверждающими аутизм, и особенностями экспрессии молекул-маркеров ангиогенеза (CD31, VEGF) и нейрогенеза (нестин) в гиппокампе животных с экспериментальным аутизмом.

#### ***Библиографический список***

1. Baio J., Wiggins L., Christensen D.L. et al. Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years – Autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014 // MMWR. Surveillance Summaries. 2020. Vol. 4 (69). P. 1–12.
2. Masi A., DeMayo M.M., Glozier N., Guastella A.J. An Overview of Autism Spectrum Disorder, Heterogeneity and Treatment Options // Neurosci Bull. 2017. Vol. 33 (2). P. 183–193.
3. Kentrou V., de Veld D.M., Mataw K.J., Begeer S. Delayed autism spectrum disorder recognition in children and adolescents previously diagnosed with attention-deficit/hyperactivity disorder // Autism. 2019. Vol. 23 (4). P. 1065–1072.
4. Amaral D.G., Schumann C.M., Nordahl C.W. Neuroanatomy of autism // Trends Neurosci. 2008. Vol. 31 (3). P. 137–145.
5. Penn H.E. Neurobiological correlates of autism: a review of recent research // Child Neuropsychology. 2006. Vol. 12 (1). P. 57–79.

6. Minschew N.J., Williams D.L. The new neurobiology of autism: cortex, connectivity, and neuronal organization // Archives of neurology. 2007. Vol. 64 (7). P. 945–950.
7. Гомазков О.А. Нейрогенез как адаптивная функция мозга. М.: Икар, 2013. 136 с.
8. Ferrara N. VEGF-A: a critical regulator of blood vessel growth // Eur Cytokine Netw. 2009. Vol. 20 (4). P. 158–63.

## **НЕЙРОПЕПТИДЫ КАК МАРКЕРЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **NEUROPEPTIDES AS MARKERS OF BRAIN DAMAGE: LITERATURE REVIEW**

**В.А. Кириллова**

Научные руководители: **Л.Б. Шадрина, Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**V.A. Kirillova**

Scientific advisers **L.B. Shadrina, N.A. Malinovskaya**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Нейропептиды, протеин S100, нейрон-специфическая енолаза, глиальный фибриллярный кислый протеин (GFAP), мозговой нейротрофический фактор, химия, медицина.

*При поражениях головного мозга большое значение имеет ранняя диагностика, которая позволяет провести реперфузионную терапию и, соответственно, улучшить исход заболевания. Нейропептиды являются белковыми молекулами, которые синтезируются нервными клетками и играют важную роль в функционировании головного мозга. Вследствие гибели клеток головного мозга в сыворотку крови поступают нейротрофические факторы – вещества, основная функция которых заключается в регулировании жизнедеятельности нейронов и глиальных клеток. На основании современных данных выделяемые тканями поврежденного мозга белки могут быть использованы как маркеры в экспресс-диагностике.*



Neuropeptides, protein S100, neuron-specific enolase, glial Fibrillar Acidic protein (GFAP), brain neurotrophic factor, chemistry, medicine.

*In case of brain lesions, early diagnosis is of great importance, which allows for reperfusion therapy and, accordingly, to improve the outcome of the disease. Neuropeptides are protein molecules that are synthesized by nerve cells and play an important role in the functioning of the brain. Due to the death of brain cells, neurotrophic factors enter the blood serum – substances whose main function is to regulate the vital activity of neurons and glial cells. Based on modern data, proteins secreted by damaged brain tissues can be used as markers for rapid diagnosis.*

Среди биохимических маркеров активно исследуют определение уровня нейроспецифических веществ пептидной природы. Основная часть из них является аутоантигенами, попадая в кровоток, они могут вызывать появление аутоантител, которые при нарушении функции гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) из кровеносного сосуда попадают в мозг и вызывают морфологические изменения, деструктивные процессы в нейронах, развитие неспецифических острофазовых реакций по типу отека или воспаления [1].

Белки s100 представляют собой семейство низкомолекулярных тканеспецифичных кальций-связывающих протеинов модуляторного действия, принимающих участие во многих физиологических процессах организма. Протеин группы s100 присутствует во многих органах (кожа, печень, сердце, селезенка и др.), но в головном мозге его в сто тысяч раз больше [2]. Эти протеины имеют кислую природу, поскольку содержат большое количество (до 30 %) остатков глутаминовой и аспарагиновой аминокислот. Семейство белков S100 состоит из 18 тканеспецифичных мономеров, два из которых ( $\alpha$  и  $\beta$ ) образуют гетеродимеры, присутствующие в высокой концентрации в клетках нервной системы [3]. По структуре все представители семейства s100 являются глобулярными белками. Каждый полипептид в составе молекулы s100 имеет кальций-связывающий мотив, названный EF-рукой. Он построен по типу спираль-петля-спираль.

Сами по себе белки s100 не обладают ферментативной активностью. Их функционирование основано на связывании с ионами  $\text{Ca}^{2+}$ . Диагностическое значение s100 основано на связи его концентрации в сыворотке крови (или спинномозговой жидкости) с патологиями ЦНС и онкологическими заболеваниями. Установлено, что при повреждении глиальных клеток этот белок выходит в экстрацеллюлярное пространство, откуда поступает в спинномозговую жидкость и далее – в кровь. Таким образом, на основании повышения концентрации s100 в сыворотке можно сделать вывод о ряде патологий головного мозга [4]. В качестве онкомаркера белок s100 начали использовать в начале 1980-х. В настоящее время метод является эффективным для раннего выявления рака, рецидивов или метастаз. Наиболее часто s100 применяют в диагностике меланомы или нейробластомы. Интерпретируя результаты, обязательно обращают внимание на метод анализа, поскольку от него зависят границы показателей нормы. Основным недостатком маркера s100 заключается в его низкой селективности, поскольку повышение концентрации этого белка в крови и СМЖ может быть связано с другими патологиями, не обязательно раковой природы.

Глиальный фибриллярный кислый протеин (GFAP) – высокоспецифичный белок головного мозга, который не обнаружен за пределами нервной системы [5]. Белок был открыт в 1969 г. группой исследователей под руководством L.F. Eng. Структурной единицей GFAP является мономерная молекула размером 8–12 нм, молекулярной массой 40–53 кД. Молекула состоит из «головы», содержащей аминокислоту аргинин с ароматическим остатком, и хвоста. Каждые две молекулы, «скручиваясь» между собой вокруг продольной оси, образуют димер. Димеры, в свою очередь, ассоциируют в тетрамеры, тетрамеры – в протофиламенты. Агрегация тетрамеров происходит по принципу «голова к голове». Восемь протофиламентов образуют

промежуточное волокно. Полимеризация промежуточных волокон приводит к образованию устойчивых неполярных полимерных молекул GFAP. Аминокислотный анализ С-конца выявил относительно большое содержание аспарагиновой и глутаминовой кислот, лейцина, глицина и аланина. N-концевым остатком является аланин или блокированный метионин. В зрелой ЦНС GFAP сосредоточен в глиальных филаментах внутри протоплазматических астроцитов серого вещества и фиброзных астроцитах белого вещества [6].

Нормальное функционирование нейронов головного мозга обеспечивается деятельностью астроглиальной стромы. GFAP как структурный компонент астроцитов выполняет ряд важных функций. Он играет ключевую роль в формировании и функционировании цитоскелета ЦНС, дифференцировке астроцитов, обеспечении энергетическим субстратом нейронов при повышении синаптической активности и т.д. При отсутствии GFAP нарушается синтез нормального миелина. И, наконец, с помощью GFAP протекают процессы митоза астроцитов, что имеет исключительное значение при повреждениях мозга любого генеза [6].

Нейрон-специфическая енолаза (NSE) представляет собой гликолитический фермент (2-фосфо-D-глицератгидролаза), который существует в виде различных вариантов димеров и участвует в последнем этапе гликолиза. Эти димеры состоят из 3 отличных по иммунологическим свойствам субъединиц (а именно  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) [5]. Изоформы енолазы, а именно  $\alpha$ - $\gamma$  и  $\gamma$ - $\gamma$ , обозначаемые как  $\gamma$ -енолаза или нейрон-специфическая енолаза (NSE), первоначально были обнаружены в большом количестве в нервных клетках, нейроэндокринных клетках и в новообразованиях, из них происходящих. Определение уровня NSE при ишемическом повреждении ЦНС дает возможность судить о степени выраженности повреждений нейронов и нарушении мембранной функции ГЭБ. В настоящее время этот маркер используется для диагностики острых

состояний, характеризующихся церебральной ишемией и гипоксией мозга, для изучения патогенеза неврологических заболеваний. Доказана его значимость при различных патологиях ЦНС, таких как эпилепсия, болезнь Паркинсона, сенильная деменция, болезнь Альцгеймера и т. д. [1; 7].

Таким образом, повышение содержания нейроспецифических пептидов и белков в крови и других биологических жидкостях может ассоциироваться с признаками ранних неврологических нарушений, объемом повреждений головного мозга, ранними клиническими ухудшениями, прогностическими признаками исхода заболеваний. Хотя определение отдельных нейропептидов может не обладать достаточной диагностической значимостью, необходимой для точной диагностики повреждений головного мозга, однако одновременное определение нескольких маркеров является диагностически значимым [1].

#### ***Библиографический список***

1. Маркелова Е.В., Зенина А.А., Кадыров Р.В. Нейропептиды как маркеры повреждения головного мозга // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. С. 1–13.
2. Kovesdi E., Luckl J., Bukovics P. et al. Update on protein biomarkers in traumatic brain injury with emphasis on clinical use in adults and pediatrics // ActaNeurochir. 2010. Vol. 152. P. 1–17.
3. Biberthaler P., Mussack T., Wiedemann E. et al. Evaluation of S-100 $\beta$  as a specific marker for neuronal damage due to minor head trauma // World J. Surg. 2001. Vol. 25 (1). P. 93–97.
4. Дербенева О.А. Клиническая значимость протеина S100 как маркера острого церебрального повреждения // Сибирский медицинский журнал. 2013. № 2. С. 1–6.
5. Храпов Ю.В., Поройский С.В. Роль биомаркеров повреждения вещества головного мозга в диагностике, оценке эффективности лечения и прогнозировании исходов тяжелой черепно-мозговой травмы // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2013. № 2. С. 10–20.

6. Краснов А.В. Астроцитарные белки головного мозга: структура, функции, клиническое значение // Неврологический журнал. 2012. № 1. С. 37–42.
7. Епифанцева Н.Н., Борщикова Т.И., Чурляев Ю.А. и др. Прогностическое значение белка S100, нейроспецифической енолазы, эндотелина-1 в остром периоде черепно-мозговой травмы // Медицина неотложных состояний. 2013. № 3 (50). С. 85–90.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ  
ПАТОГЕНЕЗА ГИПОТИРЕОЗА У ВЗРОСЛЫХ  
MOLECULAR MECHANISMS  
OF ADULT-ONSET HYPOTHYROIDISM**

**А.Д. Машинцева**

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

**A.D. Mashintseva**

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

Гипотиреоз, молекулярные механизмы, мутации генов, аутоиммунный тиреоидит.

*В научной статье рассматриваются наиболее часто встречающиеся и хорошо изученные молекулярные механизмы такой патологии, как гипотиреоз у взрослого населения. Знание работы данных механизмов – ключ к пониманию этиологии и патогенеза гипотиреоза, а также дальнейшего построения тактики лечения патологии и ее возможной профилактики.*

Hypothyroidism, molecular mechanisms, gene mutations, AITD.

*The most common and well-known molecular mechanisms of adult-onset hypothyroidism are considered in the scientific article. Knowledge of how these mechanisms work is the key to understanding the etiology and pathogenesis of hypothyroidism, as well as further construction of the treatment and prevention.*

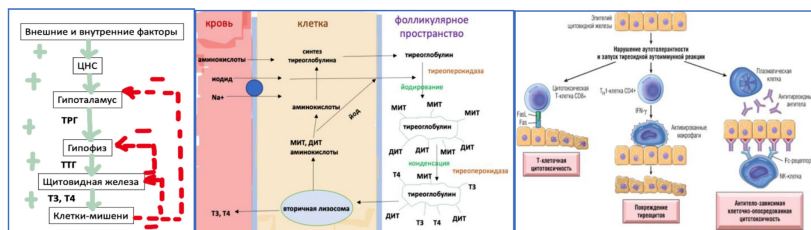
Гипотиреоз – заболевание, с которым сталкивается до 4 % жителей всего мира. Оно может быть вызвано любыми структурными или функциональными нарушениями щитовидной железы, препятствующими продукции ею адекватного количества гормонов (Кумар В. и др., 2016). Проблема этиопатогенеза и, соответственно, молекулярных механизмов развития гипотиреоза остается актуальной по сей день [1].

Раскрытие механизмов, заложенных в основе развития гипотиреоза у взрослых, необходимо для дальнейшего применения полученных знаний для повышения качества и эффективности лечения больных с данной патологией. Для объяснения молекулярных механизмов, приводящих к развитию гипотиреоза, необходимо в первую очередь понимать то, как происходит регуляция метаболизма щитовидной железы в норме [1].

В зависимости от уровня нарушения регуляции (рис.) щитовидной железы (Кумар В. и др., 2016) выделяют первичный (тиреогенный) гипотиреоз, причиной которого служат разрушение или недостаток функционально активной ткани щитовидной железы, нарушение синтеза тиреоидных гормонов; центральный (гипоталамо-гипофизарный, вторичный и третичный) гипотиреоз, возникающий вследствие разрушения или недостатка клеток, продуцирующих тиреотропный гормон (ТТГ) и/или тиреотропин-рилизинг гормон (ТРГ), нарушений синтеза ТТГ и/или ТРГ [1].

Первичный гипотиреоз составляет абсолютное большинство наблюдений, и наибольшее число случаев врожденной его формы связано с мутациями ферментов, непосредственно участвующих в синтезе тиреоидных гормонов. Например, мутации гена ТРО (селен-зависимой тиреоидной пероксидазы) приводят к нарушению йодирования остатков тирозина в тиреоглобулине с образованием моно- и диiod-производных тирозина, конденсации их части до йодтиронинов (рис.) и к резистентности к тиреоидным гормонам.

Мутации генов ТТЕ-1, ТТЕ-2, РАХ-8 (тиреоидспецифичные факторы транскрипции) ведут к нарушению развития щитовидной железы, транскрипции генов тиреоглобулина и ТРО; мутации генов, кодирующих синтез интратиреоидной дегалогеназы, приводят к потере больших количеств монойодтирозинов (МИТ) и дийодтирозинов (ДИТ), потере йода с мочой и развитию гипотиреоза в случае недостаточного поступления йода извне. Кроме того, отмечаются молекулярные дефекты тироксинсвязывающего глобулина, транстиретаина и альбумина, за счет которых Т4 и Т3 находятся в периферической крови в связанном виде, что приводит к изменению количества и/или связывающих свойств этих белков. Повышенная предрасположенность к зобу Хашимото (аутоиммунному тиреоидиту, АИТД) связана с полиморфизмами генов, регулирующих иммунный ответ [2–3].



*Рис. Молекулярные механизмы развития гипотиреоза  
(по Кумар В. и др., 2016)*

К ним можно отнести гены, связанные с иммунной системой (HLA-DR3, RTPN22, CD40, FOXP3 и CTLA-4) и гены, кодирующие синтез основных аутоантигенов щитовидной железы (Tg, ТРО и TSHR). Функциональный полиморфизм гена RTPN22 (белка тирозинфосфатаза-22), кодирующего синтез лимфоидной тирозинфосфатазы, также играет весомую роль в развитии тиреоидита Хашимото, поскольку данный фермент подавляет киназы, опосредующие активацию и регуляцию Т-лимфоцитов [4].

Среди эпигенетических факторов, связанных с АITD, выделяют искаженные SNP инактивации X-хромосомы генов (XCI), участвующие в метилировании ДНК, в результате чего зрелая популяция Т-лимфоцитов не образуется в том количестве, чтобы воспринять компоненты XCI не как чужеродные, что приводит к перекрестной аутоиммунной реакции. Запуск аутоиммунного процесса в щитовидной железе сопровождается резким уменьшением количества ее клеток путем апоптоза, замещением паренхимы железы инфильтратом из мононуклеаров и фиброзной тканью [3].

Вторичный (гипофизарный) гипотиреоз может быть связан с дефектом гена рецептора ТРГ или с нарушением активности гена, кодирующего ТТГ. Это чаще наблюдается в сочетании с недостаточностью других аденогипофизарных гормонов и связано, по-видимому, с мутациями одного из транскрипции – Pit-1. Могут отмечаться и генетические нарушения (гены PROP1, HESX1, SOX3) [5-8].

Таким образом, молекулярные механизмы возникновения гипотиреоза, изложенные выше, не в полной мере отражают те процессы, которые приводят к развитию данного заболевания. Многие механизмы все еще остаются недостаточно изученными или не изученными вовсе, что создает определенные трудности в своевременной диагностике и лечении гипотиреоза, но представляет интерес для проведения исследований [2].

#### ***Библиографический список***

1. Трошина Е.А., Сенюшкина Е.С. Прямые и опосредованные эффекты трийодтиронина // Архивъ внутренней медицины. 2020. № 4 (54). С. 262–271.
2. Vargas-Uricoechea H. Molecular Mechanisms in Autoimmune Thyroid Disease // Cells. 2023. Vol. 12 (6). P. 918.
3. Кандроп В.И. Молекулярно-генетические аспекты тиреоидной патологии // Проблемы Эндокринологии. 2001. № 47 (5). С. 3–10.



4. Гудошников В.И. Роль гормонов щитовидной железы и потребления йода в онтопатогенезе различных заболеваний: акцент на взаимодействиях с глюкокортикоидами и веществами, нарушающими эндокринную регуляцию // Клиническая и экспериментальная тиреология. 2016. № 1. С. 16–21.
5. Гаврилова Т.А., Моргунова Т.Б., Фадеев В.В. Вторичный гипотиреоз: современные подходы к диагностике и лечению // Медицинский совет. 2017. № 3. С. 64–67.
6. Киеня Т.А., Моргунова Т.Б., Фадеев В.В. Вторичный гипотиреоз у взрослых: диагностика и лечение // Клиническая и экспериментальная тиреология. 2019. № 2. С. 64–72.
7. Фадеев В.В., Моргунова Т.Б., Мельниченко Г.А., Дедов И.И. Проект клинических рекомендаций по гипотиреозу // Клиническая и экспериментальная тиреология. 2021. № 1. С. 4–13.
8. Bogusławska J., Godlewska M., Gajda E., Piekiełko-Witkowska A. Cellular and molecular basis of thyroid autoimmunity // Eur. Thyroid J. 2022. Vol. 11 (1). P. e210024.

**РЕТИНОЛ КАК КОМПОНЕНТ  
КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**  
RETINOL AS A COMPONENT OF COSMETICS

**Д.А. Очирова**

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

**D.A. Ochirova**

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

Ретинол, витамин А, дерматология, уход за кожей, акне, старение кожи.  
*Ретинол – ценный компонент косметических средств с широким спектром действия. В данной статье приведен краткий обзор литературных источников, посвященных витамину А1 (ретинол). Показано*

химическое строение ретинола, описаны его свойства, способы получения и оказываемое действие на кожу. Рассмотрена цепочка превращения ретинола до конечного метаболита – ретиноевой кислоты. Описаны области применения препаратов, содержащих ретиноиды, в современной дерматологии.

Retinol, vitamin A, dermatology, skin care, acne, skin aging.

*Retinol is a valuable component of cosmetics with a wide spectrum of action. This article provides a brief overview of the literature on vitamin A1 (retinol). The chemical structure of retinol is shown, its properties, methods of production and its effect on the skin are described. The chain of transformation of retinol to the final metabolite, retinoic acid, is considered. The areas of application of drugs containing retinoids in modern dermatology are described.*

**Р**етинол – одна из форм жирорастворимого витамина А, относящаяся к факторам роста и проявляющая мощные антиоксидантные свойства. Состоит из β-иононового кольца и боковой цепи из двух остатков изопрена и первичной спиртовой группы (рис. 1).

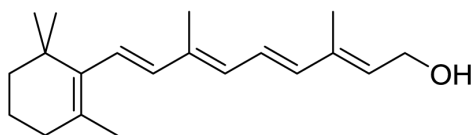
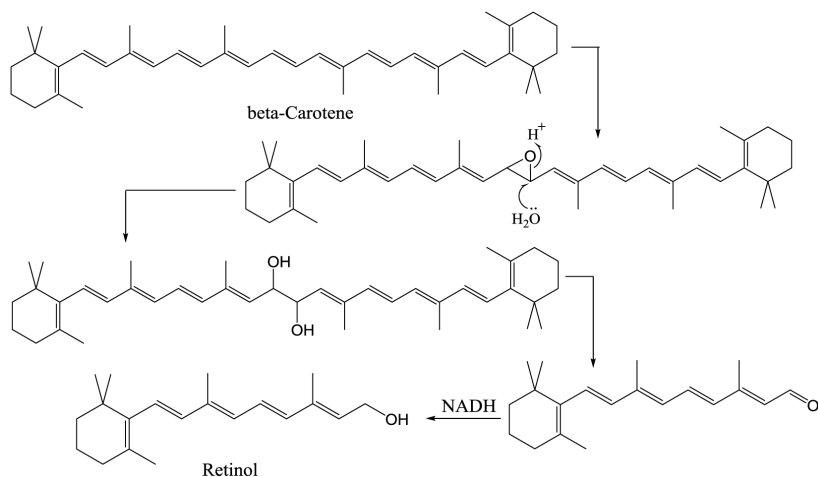


Рис. 1. Структурная формула ретинола

В литературе описаны два основных способа получения: биосинтез и промышленный синтез [1]. В первом случае ретинол получается при расщеплении β-каротина. β-Каротин-15,15'-диоксигеназа окисляет центральную двойную связь, образуя эпоксид. Далее полученное вещество подвергается гидролизу с образованием двух гидроксильных групп. Между ними происходит расщепление углеродной связи с образованием ретиналя, который затем восстанавливается до ретинола посредством НАДН (рис. 2).



*Рис. 2. Биосинтез ретинола*

При промышленном синтезе ретинол может быть получен из гриба *Blakeslea trispora*, вида одноклеточных зеленых водорослей *Dunaliella salina* и генетически модифицированных бактерий рода *Sphingomonas*. Или же методом, разработанным компанией BASF, – синтез с использованием реакции Гриньяра.

Чистый ретинол чрезвычайно чувствителен к окислению, его получают и транспортируют при низких температурах и бескислородной атмосфере.

Благодаря небольшому размеру и липофильности молекул ретинол преодолевает липидный барьер кожи, проникая в эпидермис. Клетки базального слоя эпидермиса начинают активно делиться. После проникновения в эпидермис ретинол может диффундировать через клетки кожи и достигать более глубоких слоев кожи. Таким образом, при нанесении средств с ретиноидами на кожу происходит определенная цепочка преобразований [2] (рис. 3).

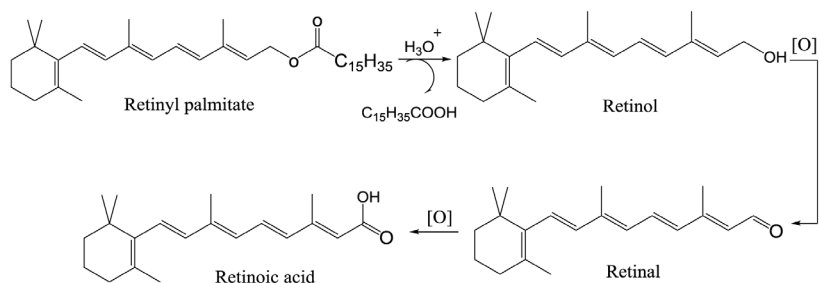


Рис. 3. Ретиноловая цепочка

Чем ближе ретиноид находится к концу этой цепочки превращений, тем быстрее проявляется его эффект на коже и тем сильнее его раздражающее действие.

Ретиноевая кислота (третиноин) – наиболее активный продукт метаболизма ретинола. Она способна проникать из кожи в системный кровоток и в целом влиять на организм, включая токсические эффекты [3].

Концентрация ретинола в косметике составляет в основном 0,1–1 %. Могут быть варианты и с большим количеством этого вещества, но перед применением требуется консультация специалиста. В кремах концентрация не превышает 2 %, но все типы кожи реагируют на витамин А по-разному. Первое использование ретинола предусматривает применение 1–2 раза в неделю.

В целом ретинол оказывает мощный обновляющий и уплотняющий кожу эффект. Он может стимулировать синтез коллагена, ингибировать активность фермента ММП (матриксные металлопротеиназы), снижать окислительный стресс и модулировать экспрессию генов. Ретинол продемонстрировал эффективность в уменьшении визуальных проявлений как внутреннего, так и внешнего старения, таких как морщины, тонкие линии и неравномерная пигментация [4–6].

Применение ретинола пальмитата так же, как и изотретиноина, широко применяется в дерматологии для лечения акне, оказывая действие на все звенья патогенеза заболевания: уменьшает ороговение в устьях сально-волосяных фолликулов и улучшает отток кожного сала, снижает салоотделение, усиливает пролиферацию эпителиоцитов (заживляющий эффект, уменьшение рубцевания) [5]. Однако изотретиноин обладает более выраженным действием. Сравнительные исследования острой токсичности ретиноидов первого поколения показали, что средняя летальная доза ( $LD_{50}$ ) ретинола пальмитата в 1,9 раз выше, чем у изотретиноина и в 1,3 раза выше, чем у ретинола ацетата, что, безусловно, характеризует его как менее токсичную для организма субстанцию [7–8].

Противопоказаниями к применению ретинола являются онкологические образования, беременность и кормление грудью. Обладателям чувствительной кожи необходимо с осторожностью подбирать средства с ретиноидами.

Таким образом, ретинол (витамин А1) является жирорастворимым витамином с мощными антиоксидантными свойствами, которые способствуют защите клеток кожи от повреждающего воздействия свободных радикалов, стимулирует процессы клеточного обновления и регенерации, улучшая текстуру кожи, сокращая морщины, способствует синтезу коллагена и эластина, уменьшает пигментацию. Ретинол является ценным ингредиентом для уходовых средств, способным улучшить состояние кожи лица и помочь справиться с ее проблемами. Однако для достижения наилучших результатов необходимо соблюдать рекомендации по использованию продуктов с ретинолом и быть готовым к возможному временному раздражению кожи.

### ***Библиографический список***

1. Официальный сайт компании ATAMAN chemicals. Ретинол [Электронный ресурс]. URL: [https://www.atamanchemicals.com/retinol\\_u29891/](https://www.atamanchemicals.com/retinol_u29891/)
2. Лаборатория косметики «Аркадия». Метаболизм ретиноидов в клетке [Электронный ресурс]. URL: <https://arkadia.spb.ru/blog/metabolizm-retinoidov-v-kletke.html>
3. Szymanski L., Skopek R., Palusinska M., Schenk T., Stengel S., Lewicki S., Kraj L., Kaminski P., Zelent A.. Retinoic Acid and Its Derivatives in Skin. *Cells*. 2020, Vol. 9, No. 12. P. 2660–2674. DOI: 10.3390/cells9122660
4. Taihao Quan. Human Skin Aging and the Anti-Aging Properties of Retinol. *Biomolecules*. 2023, Vol. 13, No. 11. P. 1614–1630. DOI: 10.3390/biom13111614
5. Янчевская Д.И., Степычева Н.В. Оценка эффективности косметических средств с витамином А // *Инновационная наука*. 2021. № 12. С. 13–17.
6. Касихина Е.И., Колбина М.С. Ретинол в коррекции возрастных изменений кожи: обзор клинической эффективности и безопасности. *Клиническая дерматология и венерология*. 2014. Т. 12, № 6. С. 115–119.
7. Петрова С.Ю., Альбанова В.И., Ноздрин К.В., Гузев К.С. Основные эффекты воздействия ретинола пальмитата на структуры кожи и принципы его применения в дерматологической практике // *Вестник дерматологии и венерологии*. 2023. Т. 99. С. 6–17. DOI: <https://doi.org/10.25208/vdv1375>
8. Матушевская Е.В., Свирщевская Е.В. Современные возможности применения системных ретиноидов в дерматологической практике (обзор зарубежной литературы) // *Клиническая дерматология и венерология*. 2018. Т. 17, № 5. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.17116/klinderma.20181705118>

**СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ МЕМБРАН  
И ИХ АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА**  
**FREE RADICAL OXIDATION OF MEMBRANES  
AND THEIR ANTIOXIDANT PROTECTION**

**Б.С. Павловский**

Научный руководитель **Л.Б. Шадрина**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**B.S. Pavlovskiy**

Scientific adviser **L.B. Shadrina**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Перекисное окисление, свободные радикалы, альдегиды, метаболические процессы, атеросклероз, липопротеиды низкой плотности.

*В статье анализируются ключевые механизмы образования свободных радикалов, их функция, основные патологии, которые они вызывают, а также антиоксидантные системы организма человека.*

Peroxidation, free radicals, metabolic processes, atherosclerosis, low-density lipoproteins.

*The article analyzes the key mechanisms of free radical formation, their function, the main pathologies that they cause, as well as the antioxidant systems of the human body.*

**В** основе ведущих метаболических процессов человека лежат окислительно-восстановительные реакции. Среди них особую роль играют свободнорадикальные реакции, при которых в результате метаболических процессов образуются перекисные соединения. Инициатором образования таких соединений обычно являются свободные радикалы – молекулы или фрагменты молекул, имеющие в одном из атомов кислорода неспаренный электрон. Активные формы

кислорода чаще всего представлены супероксидным ( $O_2$ ) и гидроксипероксидным ( $HO_2$ ) радикалами [1].

Основными субстратами ПОЛ являются полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), самые многочисленные – линоленовая и арахидоновая, содержащие две и более двойные связи, разделенные *метиленовой группой* ( $-CH_2-$ ). Процесс образования продуктов ПОЛ в упрощенном виде можно представить следующим образом:

1. Под действием АФК происходит отщепление атома Н от метиленовой группы в составе структуры  $=CH-CH_2-CH=CH-$ .

2. Образование С-центрированного радикала ( $=CH-^*CH-CH=CH-$ ), перегруппировка и изомеризация системы двойных связей с образованием диенового конъюгата ( $-CH-CH=CH-CH^*-$ ).

3. Кислород присоединяется по атому углерода, несущему неспаренный электрон, с образованием пероксил радикала ( $R-OO$ ), который от наличия внешнего донора Н, превращается в гидроперекись ( $R-OOH$ ).

4. Дальнейшее окисление этих гидроперекисей ведет к расщеплению и образованию альдегидов и диальдегидов, фосфолипидов с укороченными окисленными остатками жирных кислот.

5. Реакционноспособные альдегиды способны взаимодействовать с белками, нуклеиновыми кислотами и липидами с образованием карбонильных производных.

6. Помимо ПНЖК, другим субстратом ПОЛ является *холестерин*, давая начало многочисленным оксопроизводным [2].

В норме умеренное образование свободных радикалов постоянно происходит в клетке. Свободные радикалы постоянно «атакуют» мембраны клеток (особенно «хвосты» фосфолипидов), что может нарушить их структуру



и функции [1]. Этому успешно противостоят антиоксидантные системы: экзогенная (препараты селена, витамины E, C) и эндогенная (ферменты каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза). Определенную антиоксидантную активность имеют SH-содержащие аминокислоты (цистеин, метионин), при этом тиольные группы выступают как конкурирующие с другими субстратами объекты окисления, не дающие свободных радикалов и фактически гасящие цепную реакцию свободнорадикального окисления. Благодаря способности тиольной группы к легкому окислению, цистеин выполняет защитную функцию при воздействии на организм веществ с высокой окислительной способностью. SH-содержащие соединения также способны пролонгировать продолжительность «жизни» молекулы NO [3–9]. Умеренной антиоксидантной активностью обладают женские половые гормоны (эстрадиол, эстрагон, эстриол), чем, вероятно, объясняется отсутствие атеросклероза у женщин в детородном возрасте [1]. Описана опосредованная антиоксидантная активность у мелатонина. Наибольшей эффективностью, отсутствием токсичности и минимальными побочными эффектами характеризуются препараты – производные 3-гидроксипиридина – эмоксипин (3-гидрокси-2-этил-6-метилпиридин), мексикор (этилметилгидрокси-пиридина сукцинат) [3].

Большая часть свободных радикалов генерируются фагоцитами, Т-лимфоцитами при воспалительных реакциях и выполняют защитную роль, лизируя патогенные микроорганизмы, мутировавшие (раковые) клетки. Свободнорадикальные процессы лежат в основе синтеза циклических и алифатических гидроперекисей, служащих интермедиаторами ферментативного синтеза простагландинов и лейкотриенов. Важнейшую физиологическую роль выполняет генерируемый в эндотелии сосудов монооксид азота NO

(эндотелий-зависимый релаксирующий фактор), обеспечивающий расслабление гладкой мускулатуры сосудистой стенки и регулирующий уровень артериального давления, коронарный и органнй кровоток, а также предотвращающий агрегацию тромбоцитов [1].

Среди наиболее изученных на сегодняшний день свободнорадикальных патологий являются атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония, в развитии которых большое значение приобретает неконтролируемая генерация пероксидов. Высокая концентрация пероксидов ускоряет дегенерацию NO с образованием *пероксинитрита* – крайне цитотоксичного соединения:  $O_2^{\cdot-} + NO \rightarrow ONOO^-$  [10].

В последнее время, говоря о механизмах атерогенеза, многие авторы придают большое значение перекисной модификации липопротеидов низкой плотности (ЛНП) – липидно-белковых комплексов, обеспечивающих транспорт холестерина в эндотелиальные клетки. У модифицированных липопротеидов низкой плотности замедляется катаболизм, что становится причиной развития дислипидемии (нарушение нормального соотношения липидов крови) [2].

Как было отмечено выше, сильным антиоксидантным эффектом обладают производные 3-гидроксипиридина. Рандомизированное плацебо-контролируемое исследование *мексикора* у больных с нестабильной стенокардией показало, что пероральное применение препарата в рекомендуемой дозе 6 мг/кг/сутки на фоне комплексной традиционной терапии антикоагулянтами, антиагрегантами и антиангинальными средствами, в сравнении с контрольной группой, значительно ускоряло стабилизацию стенокардии, снижало частоту и продолжительность периодов ишемии [1].

Таким образом, для предупреждения патологий сердечно-сосудистой системы необходимо включать в рацион

питания продукты, содержащие витамины, имеющие антиоксидантные свойства. Для эффективного лечения различных сердечно-сосудистых заболеваний необходимо добавлять к традиционной комплексной терапии препараты, имеющие выраженные антиоксидантные свойства.

### ***Библиографический список***

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 256 с.
2. Колесникова Л.И., Даренская М.А., Колесников С.И. Свободнорадикальное окисление: взгляд патофизиолога // Бюллетень сибирской медицины. 2017. № 16 (4). С. 16–29.
3. Биохимия: учебник для вузов / ред. Л.А. Данилова. СПб.: СпецЛит, 2020. 333 с.
4. Chen L., Liu Y., Zhang Y. et al. Superoxide dismutase ameliorates oxidative stress and regulates liver transcriptomics to provide therapeutic benefits in hepatic inflammation // PeerJ. 2023. Vol. 11. P. e15829.
5. Liu Y., Chen W., Li C. et al. DsbA-L interacting with catalase in peroxisome improves tubular oxidative damage in diabetic nephropathy // Redox. Biol. 2023. Vol. 66. P. 102855.
6. Shin S.K., Cho H.W., Song S.E. et al. Oxidative stress resulting from the removal of endogenous catalase induces obesity by promoting hyperplasia and hypertrophy of white adipocytes // Redox. Biol. 2020. Vol. 37. P. 101749.
7. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньшикова Е.Б. Окислительный стресс. М.: Наука, 2001. 342 с.
8. Биологическая химия: учебник / А.И. Глухов, Е.С. Северин, Т.Л. Алейникова, С.А. Силаева. 4-е изд., испр. и доп. М.: Медицинское информационное агентство, 2023. 504 с.
9. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия: учебник; ред. В.П. Комов. 4-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2023. 684 с.
10. Ланкин В.З., Тихазе А.К., Беленков Ю.Н. Свободнорадикальные процессы в норме и при патологических состояниях. М., 2001. 78 с.

**РОЛЬ АДФ-РИБОЦИКЛАЗЫ  
В ПАТОГЕНЕЗЕ ДЕПРЕССИИ:  
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**  
THE ROLE OF ADP-RIBOCYCLASE  
IN THE PATHOGENESIS OF DEPRESSION:  
LITERATURE REVIEW

**В.А. Паниюков**

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

**V.A. Panyukov**

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

CD38, АДФ-рибоциклаза, депрессия, нейровоспаление.

*В статье освещены ключевые аспекты, такие как роль АДФ-рибоциклазы в патогенезе нейровоспаления и депрессии. Предположен механизм возникновения депрессии на основе имеющихся данных.*

CD38, ADP-ribocyclase, depression, neuroinflammation.

*The article highlights such important aspects as the role of ADP-ribocyclase in the pathogenesis of neuroinflammation and depression. The mechanism of depression is hypothesized based on existing data.*

**П**родолжаются попытки обнаружить патогенетические причины психических болезней непосредственно в головном мозге. Было обнаружено, что наличие такого психического расстройства, как депрессия, коррелирует с экспрессией маркеров нейровоспаления (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-1 $\beta$ , IL-18) [1]. Нейровоспаление – специфический процесс нервной ткани, характеризующийся активацией микроглии и сложным нейрон-глиальным взаимодействием, заканчивающееся клеточной смертью. Выявлена потенциальная связь ферментов, использующих НАД<sup>+</sup> (поли(АДФ-рибозил)транс-

фераза 1, АДФ-рибозициклазы CD38/CD157 и других), в патогенезе таких тяжелых заболеваний, как рак, болезнь Альцгеймера, депрессия и других, что требует разработки новых аналитических инструментов, основанных на отслеживаемых суррогатах и синтетических аналогах НАД<sup>+</sup> [2].

АДФ-рибозициклазы (CD38/CD157) экспрессируются на поверхности иммунных клеток, а также клетках головного мозга мышей, крыс и человека. Физиологическая роль CD38 – катализ распада НАД<sup>+</sup> с образованием АДФ-рибозы и циклической АДФ-рибозы, последняя является универсальным мобилизатором кальция, который, в свою очередь, участвует в высвобождении нейромедиаторов нейронами и астроцитами. Усиление экспрессии данного фермента обнаруживается при процессах, связанных с нейродегенерацией, инсультом [3], поскольку он регулирует созревание астроцитов и микроглии [4]. Обнаружено увеличение экспрессии CD38 в головном мозге у животных с моделью депрессии [5]. Было показано, что угнетение нейровоспаления снижает проявления депрессивного поведения у модельных животных [6], а также в ткани головного мозга у животных с моделью депрессии [5]. Было показано: в экспериментах у модельных нокаутных по CD38 мышей резко снижается экспрессия провоспалительных цитокинов [3].

CD157 (также известен как антиген стромальных клеток костного мозга 1/ BST-1) представляет собой гликозилфосфатидилинозитол-заякоренную АДФ-рибозилциклазу, которая поддерживает выживание и функцию В-лимфоцитов и гемопоэтических или кишечных стволовых клеток. Так же как и CD38, CD157 – эктофермент, метаболизирующий НАД<sup>+</sup>, а также сигнальный рецептор на клеточной поверхности. BST-1/CD157 экспрессируется не только в периферических тканях, но и в центральной нервной системе. Существует ряд данных о роли данной молекулы в патогенезе невропсихических заболеваний, включая болезнь Паркинсона,

депрессивные расстройства, расстройства аутистического спектра, расстройства сна, «синдром беспокойных ног» [7; 8].

Так, известно, что CD157/BST1 является локусом риска при болезни Паркинсона (БП), однако мало что известно о функции CD157 в нервной системе и вкладе в прогрессирование БП. В проанализированном исследовании О.Л. Лопатиной и соавторов было показано, что нокаутные по CD157 мыши демонстрировали поведение, связанное с тревожностью и депрессией, в сравнении с мышами дикого типа, что корректировалось благодаря антипсихиатрическим препаратам и окситоцину. CD157 слабо экспрессировался в миндалине, в отличие от мышей дикого типа. Проанализированные результаты демонстрируют, что CD157 играет роль нейрорегулятора и предполагают потенциальную роль в премоторных симптомах болезни Паркинсона [7].

Интересна роль органоспецифических эндотелиальных клеток (ЭК) при хронической гипоперфузии головного мозга, что вызывает снижение когнитивных функций, депрессию, двигательную дисфункцию и даже острый ишемический инсульт. Сосудистые ЭК являются важной мишенью для лечения хронической церебральной гипоперфузии. Так, ЭК головного мозга, трансплантированные в модели хронической церебральной гипоперфузии мышей, показали превосходный проангиогенный потенциал, причем CD157-позитивные ЭК головного мозга показали больший пролиферативный потенциал на мышинной модели хронической церебральной гипоперфузии, чем CD157-негативные ЭК, что может предполагать потенциальную роль CD157 в реализации пролиферативного и ангиогенного потенциала клеток головного мозга в норме и при патологии [9].

Исходя из вышесказанного, мы предполагаем: нервно-психический стресс вызывает в головном мозге окислительный стресс и первичную альтерацию нейронов, дальнейший синтез провоспалительных цитокинов ведет к активации

микроглии и астроцитов, что приводит к повышенной экспрессии АДФ-рибоциклазы, повышению продукции циклической АДФ-рибозы, перегрузке кальцием, истощению серотонина в мозге и нарушению регуляции оси гипоталамус-гипофиз [10], что приводит к формированию депрессии.

*Теоретическое поисковое исследование выполнено при поддержке внутривузовского гранта КрасГМУ в рамках конкурса 2023 года (Панюков Владислав Андреевич, проект «Разработка метода коррекции поведения у мышей с вальпроатным аутизмом», приказ № 484 от 03.10.2023).*

#### **Библиографический список**

1. Won E., Na K.S., Kim Y.K. Associations between Melatonin, Neuroinflammation, and Brain Alterations in Depression // *Int. J. Mol. Sci.* 2021. Vol. 23 (1). P. 305.
2. Feldmann J., Li Y., Tor Y. Emissive Synthetic Cofactors: A Highly Responsive NAD<sup>+</sup> Analogue Reveals Biomolecular Recognition Features // *Chemistry*. 2019. Vol. 25 (17). P. 4379–4389.
3. Guerreiro S., Privat A.L., Bressac L., Toulorge D. CD38 in Neurodegeneration and Neuroinflammation // *Cells*. 2020. Vol. 9 (2). P. 471.
4. Roboon J., Hattori T., Ishii H. et al. Deletion of CD38 Suppresses Glial Activation and Neuroinflammation in a Mouse Model of Demyelination // *Front. Cell Neurosci.* 2019. Vol. 13. P. 258.
5. Zhang X., He T., Wu Z. et al. The role of CD38 in inflammation-induced depression-like behavior and the antidepressant effect of (R)-ketamine // *Brain Behav. Immun.* 2024. Vol. 115. P. 64–79.
6. Wang Y.L., Wu H.R., Zhang S.S. et al. Catalpol ameliorates depressive-like behaviors in CUMS mice via oxidative stress-mediated NLRP3 inflammasome and neuroinflammation // *Transl. Psychiatry*. 2021. Vol. 11 (1). P. 353.
7. Lopatina O., Yoshihara T., Nishimura T. et al. Anxiety- and depression-like behavior in mice lacking the CD157/BST1 gene, a risk factor for Parkinson's disease // *Front. Behav. Neurosci.* 2014. Vol. 8. P. 133.

8. Yokoyama S. Genetic polymorphisms of bone marrow stromal cell antigen-1 (BST-1/CD157): implications for immune/inflammatory dysfunction in neuropsychiatric disorders // Front. Immunol. 2023. Vol. 14. P. 1197265.
9. Matsui Y., Muramatsu F., Nakamura H. et al. Brain-derived endothelial cells are neuroprotective in a chronic cerebral hypoperfusion mouse model // Commun. Biol. 2024. Vol. 7 (1). P. 338.
10. Troubat R., Barone P., Leman S. et al. Neuroinflammation and depression: A review // Eur. J. Neurosci. 2021. Vol. 53 (1). P. 151–171.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЕЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ  
USE OF CHELATE COMPOUNDS  
IN PHARMACEUTICALS**

**Т.А. Паршин**

Научный руководитель **О.В. Сенкевич**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,*  
*г. Красноярск*

**T.A. Parhin**

Scientific adviser **O.V. Senkevich**  
*Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State*  
*Medical University, Krasnoyarsk*

Хелаты, БАД, комплексные соединения, биогенные металлы, хелатные комплексы, микроэлементозы.

*В работе анализируются возможности применения хелатных соединений в фармацевтических препаратах. Дается оценка хелатным формам макро- и микроэлементов по сравнению с их неорганическими формами по данным современных научных исследований. Анализируется ассортимент хелатных форм минералов, представленный в популярных онлайн-аптеках.*



Chelates, dietary supplements, complex compounds, biogenic metals, chelate complexes, microelementoses.

*The work analyzes the possibilities of using chelate compounds in pharmaceutical preparations. An assessment is made of the chelated forms of macro- and microelements in comparison with their inorganic forms according to modern scientific research. The assortment of chelated forms of minerals presented in popular online pharmacies is analyzed.*

**Х**елаты как соединения, имеющие свойства образовывать стабильные комплексы с различными металлами, используются в медицине и фармацевтике для доставки лекарственных веществ, улучшения их биодоступности и снижения токсичности. Хелатная форма минерала образуется в результате взаимодействия положительно заряженного иона металла с комплексообразующими органическими лигандами. В их качестве могут выступать пептиды, аминокислоты, пурины, макролиды, белки, порфирины. Для получения минеральных хелатов используются аминокислоты метионин, аргинин, лизин, аспарагиновая кислота, метионин. Хелатные минералы – это химические соединения, где минерал прочно связан с аминокислотой, служащей в качестве транспортирующего вещества. Таким образом происходит успешная доставка минерала в нужное место организма и его усвоение. Вместе с тем данные многих исследований показывают, что дефицит потребления микронутриентов (макро-, микроэлементов и витаминов) повышает риск развития ряда заболеваний и усугубляет течение уже имеющихся [1].

Хелатная форма признана самой биодоступной, так как имеет сходство с биологически активными веществами [2]. К преимуществам хелатных форм минералов относятся их следующие ценные качества: металлы приобретают биологическую активность, которой не имеют в свободном состоянии; повышении их биодоступности в 3–4 раза, повышении всасываемости в кишечнике в 2 раза, а также

в повышении их защищенности от ингибиторов абсорбции в 2–3 раза [1–5]; устойчивы при любой кислотности среды и воздействии микроорганизмов; имеют меньшую токсичность по сравнению с другими формами химических соединений; полностью подготовлены к усвоению организмом без предварительных биохимических превращений. Без образования хелатов не обходятся биохимические процессы: фотосинтез, доставка кислорода кровью, доставка ионов через мембрану клеток и даже процессы сокращения мышц. Хелатные соединения используются не только для доставки полезных веществ в организм, но и в хелатной терапии – для связывания и удаления тяжелых металлов [6].

Проанализирован ассортимент хелатных форм минералов, представленных в популярных онлайн-аптеках. Выявлены в наличии бисглицинаты цинка, магния, кальция, меди, железа; комплексы от Эвалар, Солгар.

Таким образом, в профилактике микроэлементозов особое значение представляют хелатные соединения биогенных микроэлементов с органическими лигандами, представляющими собой аминокислоты. Они обеспечивают высокую биодоступность и усвояемость минералов, значительно повышают уровень их безопасности при применении.

#### ***Библиографический список***

1. Воронов Г.Г. Хелатные формы минералов – шаг в будущее... // Рецепт. 2020. Т. 23, № 1. С. 131–145.
2. Янковская Л.В. Риск развития и возможности коррекции ряда заболеваний при дефиците микроэлементов: акцент на магний и калий // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2015. № 6. С. 23–36.
3. Викторова Е.П., Боковикова Т.Н., Лисовая Е.В. Актуальность создания хелатных комплексов биогенных металлов и фосфолипидов для обогащения продуктов питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 2. С. 46–50.

4. Погожева А.В., Коденцова В.М., Шарифетдинов Х.Х. Роль магния и калия в профилактическом и лечебном питании // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 5 (543). С. 29–42.
5. Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Люблинский С.Л. и др. Роль микроэлементов в спортивном питании и безопасность металлохелатов // Биомедицина. 2013. № 2. С. 12–41.
6. Li Y., Li B., Chen L. et al. Chelating decorporation agents for internal contamination by actinides: Designs, mechanisms, and advances // J. Inorg. Biochem. 2023. Vol. 238. P. 112034.

## **БИОХИМИЯ ЖИРОВОЙ ТКАНИ** **BIOCHEMISTRY OF ADIPOSE TISSUE**

**А.О. Савяк**

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

**A.O. Savyak**

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

Жиры, триацилглицеролы, адипоциты, адипоцитокины, липиды, ожирение, виды жировой ткани, ЗОЖ.

*В работе анализируются виды жировой ткани и биохимические процессы, протекающие в них. Рассматриваются пути чрезмерного накопления липидов, последствия, к которым это может привести, и методы профилактики. Цель исследования – изучить биохимические процессы в жировой ткани.*

Fats, triacylglycerols, adipocytes, adipocytokines, lipids, obesity, types of adipose tissue, healthy lifestyle.

*The paper analyzes the types of adipose tissue and the biochemical processes occurring in them. The ways of excessive accumulation of lipids, the consequences this can lead to and methods of prevention are considered. The purpose of the study is to study the biochemical processes in adipose tissue.*

У здорового человека процессы синтеза и расщепления жиров жировой ткани идут с равными скоростями. Потребление высококалорийной пищи и малоактивный образ жизни способны нарушить этот баланс. По данным ВОЗ, смертность от болезней, ассоциированных с ожирением, занимает на сегодняшний день лидирующее положение.

Жиры в организме находятся в основном в форме триацилглицеролов. Триацилглицеролы служат формой депонирования энергии, а также выполняют функцию механической и теплоизоляционной защиты организма. Триацилглицеролы – соединения ацил-КоА и глицерол-3-фосфата. Глицерол-3-фосфат синтезируется в организме из глицерина или из диоксиацетон-фосфата. После синтеза глицерол-3-фосфата к нему присоединяются активированные жирные кислоты и образуется триацилглицерол, который накапливается в жировой ткани в специализированных клетках адипоцитах [1]. Помимо хранения жиров «на потом», жировая ткань обладает многими важными функциями, в зависимости от того, какими видами адипоцитов она представлена (рис.), в том числе – способностью синтезировать биологически активные гормоноподобные вещества – адипокины (адипоцитокины).

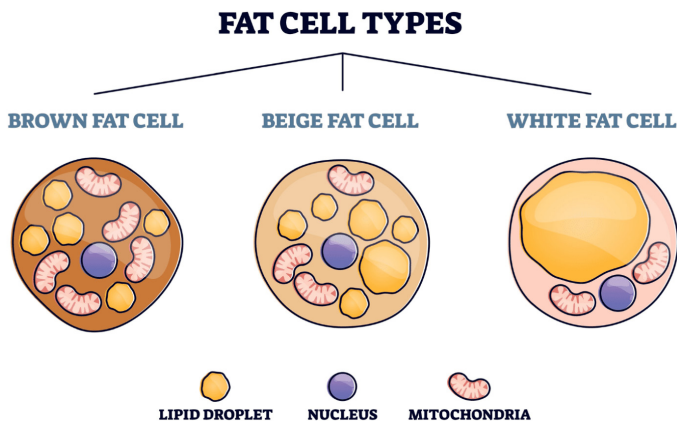


Рис. Виды адипоцитов. Источник: <https://ketogenic.com/>

Одним из наиболее важных химических соединений данной группы является лептин – «гормон голода». Повышение концентрации лептина в крови приводит к снижению чувства голода. При ожирении восприимчивость организма к данному гормону резко снижается, то есть развивается резистентность к лептину. Функционально важным адипоцитокинном является резистин – гормон, снижающий чувствительность тканей к действию инсулина. Гиперпродукция резистина жировой тканью приводит к развитию инсулинорезистентности, лежащей в основе сахарного диабета 2 типа, и дальнейшей прогрессии ожирения. Противоположным эффектом обладает адипонектин – гормон, усиливающий чувствительность клеток организма к инсулину. Увеличение объема жировой ткани ведет к снижению продукции адипонектина, следовательно, к тому же негативному эффекту – инсулинорезистентности [2]. Как известно, инсулинорезистентность – прямой путь к сахарному диабету [3].

Индивидуальные особенности обмена липидов, как и остальные процессы в организме, являются генетически детерминированными. Суммируя изложенное, следует констатировать, что отложение жира в подкожной и висцеральной клетчатке является физиологическим процессом, направленным на создание энергетических резервов организма. Отсутствие механизма контроля накопления жиров создает условия для неограниченного депонирования триацилглицеролов. Превышение энергетических потребностей организма их поступлением с пищей является наиболее частой причиной избыточного накопления липидов и первичного ожирения [4–6].

Для того чтобы предотвратить ожирение, необходимо следить за питанием, а именно за количеством калорий, потреблять меньше простых углеводов и высококалорийных продуктов (соусов, жареных продуктов), заниматься спортом и больше времени проводить на свежем воздухе. Более

того, по мнению белорусских ученых (Мяделец и др.), изучавших взаимодействие белой и бурой жировой ткани, имеется прямая взаимосвязь между физической и мозговой активностью [7]. В исследовании показано, что физические упражнения и холодовые воздействия ведут к образованию в мышцах ирисина, который превращает белую жировую ткань в бурую, в которой жиры быстрее расщепляются, что способствует уменьшению массы тела, следовательно, предотвращению ожирения.

Таким образом, обмен липидов – очень сложный биохимический процесс. В настоящее время не вызывает сомнений, что ожирение – заболевание с высоким риском для здоровья.

#### ***Библиографический список***

1. Романцова Т.И. Жировая ткань: цвета, депо и функции // Ожирение и метаболизм. 2021. № 18 (3). С. 282–301.
2. Маркова Т.Н., Мищенко Н.К., Петина Д.В. Адипоцитокины: современный взгляд на дефиницию, классификацию и роль в организме // Проблемы эндокринологии. 2022. № 68 (1). С. 73–80.
3. Резник Н.Л. Ожирение, деменция и кетогены // Химия и жизнь. 2022. № 9. С. 21–25.
4. Пресс-конференция «Ожирение – глобальная проблема XXI века» // Эндокринология. Новости. Мнения. Обучение. 2023. Т. 12, № 1 (42). С. 18–19.
5. Горохов А.Д., Евтеев А.В. Проблема ожирения населения в России и возможные способы решения проблемы // Студенческий вестник. 2021. № 19-2 (164). С. 47–50.
6. Биохимия и патобиохимия липидного обмена: учебное пособие / Н.А. Малиновская, Л.В. Труфанова, Г.Е. Герцог и др. Красноярск: тип. КрасГМУ, 2023. 64 с.
7. Мяделец О.Д., Мяделец В.О., Соболевская И.С., Кичигина Т.Н. Белая и бурая жировые ткани: взаимодействие со скелетной мышечной тканью // Вестник ВГМУ. 2014. Т. 13, № 5. С. 32–44.

**ГЕМОГЛОБИНОВЫЙ БУФЕР  
В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА**  
THE HEMOGLOBIN BUFFER IN THE HUMAN BODY

**Е.Р. Чугунова**

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

**E.R. Chugunova**

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

Гемоглобин, гем, оксигемоглобин, дезоксигемоглобин, гемоглобиновый буфер, кислотно-основное состояние, ацидоз, алкалоз.

*В статье рассматривается строение, формы и функции гемоглобина, гемоглобиновый буфер, нарушения кислотно-основного состояния (ацидоз, алкалоз). Проведенный анализ научной литературы показал, что гемоглобин в организме человека выполняет не только транспортную функцию, участвуя в переносе дыхательных газов, но и является важным буфером для регуляции кислотно-основного состояния.*

Hemoglobin, heme, oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin, hemoglobin buffer, acid-base state, acidosis, alkalosis.

*The article discusses the structure, forms and functions of hemoglobin, hemoglobin buffer, disorders of the acid-base state (acidosis, alkalosis). The analysis of scientific literature has shown that hemoglobin in the human body performs not only a transport function, participating in the transfer of respiratory gases, but also is an important buffer for the regulation of acid-base state.*

**Ж**изнь зависит от постоянной доставки к клеткам тканей и органов кислорода из атмосферного воздуха. Перенос кислорода обеспечивает сложный железосодержащий белок, называемый гемоглобин (от др.-греч. αἷμα «кровь» + лат. *globus* «шар») [1]. Все среды нашего организма имеют

определенное значение водородного показателя. Постоянство рН внутренних систем организма является залогом его нормальной жизнедеятельности [2]. Цель теоретического исследования – выяснить строение и функции гемоглобина и его роль в поддержании кислотно-основного состояния.

Гемоглобин (Hb) относится к сложным белкам – хромопротеидам, состоит из белковой и небелковой частей. Белковая часть представлена четырьмя полипептидными цепями (2 $\alpha$  и 2 $\beta$  или 2 $\alpha$  и 2 $\delta$ ) и связана с небелковой частью – гемом [3]. Гем (разновидность кофакторов) включает в себя порфириновое кольцо (состоит из 4 пиррольных колец) и иона Fe<sup>2+</sup> [4]. Белковая часть Hb характеризуется высоким содержанием остатков гистидина, что придает ему значительную буферную емкость при рН $\approx$ 7. Синтез белковой части Hb происходит на самой ранней стадии эритропоэза, тогда как синтез гема и соединение его с глобином осуществляется на более поздних его этапах [5].

При нормальном функционировании организма гемоглобин может находиться в одной из 3-х форм: оксигемоглобин – HbO<sub>2</sub>, дезоксигемоглобин – HbH) и метгемоглобин. Период антенатального онтогенеза характеризуется последовательным изменением активности генов, кодирующих синтез различных цепей гемоглобина, что приводит к характерному изменению гемоглобинового профиля на разных стадиях эмбрио- и фетогенеза [6]. Физиологические виды гемоглобина: примитивный – HbP, фетальный – HbF, взрослый – HbA [7]. Изменение соотношения типов гемоглобина в клинической практике используют для диагностики различных патологических состояний. Так, уменьшенные уровни HbF при рождении обнаружены у новорожденных с трисомией 21 хромосомы [8].

Основная функция гемоглобина – перенос кислорода. Также гемоглобин поддерживает постоянство рН, входя в состав гемоглобиновой буферной системы HНbO<sub>2</sub>/HНb,



и имеет антитоксические функции – связывает цианиды, образуя цианметгемоглобин и монооксид углерода, образуя карбоксигемоглобин [3]. Эритроциты могут обеспечить антиоксидантную защиту, способную быстро реагировать – показана роль гемоглобина в кислород-зависимой модуляции уровня глутатиона. Так, увеличение внутриэритроцитарно восстановленного глутатиона во время дезоксигенации способствует детоксикации экзогенных оксидантов, высвобождаемых в кровотоке из гипоксических периферических тканей [9]. Одной из самых жестких физиологических констант организма является рН крови. Небольшие отклонения этой величины в ту или иную сторону вызывают значительные изменения в жизнедеятельности всего организма. К ним относятся: ацидоз – нарушение кислотно-основного состояния (КОС), при котором в крови наблюдается абсолютное или относительное повышение  $[H^+]$  и уменьшение рН ниже нормы ( $pH < 7,35$ ), и алкалоз – нарушение КОС, характеризующееся относительным или абсолютным избытком в организме оснований ( $pH > 7,45$ ). Длительное смещение рН крови на 0,2 вызывает коматозное состояние, на 0,3 единицы приводит к смерти. Буферные системы начинают действовать сразу же при увеличении или снижении  $[H^+]$ , а, следовательно, представляют собой первую мобильную и действенную систему компенсации сдвигов рН [10].

Гемоглобин-оксигемоглобиновая буферная система обладает наибольшим буферным действием среди белковых буферных систем, которую можно представить в виде равновесия  $HbO_2 \leftrightarrow Hb$ . Кислотные свойства гемоглобина (Hb) выражены меньше, чем у оксигемоглобина ( $HbO_2$ ). При повышенной кислотности эффективность связывания кислорода гемоглобином снижается. Поэтому оксигемоглобин освобождает кислород (уходящий в ткани) и дает более слабую кислоту – гемоглобин, в результате чего повышение концентрации  $H^+$  значительно нейтрализуется.

Таким образом, гемоглобин выполняет функцию щелочи, препятствуя ее закислению:  $\text{HbO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Hb} + \text{O}_2$  (в большом круге кровообращения). Напротив, в легких гемоглобин ведет себя как кислота, предотвращая защелачивание крови после выделения углекислоты. Соответственно, в малом круге кровообращения происходит:  $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HbO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . Роль системы  $\text{HbO}_2 \leftrightarrow \text{Hb}$  как буфера заключается в том, что она усиливает действие других буферов крови, может взаимодействовать с гидрокарбонатной системой – главным щелочным резервом крови [2].

Таким образом, гемоглобиновая буферная система крови играет значительную роль сразу в нескольких физиологических процессах: дыхании, транспорте кислорода в ткани и в поддержании постоянства pH внутри эритроцитов, а в конечном итоге – в крови.

#### ***Библиографический список***

1. Липунова Е.А., Скоркина М.Ю. Система красной крови: Сравнительная физиология: монография. Белгород: БелГУ, 2004. 216 с.
2. Мга Д.В., Филиппович Л.А. Буферные системы в организме человека // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения: материалы XIX внутривузовской науч-практ. конф. Кемерово, 2020. С. 375–378.
3. Биохимия: уч. для вузов / под ред. Л.А. Даниловой. СПб.: Спец. лит, 2020. 333 с.
4. Ершов Ю.А. Биохимия. М.: Юрайт, 2017. 360 с.
5. Кривенцев Ю.А., Бисалиева Р.А., Носков А.И. Гемоглобины человека // Вестник АГТУ. 2007. № 6 (41). С. 34–41.
6. Maier R.F., Gunther A., Vogel M. et al. Umbilical venous erythropoietin and umbilical pH in relation to morphologic placental abnormalities // Obstet. Gynecol. 1994. Vol. 84. P. 81–87.
7. Сергунова В.А., Манченко Е.А., Гудкова О.Е. Гемоглобин: модификации, кристаллизация, полимеризация (обзор) // Общая реаниматология. 2016. Вып. 12, № 6. С. 49–63.

8. Eckardt K.U. The ontogeny of the biological role and production of erythropoietin // J. Perinatal Med. 1995. Vol. 23 (1–2). P. 19–29.
9. Fenk S., Melnikova E.V., Anashkina A.A. et al. Hemoglobin is an oxygen-dependent glutathione buffer adapting the intracellular reduced glutathione levels to oxygen availability // Redox. Biol. 2022. Vol. 58. P. 102535.
10. Литвицкий П.Ф. Нарушения кислотно-основного состояния // Вопросы современной педиатрии. 2011. Т. 10, № 1. С. 83–92.

**СУЛЬФАНИЛАМИДНЫЕ ПРЕПАРАТЫ.  
СИНТЕЗ 4-АМИНОБЕНЗОЛСУЛЬФОНАМИДА  
SULFONAMIDE PREPARATIONS.  
SYNTHESIS OF 4-AMINOBENZENESULFONAMIDE**

**Т.К. Якубовская**

Научные руководители: **А.А. Веригина, А.С. Хомченко**  
*ФГБОУ ВО «НГПУ», г. Новосибирск*

**T.K. Yakubovskaya**

Scientific advisers: **A.A. Verigina, A.S. Khomchenko**  
*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk*

Сульфаниламидные препараты, антибактериальное средство, 4-аминобензолсульфонамид, лекарственный препарат, нуклеофильное замещение.

*В работе рассмотрен подход к получению сульфаниламидных препаратов на примере 4-аминобензолсульфонамида (стрептоцида), синтез которого впоследствии был осуществлен на практике.*

Sulfonamide preparations, antibacterial agent, 4-aminobenzenesulfonamide, drug, nucleophilic substitution.

*The paper considers an approach to the preparation of sulfonamide preparations using the example of 4-aminobenzenesulfonamide (streptocide), the synthesis of which was subsequently carried out in practice.*

Сульфаниламидные препараты – это класс антибиотиков, которые были первыми антибактериальными средствами, успешно применявшимися в медицине для лечения инфекционных заболеваний, вызванных различными видами бактерий [1].

С годами сульфаниламидные препараты становятся все менее эффективными из-за высокой приспособляемости микроорганизмов и активного вытеснения их с рынка продаж антибиотиками пенициллинового ряда. Но это никак не влияет на спрос их применения как основного лекарственного препарата, так и в составе комплексной терапии. Поэтому получение сульфаниламидных препаратов становится весьма актуальной задачей.

На кафедре химии ФГБОУ ВО «НГПУ» непрерывно ведется синтез и изучение свойств ранее неизвестных соединений, обладающих полезными свойствами. Поэтому цель нашей работы – изучение подхода к получению сульфаниламидных препаратов на примере 4-аминобензолсульфонамида (стрептоцида), который обладает биологической активностью.

Существуют различные варианты получения стрептоцида, а, соответственно, и получения сульфаниламидных препаратов в целом [2]. Наиболее предпочтительным считается синтез, предложенный О.Ю. Магидсоном и М.В. Рубцовым, в котором исходным веществом считается ацетаниlid. Данный вариант синтеза сульфаниламида является наиболее рациональным и экономичным [3].

Синтез заявленного продукта осуществляли через четыре последовательные стадии.

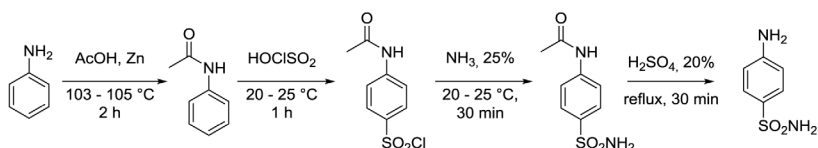


Схема синтеза 4-аминобензолсульфонамида

На первой стадии синтеза производили защиту первичной ароматической аминогруппы путем реакции ацилирования с участием уксусной кислоты. Полученный ацетанилид подвергался сульфохлорированию без выделения промежуточного продукта, за которым последовал процесс нуклеофильного замещения хлора с применением 25 % аммиака. Синтезированное соединение выделяли и подвергали кислотному гидролизу для удаления защитной группы.

В ходе работы был синтезирован 4-аминобензолсульфонамид (стрептоцид) с выходом продукта 38 %. Идентификация соединения осуществлялась путем определения температуры плавления, соответствующей значениям, представленным в литературных источниках. Выход целевого продукта оказался недостаточным, что требует дальнейшей оптимизации данного подхода к получению сульфаниламидных препаратов. Методика синтеза 4-аминобензолсульфонамида может быть взята за основу для получения сульфаниламидов различного строения.

#### ***Библиографический список***

1. Падейская Е.Н., Полухина Л.М. Новые сульфаниламидные препараты длительного действия для лечения инфекционных заболеваний. М.: Медицина, 1974. С. 136.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства: пособие для врачей. 16-е изд., перераб., испр. и доп. М.: Новая волна, 2012. 1216 с.
3. Руководство к лабораторным занятиям по фармацевтической химии / под ред. А.П. Арзамасцева. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Медицина, 1995. 320 с.

---

## III СЕКЦИЯ. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ USE OF ICT IN THE EDUCATIONAL PROCESS

**А.А. Атаманчук**  
*МБОУ «Гимназия № 16», г. Красноярск*  
**A.A. Atamanchuk**  
*MBOU Gymnasium № 16, Krasnoyarsk*

ИКТ, формы ИКТ, процесс обучения, химия.

*В статье анализируются некоторые приемы использования ИКТ в образовательном процессе. Приведены недостатки и достоинства использования различных форм применения информационных технологий на уроках химии.*

ICT, forms of ICT, learning process, chemistry.

*The article analyzes some techniques for using ICT in the educational process. The disadvantages and advantages of using various forms of application of information technologies in chemistry lessons are given.*

Традиционно считается, что под современными информационными технологиями понимают, прежде всего, использование интернета для поиска информации и работе с ней. Применение всевозможных электронных учебников, справочников, энциклопедий и репетиторов, авторские дидактические электронные продукты учителей (презентации, электронные таблицы, флэш-ролики и т.п. к уроку или группе уроков). Очевидно, что эти формы информационных технологий имеют свои объективные ограничения.

Так, широкое обращение к интернету на уроке ограничено возможностью его пользования. В самом идеальном случае это накладывает на учителя дополнительную обязанность по контролю над эффективностью внедрения его на уроке учениками. Это ограничение приводит к тому, что работа ученика в интернете по поиску, обработке и переработке полученной учебной информации переходит из стен школы в его дом.

Другой формой интеграции информационных технологий является внедрение учителем разнообразных готовых электронных учебников, справочников, энциклопедий и репетиторов в свою деятельность. Очевидно, что такая форма обучения является перспективной, так как в идеале позволяет «оживить» урок, сделать его более интересным и познавательным для ученика. Конечно, компьютер не может, да и не должен полностью заменять реальный химический эксперимент на уроках и работу учащихся с приборами «в живую». Никакая красивая картинка на экране монитора не заменит химический эксперимент, произведенный своими руками.

Поэтому и эта форма имеет свои минусы. Прежде всего, это несоответствие между содержанием электронного учебника и планированием урока. В этом случае учителю приходится заранее знакомиться с материалом электронного учебника и выбирать из него необходимый материал. На самом уроке учителю приходится тратить время на неоднократное повторение классу, где искать тот или иной материал, а также помогать ученику найти его.

Последней из рассматриваемых форм является авторская разработка различных электронных дидактических пособий. По своему содержанию такая форма близка к идеальной, так как, во-первых, не ограничивает творчество учителя, а во-вторых, позволяет максимально приблизить дидактическую разработку к содержанию конкретного урока. Эта форма может быть использована учителем при условии владения

им компьютерными технологиями. Единственным, но существенным, ограничением здесь является желание самого учителя потратить свое личное время на такую разработку [1].

Компьютерные презентации – эффективный метод представления и изучения любого материала. При оформлении материала в графиках, картинках, таблицах, тезисах, виртуальных моделях включаются механизмы не только звуковой, но и зрительной и ассоциативной памяти. Возможность вставлять в презентацию любые объекты делает ее особенно привлекательной при изучении сложных тем, если необходимо показать модели (молекулы, строение атома, строение кристаллических решеток), процессы (механизмы реакций, ход реакций, растворение веществ, явление гибридизации и т.д.). Компьютерные презентации на уроках позволяют сделать преподавание химии содержательнее, интереснее, эмоциональнее, нагляднее, эффективнее. Презентация органично вписывается в структуру урока, сопровождая лекцию. Применение слайд-фильмов (Power Point) во время лекций обеспечивает динамичность, наглядность, более высокий уровень и объем информации по сравнению с традиционными методами. При подготовке слайд-фильма к уроку можно обращаться к электронным учебникам, информации сети интернет. На слайдах размещают необходимые формулы, уравнения реакций, схемы химических опытов в соответствии с последовательностью изучения материала на уроке. В целях своевременного устранения пробелов в знаниях и закрепления наиболее важных вопросов темы на последнем слайде помещают контрольные вопросы. Их учитель предлагает по завершении лекции. Если учащиеся не могут ответить на какой-либо вопрос, то учитель, используя специальную управляющую кнопку с гиперссылкой, возвращает тот слайд, где есть сведения для правильного ответа. Таким образом, осуществляется повторение материала, оказавшегося трудным для школьников. Применяя слайд-фильмы,



можно реализовать дифференцированный подход в работе с классом. Так, слайды, подготовленные к уроку в более сильном классе и содержащие гораздо более сложный, чем обычно, материал, в слабом классе можно пропустить [2].

Итак, использование компьютерных технологий на уроках химии дало возможность:

- индивидуализировать и дифференцировать процесс обучения за счет возможности изучения с индивидуальной скоростью усвоения материала;

- визуализировать учебную информацию с помощью наглядного представления на экране данного процесса, зачастую скрытого в реальном мире;

- проводить лабораторные работы в условиях имитации в компьютерной программе реального химического эксперимента;

- организовать управление учебной деятельностью и контроль за результатами усвоения учебного материала;

- наладить межпредметную связь между химией и информатикой.

Задействование компьютера на уроках позволяет учителю общаться с учащимися на современном технологическом уровне, сделать урок более привлекательным, эмоциональным и эффективным, пробудить интерес к учению. Уроки, проведенные с компьютерными технологиями, надолго запоминаются учащимся, облегчают проведение занятий, они интересны и современны.

Применять компьютер на уроках необходимо не в место, а наряду с другими современными технологиями.

#### ***Библиографический список***

1. Дендебер С.В., Ключникова О.В. Современные технологии в процессе преподавания химии. М.: 5 за знания, 2007. С 109.
2. Мирзарахимов А.А. Использование ИКТ на уроках химии для развития интеллектуальных способностей учащихся // Экономика и социум. 2007. № 1. С. 116.

**ЦИФРОВАЯ ИНТЕРАКТИВНОСТЬ  
В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ**  
DIGITAL TECHNOLOGIES  
IN CHEMICAL EDUCATION

**Т.К. Багавиева**

Научный руководитель **Г.С. Качалова**  
*НГПУ, г. Новосибирск*

**T.K. Bagavieva**

Scientific adviser **G.S. Kachalova**  
*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk*

Химия, приложения, игра, учащиеся, проверка знаний, виртуальная лаборатория, мотивация.

*В данной работе представлено закрепление и усвоение химических знаний с помощью игровых приложений для Андроид-устройств, которые способствуют формированию мотивации к изучению предмета.*

Chemistry, applications, game, students, knowledge testing, virtual laboratory, motivation.

*This work presents the consolidation and assimilation of chemical knowledge using applications for mobile devices. This motivates you to study the subject.*

Учитывая, что обучающиеся с раннего возраста проявляют интерес к новшествам информационной индустрии, весьма востребовано изучение основных характеристик и методических приемов информационно-коммуникационных технологий с целью включения их в учебный процесс по химии. Использование мобильных технологий в учебных целях, благодаря которым увеличивается скорость восприятия, понимания и усвоения знаний обучающимися, повышает эффективность образовательного процесса.

Один из видов телефонной зависимости у детей – игровая, обозначающая особое пристрастие к компьютерным и мобильным играм. Вследствие этого важно объяснить


и показать ребенку возможности всех мобильных устройств не только в развлекаемых целях, но в первую очередь указать на пользу мобильных «гаджетов» в учебных целях, используя познавательные, развивающие и закрепляющие знания приложения [1].

Используя в образовательных целях любознательность и высокий интерес обучающихся к электронным устройствам, необходимо научить их применять ресурсы интернета и мобильной связи приоритетно для получения полезной информации и решения учебных задач. Это особенно актуально по причине снижения интереса обучающихся к естественным наукам, в том числе к химическим дисциплинам, что стало одной из проблем современного школьного химического образования. Актуальным решением на современном этапе развития образования является применение инновационного подхода в учебном процессе через использование игровых технологий.

Проведем небольшой обзор химических игр для закрепления и получения новых знаний, которые бесплатны и всегда доступны для скачивания в магазине приложений (таблица).




Таблица

### Мобильные приложения-игры по химии

Название приложения	Краткое описание	Эмблема в магазине приложений
1	2	3
<i>Приложения-викторины</i>		
Викторина «Химическая таблица Менделеева»	Интересное и увлекательное изучение периодической таблицы Д.И. Менделеева. Отличный инструмент для обучающихся, преподавателей, а также всех, кто заинтересован химией	

Продолжение табл.

1	2	3
Викторина по периодической таблице	Изучение химических элементов и их местоположения в таблице Д.И. Менделеева. При запуске приложения доступно несколько игр: вопросы по таблице, множественный выбор, ввод текста	
<i>Приложения-справочники</i>		
Химия. Приложение в виде справочника	Подробная информация по химическим уравнениям в молекулярной, полной ионной и сокращенной ионной форме, а также условия проведения реакций. В приложении содержится большая база уравнений реакций по неорганической и органической химии	
Элементы. Периодическая таблица	Приложение предназначено для запоминания названий и обозначений химических элементов. Содержит различные задания и небольшой материал по изучению символов и названий химических элементов	
Химические вещества. Химия органическая и неорганическая	Расширенная версия и схожая по оформлению и содержанию с приложением «Элементы. Периодическая таблица». Предназначено для запоминания названий и формул химических веществ в виде тестовых упражнений	
<i>Приложения с банком тестовых заданий</i>		
Химия для начинающих	Приведены тестовые задания по темам, включающие 5 вопросов, выполнение которых ограничено по времени	
Формулы по химии с тестом	Присутствуют отдельные разделы по химии, содержащие по одному тестовому заданию, временные рамки которых неограниченны	

1	2	3
<i>Приложения-виртуальные лаборатории</i>		
Chemistry Lab	Изучение в игровой форме количественного и качественного состава неорганических соединений, с переходами с одного уровня к другому, которые ограничены по времени выполнения и постепенно усложняются	
Химическая лаборатория	Проведение химических реакций и их визуальное наблюдение. После реакции программа показывает уравнения в молекулярном виде	
Unreal Chemist	Предназначено для моделирования широкого спектра химических лабораторных экспериментов. Наблюдение реалистичных визуальных эффектов и точных изображений химических веществ и химических реакций	

Анализируя различные мобильные магазины приложений, можно сделать вывод, что это далеко не весь список химических игр. С каждым днем их список становится только больше, а уже созданные регулярно обновляются, исправляя как химические, так и технические ошибки. С учетом того, что большинство учащихся уже привыкли к мобильным играм, – такие приложения являются хорошей заменой развлекательных игр на образовательные, но в той же занимательной форме.

Применение игровых технологий с использованием мобильных приложений позволяет не только заинтересовать обучающихся в изучении химии, но и способствует активному усвоению знаний и умений, учит собирать и анализировать информацию, повышает самооценку учащихся.

#### ***Библиографический список***

1. Качалова Г.С., Багавиева Т.К. Информационно-коммуникационные технологии в химическом образовании // Сибирский учитель. 2023. № 5 (150). С. 95–102.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПОЛИКУЛЬТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ**  
CURRENT ISSUES MULTICULTURAL EDUCATION  
OF FUTURE TEACHERS

**Е.А. Биркун**

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

**E.A. Birkun**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Поликультурное образование, гражданская идентичность, межкультурный диалог, педагогика отношений, толерантность.

*Статья содержит информацию о реализации идей поликультурного образования в системы высшего педагогического образования, описание проблем профессиональной подготовки будущих учителей. Приведены примеры практического опыта развития поликультурной компетенции будущих специалистов в области образования.*

Multicultural education; civic identity; intercultural dialogue; pedagogy of relations tolerance

*The article contains information on the implementation of the ideas of multicultural education in the system of higher pedagogical education, a description of the problems of professional training of future teachers. Examples of practical experience in the development of multicultural competence of future specialists in the field of education.*

*Только единением, дружелюбием и справедливым утверждением истинных ценностей можно строить во благо, в улучшение жизни.*

Н.К. Рерих

**П**оликультурное образование – это образовательная система, которая формирует содержание обучения и воспитания в соответствии со структурой российской идентичности, целями трансляции этнокультурного наследия

и национальных культур народов России в контексте российской и мировой цивилизации [1].

Понятие «поликультурное образование» понимается как построение образования на принципе культурного плюрализма, признании паритета и правового равенства всех национальных и субкультурных групп, составляющих общество, на недопустимости дискриминации людей по национальной или религиозной принадлежности, пола или возраста [2].

Поликультурное образование – это «концепция и практика воспитания и обучения, направленная на установление благоприятных отношений между представителями различных культур, содействует усвоению знаний об иных культурах, рассматривает культурное многообразие как позитивное условие педагогической деятельности; гарантирует равные образовательные возможности представителям всех культурных групп» [3, с. 251–252].

Концепция поликультурного образования и воспитания реализуется в системе общего и профессионального образования.

Образовательные программы некоторых педагогических специальностей содержат специальные дисциплины по изучению методологии и практики поликультурного образования. Однако и другие дисциплины обладают достаточными содержательными и методическими ресурсами для поликультурного образования студентов.

Поликультурное образование будущих педагогов включает несколько содержательных компонентов: гражданская самоидентификация, развитие толерантного сознания, освоение практик межкультурного диалога.

Осознание себя российским гражданином предусматривает всестороннее изучение культуры своего собственного народа, знание родного языка, истории страны, судьбы поколений и значимых личностей в различных сферах жизни общества. Изучение науки включает знакомство

с деятельностью ученых. Сущность научных открытий невозможно понять без рассмотрения предпосылок и социальных условий деятельности ученого.

Знакомство с жизнью, научной деятельностью и общественной позицией М.В. Ломоносова помогает понять сложные времена становления русской науки, вклад ученого в открытие первого российского университета, инициирование важных исследований в астрономии, физике, минералогии, организацию в стране важных химических производств.

Изучение биографии и научных достижений Д.И. Менделеева направлено на понимание особого характера, беспредельной увлеченности наукой и истинного патриотизма ученого, педагога и гражданина.

Для студентов педагогических специальностей интересен преподавательский опыт ученых, их отношение к студентам, характер взаимодействия с коллегами и чиновниками.

Кроме традиционных лекций, презентаций и устных сообщений, на практических занятиях студентам целесообразно предлагать интерактивные методические приемы: просмотр и обсуждение видеороликов, написание эссе, проведение интеллектуальных игр и состязаний, дискуссий и интервью, создание тестов, разработку виртуальных экскурсий по городам, где жили и работали наши замечательные ученые. Формированию чувства патриотизма способствуют художественные фильмы и современные медиаресурсы, посвященные российским ученым и педагогам.

Для будущих педагогов интересна информация о знаменитых земляках. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988) во время войны оказался в Красноярске, учился в школе № 10 (сейчас носит его имя), интересовался химией. После окончания школы поступил в МГУ, занимался наукой, впоследствии возглавил институт биоорганической химии. Юные химики Красноярска за особые успехи в науке с 2024 года смогут получать стипендию имени Юрия Овчинникова.



Вторым компонентом поликультурного образования современных педагогов представляется формирование представления о многообразии культур в стране и мире, воспитание позитивного отношения к культурным различиям, развитие толерантности и навыков продуктивного взаимодействия с представителями различных культур.

В нашей стране проживает более 190 национальностей. В составе Российской Федерации 89 субъектов, из них 22 республики. Каждая республика отличается своей историей, национальной культурой, языками и традициями. На территории Красноярского края представлены около 140 этносов. Все дети, находящиеся на территории страны, имеют законное право на образование. Они обучаются в российских школах по единым федеральным государственным образовательным стандартам, программам и учебникам. Учителю необходимо быть готовым к выстраиванию отношений и сопровождению детей разных национальностей и социальных статусов. Особое внимание педагоги уделяют детям мигрантов, испытывающих состояние «культурного шока» и трудности в освоении русского языка.

Педагог является главным человеком для детей мигрантов не только на уроках. Учитель представляется образцом гуманного межнационального общения детей и взрослых, примером толерантности и эмпатии.

Поликультурная компетенция педагогов призвана обеспечивать безболезненное вхождение мигрантов в новую культурную среду, способствовать усвоению ими новых культурных ценностей при сохранении национальных, формированию умения жить в гармонии с другими народами.

Важную роль в реализации идей поликультурного образования играет готовность педагога к общению с родителями детей-иммигрантов. Обязательное условие успешности такого общения – предварительное знакомство с национальной культурой той страны, откуда приехала семья.

В Красноярск приезжают мигранты не только из бывших советских республик, но также семьи из Китая, Кореи, Сирии и других стран. Есть школы, где число детей мигрантов составляет около 50% от общего контингента учеников. Каждая семья переселенцев сталкивается с правовыми, социальными, лингвистическими, религиозными, культурологическими проблемами. Для детей наиболее болезненными представляются психолого-педагогические проблемы, связанные с выстраиванием отношений со сверстниками и педагогами.

Создание комфортной среды для всех участников образовательной деятельности – важная задача педагогов и руководителей школ.

Реализация идей поликультурного образования включает три компонента: осознание сущности концепции, формирование собственного отношения и поведения в условиях межличностного взаимодействия, освоение эффективных методов и приемов работы с учениками.

Обсуждение содержания поликультурного образования происходит на заседаниях педагогического совета, при проведении встреч педагогов в формате методических объединений, через разработку и реализацию совместных учебных и социальных проектов.

Замечательным ресурсом для организации поликультурного взаимодействия детей и взрослых является Дом дружбы народов Красноярского края. Деятельность организации направлена на гармонизации межнациональных отношений, повышение интереса к изучению народов и культур многонациональной России, адаптацию и интеграцию мигрантов.

Содержание любой дисциплины обладает достаточным потенциалом для трансляции гуманистических идей, представления уникальных самобытных образцов российской и мировой науки и культуры.

Личностный потенциал педагога обеспечивает обязательное соблюдение социальных норм и профессиональной этики (вежливость, уважение, эмпатия, толерантность, асертивность, доброжелательность) как универсальных феноменов поликультурной коммуникации личности.

Важный компонент поликультурной компетенции учителя – его методическая подготовка, способность и готовность организовать учебное сотрудничество учащихся как представителей различных культур.

Межкультурный диалог трактуется как характеристика общества и человека, как цель поликультурного образования и как способ организации учебной деятельности учителя и учащихся. Русский философ Михаил Михайлович Бахтин писал, что только в диалоге культура приближается к пониманию себя самой, глядя на себя глазами иной культуры и преодолевая свою односторонность и ограниченность [5]. От поликультурной компетенции педагога зависит результат воспитания участников межкультурной коммуникации, когда многообразие воспринимается не как угроза, а как позитивный способ существования и сотрудничества.

#### ***Библиографический список***

1. Концепция развития поликультурного образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://mon.gov.ru/work/vosp/dok/6988/>, свободный
2. Рапацевич Е.С. Педагогика: большая современная энциклопедия. Минск: Современное слово, 2005. 720 с.
3. Джурицкий А.Н. Поликультурное образование в многонациональном социуме. М.: Юрайт, 2017. 260 с.
4. Хухлаева О.В., Хакимов Э.Р., Хухлаев О.Е. Поликультурное образование. М.: Юрайт, 2014. 282 с.
5. Бахтин М.М. Диалогическое происхождение и диалогическая педагогика грамматики: стилистика в преподавании русского языка в средней школе // Журнал российской и восточноевропейской психологии. 2004. № 42 (6). С. 12–49.

**О ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ  
У СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА  
НЕХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**  
ABOUT TEACHING CHEMISTRY  
TO FIRST YEAR STUDENTS  
OF NON-CHEMICAL SPECIALTIES

**К.П. Бутова, Ю.Н. Коваль**  
*ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-  
спасательная академия ГПС МЧС России»,  
г. Железногорск*

**K.P. Butova, Yu.N. Koval**  
*FSBEI HE Siberian Fire and Rescue academy of the State Fire  
Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia,  
Zheleznogorsk*

Преподаватель, обучение, студент, химия.

*Рассмотрены актуальные вопросы и некоторые проблемы, которые  
возникают при преподавании химии у студентов первого курса нехи-  
мических специальностей. Авторы предлагают рекомендации по их  
устранению.*

Teacher, learning, student, chemistry.

*Current issues and some problems that arise when teaching chemistry to  
first-year students of non-chemical specialties are considered. The authors  
offer recommendations for eliminating them.*

**В**ыпускники вузов должны быть компетентными не только в узких рамках профиля или направления своей подготовки, но и в других областях знаний. Это позволит им быть высоко востребованными в быстроразвивающемся мире. Выпускники должны иметь четкие представления о значимости той или иной науки и своей предстоящей

трудовой деятельности, уметь применять знания в пользу для профессии. Поэтому на первом курсе обучения в ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия» предусматривается изучение базовой дисциплины «химия» на повышенном уровне. На первом курсе проводятся факультативные занятия профессиональной направленности по избранному направлению – химия процессов горения, окислительные реакции, дисперсные системы. Такой подход усиливает межпредметные связи химии для успешного решения проблем интегративного характера.

Довольно распространенным является такой факт, что поступившие на обучение в вуз молодые люди имеют низкий уровень базовых знаний и у них может отсутствовать интерес к химии. Для увеличения интереса к химии в вузах используются интерактивные методы обучения, при которых студенты демонстрируют организованную работу в группах.

Эффективность профессионально ориентированного профильного обучения химии для студентов у первого курса нехимических специальностей во многом зависит от системы работы преподавателя по профорientации средствами учебного предмета, успешности сочетания дидактического аспекта, выбора соответствующих форм, методов и средств обучения [1].

Преподаватель – это главный компонент, от которого зависит, насколько хорошо студент будет воспринимать информацию, пользоваться и воспроизводить полученные знания в дальнейшей работе по специальности. При этом преподавателю необходимо формировать у студента навыки самостоятельного обучения [2].

Перейдем к более детальному описанию проблем, с которыми можно столкнуться при преподавании химии

у студентов первого курса нехимических специальностей. Существует такое понятие, как «зубрежка», когда студент не пытается понять, а просто учит. В таких случаях не формируются необходимые навыки и способности. Чтобы этого избежать, преподаватель должен стремиться наглядно подтверждать излагаемый материал. Важно давать студентам возможность самому провести экспериментальные работы в рамках проведения лабораторных занятий, так как это способствует более качественному закреплению материала и визуализации у студентов [3].

Еще одной проблемой является просьба о помощи. В процессе обучения студенты не хотят или боятся задавать вопросы преподавателю «все молчат, и я промолчу». Обращаться за дополнительными разъяснениями и консультацией не является какой-то глобальной проблемой и никак не делает студентов глупыми, а наоборот, показывает, что ему интересно и он хочет разобраться в материале. В практике существуют случаи, что преподаватели отказывают в предоставлении такой возможности, говоря, что «в лекции это написано, мы это проходили и оговаривали много раз».

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что выпускник должен иметь четкое представление о значении той или иной науки в своей будущей работе. Качество обучения зависит от преподавателя, который помогает студенту усвоить информацию и использовать ее на практике. Обучение основывается на взаимодействии с преподавателем, который помогает развить навыки самостоятельного обучения у студента. Преподавателям важно помочь студентам разобраться в материале и не отказывать им в повторных разъяснениях сложных вопросов.

Благодаря изучению химии на первом курсе студенты получают базовые знания и навыки, которые пригодятся им

в профессиональной деятельности. Дисциплина «химия» имеет огромную важность на первом курсе и помогает студентам развивать свое мышление, аналитические способности и критическое мышление. Благодаря знаниям в области химии студенты могут лучше понимать мир и принимать обоснованные решения в различных ситуациях.

### ***Библиографический список***

1. Дымель Е.А., Коваль Ю.Н. Опыт разработки и применения в учебном процессе видеоуроков по химии // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году педагога и наставника в Российской Федерации (г. Красноярск, 24 ноября 2023 г.): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий», 2023. С. 174–178.
2. 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 / под общей редакцией Р.Е. Булата. 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.
3. 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.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ  
НА УРОКАХ ХИМИИ**  
TECHNICAL MEANS OF TEACHING  
IN CHEMISTRY LESSONS

**А.З. Воробьева**

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

**A.Z. Vorobyova**

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

Технические средства обучения, игра, периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.

*В статье рассказывается про технические средства обучения, их классификацию, приведены примеры использования на уроках химии. На основе Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева созданы две игры, рассмотрены имеющиеся аналоги в сети Internet.*

Technical means of education, game, Periodic Table of Chemical Elements by D.I. Mendeleev.

*The article describes the technical means of teaching, classification, and provides examples of use in chemistry lessons. Two games have been created on the basis of the Periodic Table of Chemical Elements by D.I. Mendeleev, and the available analogues on the Internet are considered.*

**С**редства обучения химии – это система материальных и идеальных химических объектов, используемых для достижения целей обучения химии [1].

К средствам обучения химии относятся:

1. Учебно-материальные средства: предметы оборудования кабинета химии, учебных химических лабораторий, центров химического образования, электронные образовательные и обучающие ресурсы.

2. Дидактико-методические средства: химический язык, методы химических наук, химический эксперимент



в различной форме, химические задачи разного типа, разнообразный дидактический материал по химии и т.п.

3. Психолого-педагогические средства: познавательные задания разного типа и вида в форме тестов, упражнений, алгоритмических и эвристических предписаний, диктантов, дидактических игр, расчетных химических задач, творческих заданий, исследовательских проектов и другие.

Технические средства обучения являются неотъемлемым компонентом в системе любой педагогической деятельности [2]. Их использование направлено на реализацию учебной задачи и помощь в достижении поставленных целей урока. Конечно, все важные функции, такие как общение с учениками и влияние на них, решение педагогических проблем, разрешение конфликтов и руководство учебной деятельностью, находятся в компетенции учителя. Однако с помощью технических педагогических средств учитель может выполнять и другие важные функции: организация изучения нового материала, управление познавательными процессами, контроль качества восприятия и усвоения знаний.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева – это одно из главных технических средств, используемых на уроках химии.

Существуют игры, направленные на изучение таблицы химических элементов. Например:

1. Игра «Таблица Менделеева» направлена на быстрое нахождение нужных химических элементов на время. Чем больше элементов найдено, тем выше балл [3].

2. Игра «Собери таблицу Менделеева» направлена на правильное расположение химических элементов в таблице. По окончании игры открывается количество задействованных ходов [4].

3. Игра «Угадай химический элемент» направлена на запоминание русских названий химических элементов [5].

С помощью бесплатного сайта Wordwall [6], на котором можно создавать задания и выполнять их без регистрации, были разработаны две игры для различных целей и разного уровня подготовки учеников.

*Первая игра «Найди пару» [7] ориентирована на ученика, который только знакомится с предметом химии и периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева. Данная игра направлена на изучение химических элементов с помощью привлечения знаний о мире со стороны других предметов школьного курса, а также быта. Кроме того, игра способствует формированию познавательного интереса к предмету химии и расширяет кругозор обучающихся (рис 1.).*



*Рис. 1. Игра «Найди пару»: <https://wordwall.net/ru/resource/72109327>*

*Вторая игра «Групповая сортировка» [8] ориентирована на более подготовленного ученика, который уже хорошо знаком с периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева, и направлена на закрепление полученных знаний о группах химических элементов. В данной игре химические элементы разделены на шесть групп: щелочные металлы, щелочноземельные металлы, остальные металлы, неметаллы (не галогены), галогены, благородные газы. Игрок должен соотнести символы химических элементов с их группой.*

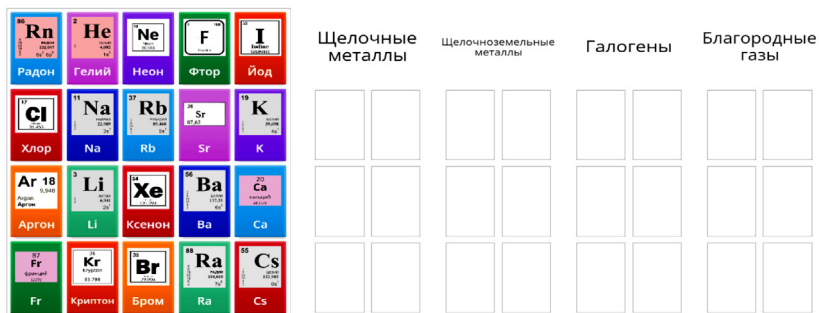


Рис. 2. Игра «Найди пару»: <https://wordwall.net/ru/resource/72086068>

Применение дидактических игр на уроках химии позволяет организовать процесс обучения интересно и увлекательно. Создание игровой атмосферы на уроках повышает активность обучающихся, снимает усталость, позволяет удерживать внимание и развивает познавательный интерес к химии.

### ***Библиографический список***

1. Пак М.С. Дидактика химии: учебник для студентов вузов. Издание 2-е, переработанное, дополненное. СПб.: ТРИО, 2012. 457 с. URL: <https://mspak.herzen.spb.ru/wp-content/uploads/2014/10/d7.pdf>
2. Дрижун И.Л. Технические средства обучения в химии: учеб. пособие для студентов пед. вузов. М.: Высш. шк., 1989. 175 с.
3. Игра «Таблица Менделеева» на сайте Химук.ру [Электронный ресурс]. URL: [https://xumuk.ru/igra\\_tm/](https://xumuk.ru/igra_tm/)
4. Игра «Собери таблицу Менделеева» на сайте Freedu.ru [Электронный ресурс]. URL: [http://freedu.ru/games/periodic\\_table/index.php](http://freedu.ru/games/periodic_table/index.php)
5. Игра «Угадай химический элемент» на сайте Яндекс Игры [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/games/app/174429>
6. Официальный сайт программы «Wordwal» [Электронный ресурс]. URL: <https://wordwall.net/ru>
7. Игра «Найди пару» [Электронный ресурс]. URL: <https://wordwall.net/ru/resource/72109327>
8. Игра «Групповая сортировка» [Электронный ресурс]. URL: <https://wordwall.net/ru/resource/72086068>

## ВИДЕОУРОКИ ПО ХИМИИ VIDEO LESSONS ON CHEMISTRY

**Ю.Н. Коваль**

*ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России»,  
г. Железногорск*

**Yu.N. Koval**

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

Moodle, видеорок, химия, лабораторная работа, дистанционное обучение. В статье акцентируется внимание на важности информационных материалов. Автор описывает личный опыт разработки и применения в учебном процессе видеороков по химии. Видеороки были разработаны для обучающихся заочной формы обучения по направлению «Техносферная безопасность» в ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России».

Moodle, video lesson, chemistry, laboratory work, distance learning. The article focuses on the importance of information materials. Autor describes personal experience in the development and application of video lessons in chemistry in the educational process. Video lessons were developed for correspondence students in the field of “Technosphere Safety” at the Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

**Х**имия – один из тех предметов, который может вызывать у студентов немало сложностей. Но в современном мире существует множество ресурсов, которые помогают сделать изучение химии увлекательным и понятным. Одним из таких эффективных инструментов являются видеороки [1].

На сегодняшний день существует множество платформ, где студенты могут найти качественные видеороки по химии. Среди них Rutube, Coursera, Khan Academy и другие. На этих ресурсах можно найти как базовые материалы по химии,

так и более узконаправленные. Главное преимущество таких платформ – доступность и удобство изучения материала.

Многие высшие учебные заведения уже используют информационные технологии при обучении студентов. Одно из главных преимуществ информационных технологий при обучении студентов – это доступ к онлайн-ресурсам.

Для студентов заочной формы обучения в ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» предоставлен доступ на платформу дистанционного обучения «Moodle». В личном кабинете каждого обучающегося находятся учебно-методические материалы. Учебно-методические разработки состоят из лекций, практических занятий, лабораторных работ, а также контрольных и тестовых заданий.

Для всех обучающихся согласно федеральным государственным образовательным стандартам на первом курсе предусмотрено изучение дисциплины «Химия», которая является основой для понимания и изучения таких учебных дисциплин, как «Теория горения и взрыва», «Физико-химические основы развития и тушения пожара», «Пожарная безопасность технологических процессов» [2].

Наиболее сложным по дисциплине «Химия» для устного восприятия являются лабораторные работы. Разрабатывая видеоуроки, мы старались сделать сложные химические концепции доступными и понятными для каждого.

При разработке видеоурока мы придерживались его основной структуры, состоящей из введения, теоретической части, практической части и заключения [3]. Во введении для обучающихся дается название занятия, правила оформления отчета и общая информация о материалах и методах, которые используются. Теоретическая часть включает в себя изложение основных определений и законов, необходимых для понимания и проведения химических опытов. В практической части мы демонстрируем химические опыты и подробно их

объясняем. В заключительной части приводятся задания для закрепления материала и вопросы для самоконтроля [4]. В результате работы профессорско-преподавательским составом кафедры химии и процессов горения было создано 4 видеоурока по лабораторным занятиям («Коррозия металлов», «Физико-химические свойства углеводов», «Свойства растворов электролитов», «Свойства дисперсных систем»).

Процесс создания видеоурока состоит из следующих этапов:

1. Планирование: определение темы урока, целей и задач обучения.

2. Разработка сценария: структуры урока, последовательности содержания, выбор методов обучения и демонстрации материала.

3. Подготовка оборудования: выбор и настройка необходимого оборудования (камера, микрофон, освещение).

4. Запись видеоурока: процесс съемки материала согласно утвержденному сценарию.

5. Монтаж видео: сбор и редактирование записанного материала, добавление графиков, анимации, звуковых и видеоэффектов.

6. Публикация: загрузка видеоурока на платформу для обучения.

7. Оценка эффективности: анализ статистики просмотров, комментариев, рейтингов для дальнейшего совершенствования процесса создания видеоуроков.

Одним из главных преимуществ видеоуроков по химии является визуализация. Благодаря видеоматериалу студенты могут наглядно увидеть процессы, которые описываются в теории. Гибкий график обучения также является важным плюсом – студенты могут изучать материал в удобное для них время. Кроме того, возможность повторного просмотра видеоуроков позволяет закрепить полученные знания.

Используя информационные ресурсы в заочном формате обучения, студенты могут выбирать темп и способ

изучения материала, а также получать персонализированную обратную связь от преподавателей. Это создает более гибкую и адаптивную среду обучения, учитывающую индивидуальные потребности и способности каждого студента.

В целом информационные технологии при обучении студентов играют важную роль в современном мире. В связи с простотой создания и эффективностью использования видеуроки в последние годы приобрели большую популярность среди педагогов. Они открывают новые возможности, повышают доступность образования и способствуют развитию навыков, необходимых для успешной адаптации в эпоху цифровых технологий.

#### ***Библиографический список***

1. Дымель Е.А., Коваль Ю.Н. Опыт разработки и применения в учебном процессе видеуроков по химии // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году педагога и наставника в Российской Федерации (г. Красноярск, 24 ноября 2023 г.): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий», 2023. С. 174–178.
2. 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 / под общей редакцией Р.Е. Булата. 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.

3. 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.
4. Чалиев А.А. Видеоурок как перспективная информационная технология обучения в вузах // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 432.

**ВНЕУРОЧНОЕ ЗАНЯТИЕ**  
**«КАК ПРИГОТОВИТЬ ЖЕЛЕ ИЗ АНАНАСА?»**  
**AFTER-CLASS ACTIVITY**  
**“HOW TO MAKE JELLY FROM PINEAPPLE?”**

**П.Г. Кошкарева**

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

**P.G. Koshkareva**

*MKOU Boguchanskaya Secondary School No. 4,  
village, Boguchany*

Внеурочная деятельность, естественно-научная грамотность, ферменты, ананас, белки, бромелайн.

*В статье представлен опыт проведения внеурочного занятия по химии, направленного на формирование естественно-научной грамотности у восьмиклассников. На внеурочном занятии также актуализируются знания учеников из области биологии. На данном уроке у обучающихся формируется не только естественно-научная грамотность, но и читательская, так как ученики работают на занятии с текстами и вопросами к ним.*

Extracurricular activities, science literacy, enzymes, pineapple, proteins, bromelain.

*The article presents the experience of conducting an extracurricular lesson in chemistry aimed at developing natural science literacy among eighth-graders. Extracurricular activities also update students' knowledge in the field of biology. In this lesson, students develop not only natural science literacy, but also reading literacy, as students work in class with texts and questions about them.*



**Ф**ормирование естественно-научной грамотности (ЕНГ) на уроках химии остается актуальным вопросом. Не всегда к теме урока удастся подобрать задания, формирующие естественно-научную грамотность. А решение таких заданий занимает много времени. Решить эти проблемы позволяет организация внеурочных занятий.

В декабре 2023 года я провела открытое внеурочное занятие «Как приготовить желе из ананаса?», направленное на формирование ЕНГ. Для работы обучающиеся были разделены на 4 группы, в каждой группе по 4 человека.

**Учитель:** *скоро наступит новый год и каждый из вас, наверное, вместе с родителями уже начал продумывать новогоднее меню. Я тоже занялась этим вопросом и решила, что приготовлю желе с ананасами. Но не могу определиться, какие ананасы (свежие или консервированные выбрать).* Учитель дает задание группам: выбрать ананас для приготовления желе и обосновать свой выбор. Группы работают несколько минут. Затем каждая группа обосновывает свой выбор (свежий полезнее, консервированный не нужно чистить и тратить время и т. д.).

**Учитель:** *давайте попробуем экспериментально определить, какой ананас лучше подходит для приготовления желе?* Учитель раздает группам по два кусочка свежего и консервированного ананаса, а также химический стакан с приготовленным заранее раствором желатина. Группы помещают в один стакан два кусочка свежих, а в другой – два кусочка консервированных ананаса. Заливают кусочки желатином, подписывают стаканы и помещают в холодное место (в холодильник, на улицу) на 5–10 минут.

В это время обучающиеся работают с текстами. Каждая группа получает два текста. К каждому тексту приведены вопросы.

## Текст № 1

### Технология консервирования ананасов

Фрукты поставляются на российские заводы свежими, и уже на месте их сортируют, чистят и режут. Самые лучшие, спелые ананасы нарезаются колечками (шайбами). Те, которые мятые и в целом похуже, – кусочками. Затем их заливают горячим сиропом и закатывают в банки, стеклянные или жестяные. Сироп готовят следующим образом: доводят воду до кипения, добавляют сахар и регулятор кислотности (лимонная кислота) [1].

## Текст № 2

### Желатин

Пищевой желатин – это растворимый белок коллаген, который функционирует как прозрачный загуститель в пищевых продуктах. Он вырабатывается из коллагена животных, их костей и соединительных тканей. Желатин имеет слабо-желтый цвет, не имеет вкуса и запаха и выглядит как гранулированный порошок. Желатин производится из множества различных источников коллагена, в первую очередь – из костей крупного рогатого скота, шкур, свиной кожи и рыбы. Свиная кожа и шкуры крупного рогатого скота являются источником многих пищевых продуктов [2].

**Задание. Установите взаимосвязь между двумя текстами, ответив на вопросы:**

1. Что происходит с ананасом при обработке горячим сиропом?
2. Какие изменения происходят в ананасе с точки зрения биологии?
3. Какое происхождение имеет желатин?
4. Какой белок содержит желатин?

В течение 5 минут группы работают над текстами и отвечают письменно на вопросы. Группы озвучивают свои

ответы. На этом этапе учитель актуализирует понятие «ферменты». Вместе с учителем группы приходят к верным формулировкам. Через 10 минут ученики достают стаканы с кусочками ананаса. Все четыре группы отмечают, что желатин, в котором находился свежий ананас, не застыл. В стакане, в котором находился консервированный ананас, желатин загустел.

**Учитель:** *почему желе из свежего ананаса не получилось?*

Обучающиеся, прочитав тексты и увидев результаты эксперимента, приходят к выводу, что в свежем ананасе содержится фермент, который не позволяет желатину загустеть. При консервировании ананаса этот фермент разрушается под действием температуры.

**Учитель:** *в ананасе содержится фермент бромелаин – протеолитический фермент (расщепляющий белки). Именно этот фермент не расщепляет желатин, который состоит из белка животного происхождения. Именно поэтому приготовить желе из свежего ананаса не получится. Также не получится приготовить желе из папайи и киви. В этих фруктах содержится фермент папайн, расщепляющий белки. Что же делать, если очень хочется приготовить желе именно из свежего ананаса?*

**Ученики предлагают варианты:** *можно обдать свежие ананасы кипятком.*

**Учитель:** *также вместо загустителя животного происхождения можно использовать загуститель растительного происхождения, например, агар-агар или альгинат натрия. Эти вещества получают из водорослей, поэтому фермент бромелаин, расщепляющий белок животного происхождения, на застывание этих загустителей не повлияет. Где на кухне мы можем столкнуться с действием ферментов?*

**Восьмиклассники приводят примеры:** *приготовление домашнего кваса, приготовление квашенной капусты, приготовление йогуртов, сыров.*

**Учитель:** *чем нужно руководствоваться, выбирая между свежим и консервированным ананасом, для приготовления желе?*

Обучающиеся делают вывод о том, что при выборе ананаса в первую очередь необходимо руководствоваться знаниями в области химии и биологии.

#### ***Библиографический список***

1. Консервированные ананасы: тайна, покрытая жестью [Электронный ресурс]. URL: <https://roscontrol.com/journal/tests/konservirovannii-ananasi-tayna-pokritaya-gestyu/>
2. Из чего делают пищевой желатин и его применение [Электронный ресурс]. URL: [https://www.atamanchemicals.com/gelatine\\_u26367/?lang=RU](https://www.atamanchemicals.com/gelatine_u26367/?lang=RU)

### **СРЕДНИЙ БАЛЛ AVERAGE SCORE**

**Н.В. Кудрявцева**  
*МАОУ «Гимназия № 13 „Академ“», г. Красноярск*

**N.V. Kudryavtseva**  
*MAOU Gymnasium No. 13 “Akadem”, Krasnoyarsk*

Учитель, обучающийся, средний балл, Федеральный закон об образовании, локальные акты, правила оценивания.

*В статье приводится анализ положений об оценивании в Федеральном законе об образовании, положения об оценивании в гимназии и ситуаций, которые возникают при выставлении четвертной оценки. Приведены данные опроса учителей нашей гимназии – на что они ориентируются при выставлении отметки за четверть, если средний балл 3,5. Чтобы не занизить и не завысить оценку, учитель строго следует рекомендациям, которые прописаны в положении об оценивании достижений учащихся.*

Teacher, student, average score, Federal Law on Education, local acts, assessment rules.

*The article provides an analysis of the provisions on assessment in the Federal Law on Education, the provisions on assessment at the gymnasium and the situations that arise when issuing a quarter grade. The data from a survey of teachers of our gymnasium are given – what they focus on when marking a quarter if the average score is 3.5. In order not to underestimate or overestimate the grade, the teacher strictly follows the recommendations that are prescribed in the regulations on evaluating student achievements.*

**В** школах России оценки при выставлении оценки за четверть и год ранее выставлялись путем округления среднего балла. Не так давно этот метод был признан несовершенным, поэтому в школах появились новые документы – положения, в которых четко прописаны все рекомендации по выставлению отметок. Средний балл 3,5 – значение, при котором учитель может выставить как тройку, так и четверку. По общему правилу, согласно Федеральному закону об образовании в Российской Федерации [1], выставление итоговых оценок за год, полугодие или четверть выставляется в соответствии с правилами арифметического округления, то есть средний балл 3,5 приравнивается к итоговой оценке 4. Но также в ФЗ прописано, что в каждом учебном заведении должны быть документы, закрепляющие правила оценивания в данной конкретной школе/гимназии/лицее и т.д. И в этих правилах могут быть прописаны различные моменты в выставлении итоговых оценок:

1. Оценка может выставляться на усмотрение учителя. В этом случае вопрос о выставлении итоговой отметки зависит исключительно от мнения преподавателя о том, заслуживает ученик лучшую оценку, а в данном случае, со средним баллом 3,5 – это 4, или же за его успехи в учебе стоит ставить только 3.

2. Оценка может выставляться по строго определенным правилам, когда для получения каждой итоговой оценки необходимо наличие у ученика соответствующего среднего

балла. В некоторых школах, чтобы получить за четверть или полугодие 4, необходим балл 3,67 и выше.

3. Оценка может выставляться по правилам арифметического округления, то есть при среднем балле 3,5 выставляется 4.

С момента введения в школах электронного дневника и ученик, и родители обучающихся могут проследить, за что ставятся оценки, и самостоятельно высчитать, какая в итоге отметка выйдет за четверть. Не стоит полагаться на отметку, которую прописывает программа на сайте с электронным дневником. Ведь она не учитывает, за что проставлены оценки, а значит, и не может корректно оценить знания ученика. Это способен сделать учитель, который ведет дисциплину. Проведенный опрос учителей гимназии показал, что при выставлении четвертной оценки подавляющее большинство учителей учитывает прежде всего оценки за контрольные и практические работы. Но есть ситуации, когда обучающийся не писал эти работы. Для того чтобы точно ответить на вопрос «какая оценка выставляется?» при том или ином среднем балле, стоит обратиться к локальным документам, таким как устав учебного заведения или положение об оценивании.

*Таблица*

### Результаты анкетирования

№	Отметка «3»	Отметка «4»	На усмотрение учителя
1	2	3	4
1	У ученика средний балл за четверть 3,5. В четверти должны были написаны две практические и одна контрольная. Не писал. Что поставить за четверть?		
	88 %	12 %	0 %
2	У ученика средний балл за четверть 3,5. В четверти должны были написаны две практические и одна контрольная. Все написаны на «3». Что поставить за четверть?		
	67 %	33 %	0 %

Окончание табл.

1	2	3	4
3	У ученика средний балл за четверть 3,5. В четверти должны были написаны две практические и одна контрольная. Все написаны на «4». Что поставить за четверть?		
	0 %	89 %	11 %
4	У ученика средний балл за четверть 3,5. В четверти должны были написаны две практические и одна контрольная. Практическая на «3», контрольная на «4». Что поставить за четверть?		
	11 %	72 %	17 %
5	У ученика средний балл за четверть 3,5. В четверти должны были написаны две практические и одна контрольная. Практическую не писал, контрольная на «4». Что поставить за четверть?		
	33 %	61 %	6 %
6	У ученика средний балл за четверть 3,5. В четверти должны были написаны две практические и одна контрольная. Практическая на «3», контрольную не писал. Что поставить за четверть?		
	83 %	17 %	0 %

В любом случае следует помнить, что при выставлении итоговых оценок прежде всего учитываются оценки, полученные за самостоятельные, контрольные и итоговые работы, а домашние задания или отметки за работу на уроке менее важны.

В «Положение о порядке работы в электронном журнале на платформе ГИС ЭЖД КИАСУО» Гимназии № 13 «Академ» в п. 5 «Выставление итоговых отметок» указано, что отметка должна быть выставлена «... с обязательным учетом качества знаний обучающихся по письменным, лабораторным и практическим работам». В положении «О порядке, формах, периодичности проведения промежуточной аттестации и осуществления текущего контроля достижения планируемых результатов обучающихся» в МАОУ «Гимназия № 13 „Академ“» также есть пункт 2.11 – «пропуск обучающимся занятий, на которых было запланировано проведение

контрольных процедур, не освобождает обучающего от написания пропущенной контрольной процедуры. Ликвидация задолженности по выполнению запланированных контрольных процедур обучающимся осуществляется в течение двух недель после пропущенной контрольной процедуры». Казалось бы, есть циркуляр, указывающий, как поступать в этих случаях. Если бы не одно «но». Как правило, не пишут контрольные и практические работы одни и те же обучающиеся и до конца четверти они эту задолженность не ликвидируют, хотя на обычных уроках присутствуют и получают отметки. Вопрос состоит в том, что при выставлении отметки за четверть, как учитывать, что у некоторых обучающихся так и не выполнены эти контрольные и практические работы. Вывод напрашивается сам собой, если не писал эти работы – считаем, что это «2». И тогда средний балл «3,5» – это отметка «3». Так как обучающиеся и родители ориентируются на средний балл в электронном журнале, то у них возникают претензии по поводу выставленной отметки. Начинается длительная переписка с ними, в которой указываешь на отсутствие отметки за проведенные контрольные и практические работы. Ответить, какая оценка пойдет за четверть, если средняя 3,5 не представляется возможным, оценка будет та, которую обучающийся заслужил. Если контрольные на 3 или в последнее время сплошные 3-ки, то и за четверть будет «3». Учитель не обязан выводить четвертную оценку, исходя из средней арифметической [2]. Жизнь показывает, что все решает учитель. Какие бы не были рекомендации из Министерства образования, окончательное решение всегда за педагогом.

#### ***Библиографический список***

1. Об образовании в Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. 2023 год.
2. Деликатный К.Г. Оценка знаний школьника: методические рекомендации. Киев, 2008. С. 40.



**РАЗВИТИЕ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ  
У УЧАЩИХСЯ 8–9 КЛАССОВ**  
THE DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCE LITERACY  
AMONG STUDENTS IN GRADES 8–9

**В.О. Максимова**  
Научный руководитель **Н.В. Шарыпова**  
*ШГПУ, г. Шадринск*

**V.O. Maksimova**  
Scientific adviser **N.V. Sharypova**  
*FSBEI HE «ShGPU», Shadrinsk*

Естественно-научная грамотность, компетентности, ситуационные задания.

*В статье автор рассмотрела использование ситуационных заданий для развития у обучающихся функциональной грамотности в общем и естественно-научной грамотности в частности. Данные задания могут быть использованы в качестве дидактических материалов для урочной и внеурочной деятельности.*

Functional literacy, natural science literacy, situational tasks.

*In the article, the author considered the use of situational tasks to develop students' functional literacy in general and natural science literacy in particular. These tasks can be used as didactic materials for regular and extracurricular activities, as well as examples of the development of tasks for the formation of natural science literacy of students.*

**В** настоящее время все чаще упоминается естественно-научная грамотность и ее формирование у обучающихся в рамках образовательного процесса. Но не просто так, ведь овладение научной грамотностью учениками способствует формированию научного мировоззрения и понимания роли научных знаний в решении важных проблем

человечества, а также позволяет им лучше понимать и объяснять различные явления и процессы, происходящие в мире. Учащиеся с высоким уровнем естественно-научной грамотности проявляют больший интерес к науке и имеют возможность осознанно определиться с выбором будущей профессии, богатой научными исследованиями и достижениями в области теоретических и прикладных исследований [1].

В соответствии с определением PISA (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся): «Естественно-научная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями» [2].

Естественно-научно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- объяснять явления научным языком;
- практиковать естественно-научные методы исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Методы формирования естественно-научной грамотности на уроках химии: химический эксперимент; проектный метод; приемы и методы технологий проблемного обучения и развития критического мышления; ситуационные задачи [3].

Именно на ситуационные задачи обратим внимание в данной статье.

Пример представленного ниже текста является интегрированным, т. е. может быть использован при изучении некоторых тем по химии в 8-х и 9-х классах:

## Текст «Тайны школьного мела»

Мел имеет как растительное, так и животное происхождение. Он состоит из известковых водорослей, а также рачков и улиток, которые извлекали из морской воды кальций и строили свои раковинки и скелетики. Около 79 миллионов лет назад на Земле существовал Меловый период. Это самый продолжительный из периодов Мезозойской эры.

Погибая, растения и животные опускались на дно и накапливались там. Со временем образовался толстый слой из этих останков. На это уходили миллионы лет. Постепенно этот слой цементировался на дне океана и превращался в мягкий известняк, который мы называем мелом. Он состоит на 40 % из кальция, на 12 % из углерода и 48 % кислорода.

В природе это химическое вещество встречается в разных формах – из него состоят раковины моллюсков и кораллы, жемчуг и яичная скорлупа, школьный мел и мрамор, известняк и прозрачные кристаллы исландского шпата.

Натуральный мел, используемый для производства школьных мелков, добывается в карьерах. Он абсолютно безопасен и не содержит посторонних примесей. Для производства хорошего школьного мела природный белый мел специально готовят. Сначала его разбивают на мелкие кусочки, сортируют, убирают все примеси и растирают на жерновах с добавлением воды. Получившуюся массу отстаивают, дав тяжелым примесям, таким как песок и камни, осесть на дно сосуда. Раствор более чистого материала переливают во второй сосуд, а затем в следующий, до тех пор, пока вся ненужная примесь не опадет на дно и не удалится из мелового раствора. Полученную массу долго отстаивают в чане, затем сливают воду, а оставшуюся массу переливают в обтянутый полотном ящик. Стекшую массу просушивают на решетке. Если высушенный мел становится излишне рассыпчатым, то в него добавляют немного клея, а с помощью различных красителей можно получить мелки любого цвета.

## Примеры заданий к тексту «Тайны школьного мела»

Задача № 1	Прочитав текст, предположите класс веществ, к которому относится известняк:															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Класс веществ</th> <th>Да / Нет</th> <th>Объяснение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>а) кислота</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>б) оксид</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>в) основание</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>г) соль</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Класс веществ	Да / Нет	Объяснение	а) кислота			б) оксид			в) основание			г) соль		
	Класс веществ	Да / Нет	Объяснение													
	а) кислота															
	б) оксид															
в) основание																
г) соль																
Задача № 2 (интерпретация научной информации; задания на исключение неправильных утверждений)	<p>Прочитав текст, проведите необходимые вычисления и выведите формулу известняка. Выберите соотношение индексов в формуле известняка, не подходящие под расчеты <math>\text{Ca} : \text{C} : \text{O}</math></p> <p>а) 1:1:2          б) 2:1:1          в) 1:1:3</p>															
Задача № 3 (интерпретация научной информации; задания на сопоставления)	<p>Составив химическую формулу известняка (задача № 1), напишите уравнение реакции его взаимодействия с соляной кислотой. Сопоставьте формулы веществ и коэффициенты, стоящие перед ними:</p> <p>а) <math>\text{CaCO}_3</math>      1) 0          б) <math>\text{HCl}</math>          2) 1          в) <math>\text{CaCl}_2</math>        3) 2          г) <math>\text{CO}_2</math>          4) 3          д) <math>\text{H}_2\text{O}</math>          5) 4</p> <p>Ответ: _____</p> <p>К какому типу реакции относится данное уравнение?</p> <p>1) соединение;          2) разложение;          3) обмен;          4) замещение;          5) окислительно-восстановительная;          6) без изменения степени окисления.</p> <p>Объясните, какой признак реакции можно наблюдать? Ответ: _____</p>															

Задача № 4 (интерпретировать научную информацию; задания с множественным выбором ответов)	Используя текст, выберите способы очистки известняка, используемые при производстве школьного мела: а) фильтрование; б) выпаривание; в) центрифугирование; г) отстаивание; д) адсорбция; е) растворение. Расположите выбранные способы очистки в определенной последовательности. Ответ: _____
---	--

Понятие «естественно-научная грамотность» становится неотъемлемой частью предметного обучения. В данной работе приведен пример текста и нескольких типов заданий к нему. При составлении таких заданий могут быть использованы различные научные ресурсы. Этот процесс становится интересным и творческим для учителя и, самое главное, ученики также активно отзываются на такие задания. Задания приближены к реальным ситуациям, что позволяет ученикам проявить себя за рамками учебника. Поэтому такие задания необходимо включать в процесс обучения не только по одному предмету, но и по другим. Выполнение заданий по формированию естественно-научной грамотности требуют системности, комплексного подхода, целесообразности и практической значимости. Только так можно достичь результатов.

#### ***Библиографический список***

1. Колесникова Г.М. Развитие естественно-научной функциональной грамотности // Молодой ученый. 2017. С. 13–15.
2. Пентин А.Ю. Состояние естественно-научного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA / А.Ю. Пентин и др. // Вопросы образования. 2018. С. 79–105.

3. Разумовский В.Г., Пентин А.Ю. и др. Естественно-научная грамотность: контрольные материалы и экспериментальные умения / В.Г. Разумовский и др. // Народное образование. 2016. № 4. С. 159–167.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ  
НА УРОКАХ ХИМИИ  
ENVIRONMENTAL EDUCATION  
IN CHEMISTRY LESSONS**

**Д.В. Могунов**

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

**D.V. Mogunov**

Scientific supervisor: **Yu.G. Romashkova**  
*KSPU named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk*

Экология, экологическое воспитание, методы и приемы экологического воспитания.

*Статья посвящена проблеме экологического воспитания школьников. Рассмотрены методы и приемы экологического воспитания. Представлена разработка образовательного продукта по химии, который можно использовать для формирования предметных знаний в области химии и экологии и развития экологического воспитания.*

Ecology, environmental education, methods and techniques of environmental education.

*The article is devoted to the problem of environmental education of schoolchildren. Methods and techniques of environmental education are considered. The development of an educational product in chemistry is presented, which can be used to develop subject knowledge in the field of chemistry and ecology and develop environmental education.*

**А**ктуальность вопросов экологии с каждым днем приобретает все более темную и пугающую окраску. Антропогенное воздействие на все сферы нашей планеты

растет в геометрической прогрессии. Итогом бездействия может стать опасность исчезновения не только человеческого вида, но и всей планеты в целом. Массовая огласка и полноценное информирование граждан поможет кардинально изменить текущее положение. Идеальным временным отрезком для закладывания необходимой информации принято считать школьный период, так как гибкость и возможности человеческого мозга в этом возрасте весьма высоки. Кроме того, формирование мировоззрения и общей картины мира происходит именно в подростковом возрасте.

Экология – это совокупность научных и практических проблем человечества при взаимоотношении с природой [1]. Воспитание в классическом понимании трактуется как целенаправленное формирование комплекса знаний и норм у личности, которые соответствуют нормам и потребностям общества [2]. Экологическое воспитание – это целенаправленное формирование у личности многокомпонентного комплекса знаний об окружающей среде, влияния антропогенных факторов и многого другого. Принято выделять три направления в экологическом воспитании [1]:

1. Исследовательская деятельность: выполнение научно-исследовательских работ в области мониторинга окружающей среды (воды, почвы, воздуха, экосистем) и оценки антропогенного влияния на экологическое состояние региона.

2. Проектная деятельность: исследование динамики состояния окружающей среды в регионе по доступным источникам информации и проектирование комплекса мер по защите и восстановлению окружающей среды после антропогенного воздействия.

3. Пропаганда: проведение различных тематических акций, экскурсий, разработка различных наглядных источников информации (плакаты, презентации и т.д.).

Одним из приемов в рамках последнего из представленных направлений может выступать разработка дидакти-

ческих средств в виде интерактивных образовательных продуктов, несущих обучающий и просветительский характер в области экологии и экологического воспитания.

В рамках данной работы была разработана интерактивная презентация для самостоятельной работы обучающихся по изучению, закреплению и проверке знаний по экологии и охране окружающей среды. Работа содержит три блока:

1. В теоретическом блоке освещены проблемы антропогенного влияния на окружающую среду и методы ее охраны. В качестве «помощников» в усвоении новых знаний могут выступать персонажи мультфильмов, аниме или компьютерных игр.



Сколько мусора, это очень плохо.  
Как им было не стыдно оставить его в лесу.



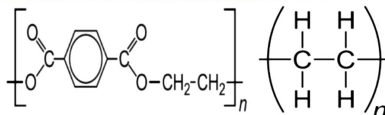
Ты прав, Венти!  
Оставленный ими мусор состоит из полиэтилентерефталата и полиэтилена.  
Они очень плохо поддаются разложению, из-за чего природа не может избавиться от них.  
За счет преломления света в них могут возникать пожары.



Предлагаю путешественникам помочь нам собрать этот мусор, чтобы помочь природе!



Молодец, Венти!  
Это очень сильно поможет природе!  
Эти органические полимеры, называемые пластическими массами, очень опасны для окружающей нас природы.



Полиэтилентерефталат

Полиэтилен

Рис. 1. Пример слайда теоретического блока

2. В практическом блоке представлены задания по школьному курсу химии, для выполнения которых обучающиеся могут использовать различные источники информации (интернет, учебник или другой человек). В качестве поощрения и мотивации использованы элементы игровых технологий (бонусы и вознаграждения, уровни, неожиданные открытия) [3].





Рис. 2. Пример слайда практического блока

3. Мотивационный блок в виде награждения особыми дипломами и сертификатами позволяет «конвертировать» результат освоения пройденного материала в оценку (отметку) по химии, которую учитель может учитывать при оценивании обучающихся по соответствующей теме курса химии.

Предметное содержание подобных интерактивных презентаций по уровню сложности может быть рассчитано на разные возрастные группы обучающихся и их подготовку. Обучающиеся с высоким уровнем знаний и мотивированные к внеурочной деятельности могут быть привлечены не только к изучению, но и к созданию подобных образовательных продуктов, которые потом могут быть использованы в работе с другими детьми.

Предмет химии дает широкие возможности для организации экологического воспитания обучающихся как на уроках, так и во внеурочной деятельности. К известным формам такой работы можно отнести: решение экологических задач, анализ экологических ситуаций, игры, экскурсии, наблюдения объектов в природе, дискуссии, презентации

экологических проектов [4]. Нами предложен новый образовательный продукт в виде интерактивной презентации с использованием элементов игровых технологий для углубления знаний и экологического воспитания обучающихся на уроках химии.

#### ***Библиографический список***

1. Экология: текст лекций для студентов педагогических вузов / сост. д-р биол. наук, профессор Л.Г. Таршис. Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 2012, 104 с.
2. Воспитание // Большая Российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/vospitanie-158f61?ysclid=lvcyt0iz88784923986> (дата обращения: 23.04.24).
3. Казак М.В. Геймификация на уроках технологии: базовые принципы, особенности, игровые элементы. URL: <https://urok.1sept.ru/articles/681225> (дата обращения: 23.04.24).
4. Ляпина О.А. и др. Реализация экологического подхода в обучении химии // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=28954> (дата обращения: 23.04.24).

### **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА УРОКАХ И ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ЦИКЛА RESEARCH ACTIVITIES IN THE CLASSROOM AND OUTSIDE OF SCHOOL HOURS WHEN TEACHING DISCIPLINES OF THE NATURAL SCIENCE CYCLE**

**Е.А. Неверова**

*МАОУ «Гимназия № 4», г. Красноярск*

**E.A. Neverova**

*MAEI Gymnasium 4, Krasnoyarsk*

Исследовательская деятельность, виды исследовательской деятельности учащихся на уроках химии и во внеурочной деятельности.

*Автор статьи рассматривает виды, направления исследовательской деятельности учащихся в урочной и в внеурочной деятельности, на примерах показывает возможности использования химических материалов в исследовательской деятельности школьников.*

Research activities, types of research activities, students in chemistry lessons and in extracurricular activities.

*The author of the article examines the types and directions of students' research activities in class and extracurricular activities, and uses examples to show the possibilities of using chemical materials in the research activities of schoolchildren.*

**В** современных реалиях образовательной деятельности все больше внимания уделяется поиску средств обучения, позволяющих добиться от учащихся осознанного усвоения учебного материала и приобретения действенных и прочных знаний. В связи с новыми требованиями ФГОС среди приоритетных направлений обновления образования отмечают: усиление практико-ориентированной направленности содержания за счет повышения внимания к методам познания природы и использования знаний для решения практических проблем, значимых для самого ученика и востребованных в повседневной жизни; реализация деятельностного подхода за счет включения в содержание образования разнообразных способов учебной, урочной и внеурочной деятельности [1]. В этом отношении исследовательская деятельность наиболее полно отвечает данным требованиям.

Исследовательская деятельность – деятельность учащихся, связанная с решением творческой исследовательской задачи с заранее неизвестным решением и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере: постановку проблемы, изучение литературы, связанной с выбранной темой, выдвиже-

ние гипотезы исследования, выбор методик исследования, проведение исследования, его анализ, формулировка собственных выводов. Главным смыслом исследования в сфере образования является то, что оно учебное. Его главная цель – развитие личности и максимальное развитие творческого потенциала. Учебно-исследовательскую деятельность можно охарактеризовать как творческий процесс совместной деятельности двух субъектов (учителя и ученика) по поиску неизвестного, результатом которого является формирование естественно-научного мировоззрения.

В исследовательской деятельности школьников учитель выполняет роль организатора деятельности, консультанта и коллеги по решению проблемы, поиску необходимых знаний и информации из различных источников. Организуя исследовательскую деятельность, учитель помогает обеспечить активную познавательную деятельность учащихся, вовлекая их в поиск решения проблемных вопросов, актуализируя знания, вырабатывая навыки анализа, умение абстрагировать, делать выводы, обобщать. В преподавании такого предмета, как химия, где практически на каждом уроке ученик должен проводить мини-исследования, осуществлять взаимосвязь приобретенных знаний и личностного опыта, организация исследовательской работы является неотъемлемой частью любого занятия.

При организации исследовательской работы учащихся на уроках и во внеурочное время можно использовать следующие методы исследования [2]:

1. Экспресс-исследования: учитель дает учащимся индивидуальное задание для проведения эмпирических исследований. Например, «На основе собственных знаний найти, какие продукты имеют кислый вкус?», или «Провер-

сти необходимые химические реакции, доказывающие качественный состав соляной или серной кислот».

2. Теоретические экспресс-исследования: ориентированы на работу по изучению и обобщению фактов, материалов, содержащихся в различных источниках. Темы таких исследований должны позволять изучить самые разнообразные объекты в их реальном окружении, увидеть множество тем для собственных изысканий, выдвигая различные гипотезы. Например, проанализировать состав молочных продуктов, относящихся к одной категории товаров (кисломолочные: ряженка, йогурт, кефир и т.д.), в теме «Серная кислота» сравнить различные способы производства серной кислоты, найти и проанализировать достоинства и недостатки каждого из способов.

3. Экспериментальные исследования: навыки экспериментальной работы учащихся приобретают в ходе выполнения лабораторных и практических работ на уроках химии, а также различных опытов и экспериментов во внеурочное время. Например, исследование кислотности кисломолочной продукции различных производителей, или: «зависимость скорости химической реакции от температуры (реакция металла с кислотой в холодном или горячем растворе); наличия катализатора (реакция разложения перекиси водорода с катализатором оксидом марганца ( $MnO_2$ ); фракции измельчения исходных веществ (порошкообразный металл и в виде кусочка); или природы реагирующих веществ (горение спирта и древесины)».

4. Исследовательские проекты представляют собой высшую ступень исследовательской деятельности школьников, овладев методиками эмпирических, теоретических, экспресс-исследований, приобретя навыки практической экспериментальной работы, учащиеся достаточно

успешно справляются с экспериментальной частью проектов, выполняемой по специально подобранным методикам. Так, например, в теме «Сера. Серная кислота» учащиеся готовят проекты по темам: «Анализ сырья при производстве серной кислоты контактным способом», «Применение серной кислоты как водоотнимающего средства при реакциях в органической химии», «Использование серной кислоты в гидрометаллургическом способе производства металлов».

На протяжении многих лет я в своей работе использую метод проектов на уроках и во внеурочной деятельности. Проектная технология личностно ориентирована, в ней осуществляется дифференцированный подход к обучению каждого ученика, происходит обучение в сотрудничестве со сверстниками и учителем. У учащихся, работающих над проектом, формируются проектные умения, такие как целеполагание, планирование, умение хорошо ориентироваться в информационном пространстве, исследовательские, рефлексивные и коммуникативные умения, умение презентовать полученный результат, развивается самостоятельность. Ученики приобретают ценные навыки решения практических задач.

#### ***Библиографический список***

1. ФГОС ООО. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/>
2. Ушакова О.В. Формирование исследовательской компетенции обучающихся средствами современных педагогических технологий в рамках учебной дисциплины «Химия». Тамбов: ТОГОАУ ДПО «Институт повышения квалификации работников образования», 2010. 43 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

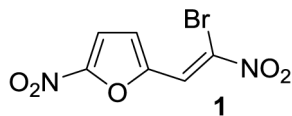
План работы над проектом представлялся нам следующим:

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

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



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



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

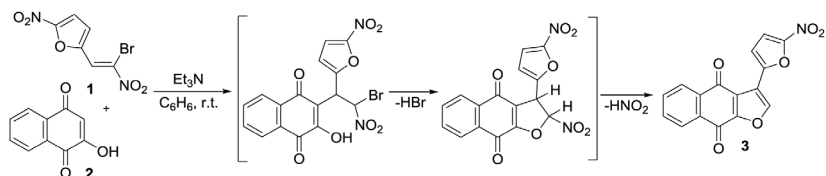
Такой выбор темы обусловлен рядом факторов:

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

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

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

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



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

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

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

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

В целом реализация такого проекта позволила достичь следующих педагогических результатов:

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

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

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

#### ***Библиографический список***

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

**ПРИМЕНЕНИЕ  
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ  
СТУДЕНТОВ ХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ  
THE USE OF COMPUTER MODELING  
TO ASSESS BIOLOGICAL ACTIVITY  
IN THE EDUCATIONAL PROCESS  
OF STUDENTS OF CHEMICAL SPECIALTIES**

**Е.М. Родионова**

Научный руководитель **А.А. Веригина**  
*ФГБОУ ВО «НГПУ», г. Новосибирск*

**E.M. Rodionova**

Scientific adviser **A.A. Verigina**  
*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk*

Компьютерное моделирование, GUSAR PRO, PASS ONLINE, научно-исследовательские навыки, биологическая активность.

*В современном образовании все большее внимание уделяется использованию компьютерного моделирования для развития научно-исследовательских навыков учащихся в данной области. Данная статья рассматривает роль компьютерного моделирования в формировании навыков и понимания оценки биологической активности у студентов химических специальностей.*

Computer modeling, GUSAR PRO, PASS ONLINE, research skills, biological activity.

*In modern education, increasing attention is being paid to the use of computer modeling to develop students' research skills in this field. This article examines the role of computer modeling in the formation of skills and understanding of the assessment of biological activity among students of chemical specialties.*

**В** современном мире научно-исследовательская деятельность играет ключевую роль в образовании, способ-

ствуя развитию критического мышления и умению решать проблемные задачи, а также развивать совместные проектные работы учащихся. Однако с темпами развития технологий, в особенности компьютерного моделирования, встает вопрос о том, как эти инструменты могут быть использованы для эффективного развития научно-исследовательских навыков среди школьников и студентов [1].

На сегодняшний день медицина и здравоохранение остаются одними из важнейших направлений научно-исследовательской деятельности. Внедрение новых лекарственных препаратов, обладающих высокой фармакологической активностью, сравнимой или превышающей зарубежные аналоги, становится приоритетной задачей для фармацевтических предприятий Российской Федерации. В связи с этим подготовка квалифицированных кадров для последующего трудоустройства как в фармацевтической отрасли, так и в научные лаборатории по разработке и внедрению лекарственных препаратов приобретает особое значение как для среднего, так и для высшего образования, а усовершенствование подходов к развитию навыков в научно-исследовательской деятельности обучающихся приобретает приоритетную задачу в процессе образования.

Для усовершенствования процесса обучения многие образовательные центры активно используют различные информационно-коммуникационные технологии как на занятиях, так и для проведения научных исследований [2]. Достоинства использования таких технологий: развитие информационной компетентности, повышение уровня учебной мотивации, возможность применения разнообразных форм работы и расширение кругозора с помощью общедоступных информационных потоков.

В целом компьютерное моделирование представляет собой процесс использования компьютерных программ для прогнозирования воздействия веществ на основе их струк-

туры, химических свойств и известной информации о токсичности подобных соединений [3]. Основная цель данного метода – предоставление информации о потенциале вещества с точки зрения его биологической активности без необходимости проведения физических экспериментов. Как сказано в работе Е.А. Дьякова: «Компьютерные модели являются уникальным дидактическим средством», поскольку они позволяют проводить учебные вычислительные эксперименты, способствуя более глубокому пониманию сути изучаемых закономерностей и создавать осмысленные образы различных процессов и явлений, что способствует развитию абстрактного мышления [4].

На практике наблюдается успешное применение компьютерного моделирования, примером которых служит демонстрация физических экспериментов и явлений в динамике с воспроизведением тонких деталей, которые могут ускользнуть при наблюдении реальных экспериментов, визуализация технологий, основанных на способности человека оперировать образами, представленными с использованием ментальных карт Mind Maps [5]. С использованием компьютерных программ учащиеся могут исследовать биологические системы, такие как клетки или организмы, и анализировать их функции и взаимодействия [6].

Использование *in silico* в ходе образовательного процесса предоставляет студентам возможность выполнить предварительную оценку биологической активности полученных ими соединений после проведения лабораторных экспериментов [7].

Современная версия компьютерной системы предсказания спектра биологической активности является пакет программ Pass Online (Gusar Pro), отвечающий вопросам биологической активности, как известных химических соединений, так и вероятностная биологическая активность новых, синтезируемых в настоящее время веществ.

В качестве доступных видов исследования данный сайт предоставляет следующую информацию: прогноз острой токсичности для крыс, определение неблагоприятного воздействия биологически активного соединения на сердечно-сосудистую систему, прогнозирование антибактериальной, противогрибковой и антивирусной активности и многое другое. Данный сайт не сложен в понимании, поэтому в процессе обучения не вызывает сложности у обучающихся.

Для разработки работ была проведена апробация одного из видов анализа – антибактериальная активность. В качестве сравнительного анализа был взят кверцетин – природный флавоноид, содержащийся в большом количестве представителей флоры, обладающий рядом биологической активности – противовоспалительным, антиоксидантным и гипертензивным действием [8]. Также имеется информация об антибактериальной активности данного флавоноида, что показано в работе [9]. Исходя из анализа антибактериальной активности благодаря данному сайту, было обнаружено, что кверцетин проявляет ингибирующую активность в отношении роста таких бактерий, как *Streptococcus pneumoniae* и *Bacillus subtilis*, что подтверждается рядом работ по определению бактериальной активности в других работах [10; 11].

В контексте исследовательской работы, проведенной на кафедре химии ФГБОУ ВО «НГПУ» [12], примером может служить исследование биологической активности химических соединений, в частности, аминометилированных производных кверцетина. Важным аспектом такой работы является не только осуществление синтеза, но и формулирование цели исследования, определяющей его актуальность и значимость. Анализ биологической активности данных соединений выявил их антибактериальную активность, что подчеркивает потенциальную перспективу для последующих исследований.

Этот подход к исследовательской деятельности позволил студентам получить не только практические навыки в

синтезе новых биологически активных веществ, но и способность проводить предварительный анализ биологической активности синтезируемых ими соединений.

### ***Библиографический список***

1. Клещева И.В. Развитие мотивации учащихся к учебно-исследовательской деятельности // Вестник БГУ. 2014. № 4.
2. Хайыдова А., Худайкулиева А. Компьютерное моделирование и прогнозирование химических реакций в органической химии // Всемирный ученый. 2024. № 19.
3. Сулейманов Р.Р. Компьютерное моделирование в учебном процессе // Школьные технологии. 2011. № 1.
4. Дьякова Е.А., Илющенко А.И. Компьютерные модели как средство повышения эффективности обучения физике в школе // Наука и школа. 2007. № 4.
5. Нурахметова А.Р. Активизация познавательной деятельности учащихся на занятиях по химии посредством ИКТ // МНИЖ. 2021. № 4. С. 106.
6. Тищенко А.О. Применение компьютерных технологий на уроках биологии // Научные исследования в образовании. 2010. № 5.
7. Filimonov D.A., Rudik A.V., Dmitriev A.V., Poroikov V.V. Computer-Aided Estimation of Biological Activity Profiles of Drug-Like Compounds Taking into Account Their Metabolism in Human Body // International Journal of Molecular Sciences. 2020. No. 21.
8. Ovando C., Hernandez D., Hernandez E. Chemical studies of anthocyanins: a review // Food Chem. 2009. No. 113. С. 859–871.
9. Stevenson P.C., Haware M.P. Maackiain in Cicer bijungum associated with resistance to Botrytis // Biochemical Systematics and Ecology. 1999. No. 27. С. 761–767.
10. Школьникова М.Н., Аверьянова Е.В., Рожнов Е.Д., Баташов Е.С. Исследование антибактериальной активности флавоноидов облепихового шрота // Индустрия питания. 2020. № 3.
11. Nguyen TLA, Bhattacharya D. Antimicrobial Activity of Quercetin: An Approach to Its Mechanistic Principle // Molecules. 2022. № 8.



12. Веригина А.А. Аминометилирование кверцетина аминокислотами различного строения // Всероссийская конференция с международным участием «Идеи и наследие А.Е. Фаворского в органической химии». СПб.: ИЗДАТЕЛЬСТВО ВВМ, 2023. С. 161.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ**

### **THE POSSIBILITIES OF USING NEURAL NETWORKS IN TEACHING CHEMISTRY**

**Е.В. Селезова**

*Краевая общеобразовательная школа-интернат по работе с одаренными детьми «Школа космонавтики», г. Железногорск*

**E.V. Selezova**

*Regional comprehensive boarding school for working with gifted children «School of Cosmonautics», Zheleznogorsk*

Цифровизация образования, цифровые технологии, нейронные сети, обучение химии.

*Нейросетевые компьютерные системы – это инновационный тип интеллектуального компьютерного средства обучения, который активно применяется в том числе и в процессе обучения химии. В статье рассмотрены возможности использования нейросетей на уроках химии.*

Digitalization of education, digital technologies, neural networks, chemistry training.

*Neural network computer systems are an innovative type of intelligent computer learning tool, which is actively used, among other things, in the process of teaching chemistry. The article discusses the possibilities of using neural networks in chemistry lessons.*

**В** мире профицита информации современные педагоги должны выступать в роли проводника, обучая на занятиях

не только профессиональным, жестким, но и мягким навыкам, актуальным для любого специалиста XXI века, а это, несомненно, digital-технологии. Именно поэтому в образовании современных школьников широко используются современные инновационные технологии [2; 3], в частности можно выделить использование нейросетей в образовательном процессе. Нейронная сеть (ИНС, искусственная нейронная сеть, нейросеть) – это математическая модель, а также ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [1]. Основное назначение нейросетей – решение интеллектуальных задач. Важной особенностью нейросетей является способность обучаться, как самостоятельно, на основе собственного опыта, так и под управлением человека. Нейросети способны вести осмысленные беседы, искать и генерировать необходимую информацию, генерировать различные картинки и многое другое. Поэтому, неудивительно, что в настоящий момент наблюдается активное использование нейросетей в образовательном процессе, в том числе и в процессе обучения химии. В настоящей статье остановимся на возможности использования нейросетей в качестве инструмента обучения химии в образовательных организациях.

В 2022 году был запущен ChatGPT – чат-бот с генеративным искусственным интеллектом, разработанный компанией OpenAI и способный работать в диалоговом режиме, поддерживающей запросы на естественных языках. ChatGPT обучен отвечать на последовательные вопросы, генерировать тексты с высокой уникальностью. Еще одна достаточно востребованная у современных подростков нейросеть – YandexGPT – это генеративная языковая модель, которая создает тексты. Например, может написать письмо или статью, объяснить непонятное слово или тему из учебника, придумать идею, дать совет и помочь с другими задачами.

Неудивительно, что эти нейросети стали очень популярными среди современных школьников. И поэтому в рамках цифровизации данные нейросети можно рассматривать как полезный инструмент в процессе химической подготовки обучающихся, так как они обучены на большом количестве химических текстов и химической информации, содержащейся в сети интернет, включая школьную программу и современные образовательные ресурсы. Однако необходимо, чтобы педагоги контролировали использование нейросетей и обучали школьников критически применять и анализировать получаемую информацию.

Остановимся на некоторых возможностях использования ChatGPT, YandexGPT и подобных нейросетей в процессе обучения химии:

1. Использование данных нейросетей как помощников в составлении плана урока химии.

2. ChatGPT, YandexGPT и подобные им можно использовать как помощника для оценки знаний учеников по химии, предоставляя более точные и объективные результаты, а также реализации проверки знаний.

3. Нейросеть может помочь учителю составить индивидуальное задание по изучаемой теме, для каждого обучающегося. Это дает возможность для построения новых траекторий персонализации, индивидуализации и дифференциации обучения.

4. Использование ChatGPT и YandexGPT для поиска информации в виде дополнительных сообщений на уроках.

5. Организация дискуссий по пройденной теме в ChatGPT и YandexGPT (задать нейросети вопрос, получить ответ и обсудить его со школьниками).

6. Нейросеть может сгенерировать идеи для проектной или исследовательской работы со школьниками. Эти идеи можно использовать такими, какими предлагает нейросеть, или углубить, доработать и детализировать.

7. Нейросети можно использовать для анализа больших объемов данных, связанных с химией, таких как структуры молекул или результаты экспериментов, чтобы выявить закономерности и новые знания и т.д.

Таким образом, использование нейросетей на уроках химии позволяет разнообразить образовательный процесс, нестандартный подход и применение нейросетей в процессе обучения химии, заинтересовать современного подростка, повысить его уровень мотивации. Включить в образовательный процесс больше практических работ, в этом случае возможно использование VR Chemistry Lab – химическая виртуальная лаборатория, которая позволяет ученикам изучать и экспериментировать с химическими реакциями в безопасной среде.

Более сложным процессом работы с нейросетью на уроках химии может быть использование иллюстраций, графических моделей, видео. Используя Craiyn, Kandinsky, Jasper.ai, ChatSonic, Midjourney и др., можно сгенерировать любое изображение по текстовому описанию (например, модели молекул, иллюстрация химического производства). Сгенерированные нейросетью изображения можно использовать на уроке, порождая повод для дискуссии и обсуждения в справедливости сгенерированного изображения.

При работе с нейросетями необходимо помнить, что, несмотря на ряд неоспоримых преимуществ, ИНС лишь подражает текстам в Интернете, ее ответы могут оказаться выдумкой, на некоторые вопросы ответа не будет вообще, также нейросеть не в курсе последних новостей и научных исследований. Поэтому обращение к нейросетям в контексте образовательного процесса этически амбивалентно и поднимает вопросы и проблемы, на которые научному сообществу, методистам в области обучения химии, а также каждому преподавателю химии, использующими возможности искусственного интеллекта на уроках химии, еще предстоит ответить.

### **Библиографический список**

1. Нейронная сеть // Википедия (wikipedia.org) (дата обращения 13.04.24).
2. Селезова Е.В. Использование цифровых образовательных платформ в процессе обучения химии // Химическая наука и образование Красноярья: материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 мая 2023 года / Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2023. С. 182–186.
3. Селезова Е.В. Использование современных педагогических технологий при обучении химии в организациях для одаренных детей // Проблемы естественных, математических и технических наук в контексте современного образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Липецк, 25–26 ноября 2021 года. Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2021. С. 471–478.

## **ГЕЙМИФИКАЦИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ КОНВЕРГЕНТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ GAMIFICATION IN IMPLEMENTATION OF CONVERGENT EDUCATION**

**А.М. Степанова**

Научный руководитель **С.В. Макаренко**  
*РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

**A.M. Stepanova**

Scientific adviser **S.V. Makarenko**  
*Herzen University, Saint-Petersburg*

Геймификация, конвергентное образование, междисциплинарное обучение, внеурочная деятельность, химия, физика.

*В статье раскрывается вопрос геймификации как способе повышения вовлеченности обучающихся в образовательный процесс. Приводится опыт использования элементов геймификации в процессе формирования междисциплинарной образовательной среды во внеурочной деятельности.*

Gamification, convergent education, interdisciplinary education, extracurricular activities, chemistry, physics.

*The article reveals the issue of gamification as a way to increase the involvement of students in the educational process. The experience of using gamification elements in the process of forming an interdisciplinary educational environment in extracurricular activities is presented.*

**В** настоящее время одной из ключевых идей ФГОС является метапредметность результатов учебной деятельности и реализация системно-деятельностного подхода в образовании [1].

Конвергентное образование направлено на формирование междисциплинарной среды и является логичным продолжением метапредметного и междисциплинарного подходов.

Геймификация – это активно развивающаяся технология, базирующаяся на многолетнем опыте использования дидактических игр. В то время, как у игры есть четкие признаки, такие как сочетание игровой и образовательной целей, ориентировка учащихся на процесс игры в большей степени, чем на результат, добровольность и ситуация выбора [2]. Геймификация использует некоторые игровые элементы в неигровом, например, образовательном процессе [3].

Элементами геймификации являются: игровая цель и единая сюжетная линия, ролевая составляющая, система соревновательных заданий, балльно-рейтинговая система, визуализация структуры курса, внутриигровая система мотивации [4]. Геймифицировать можно не только отдельные уроки, но и целый курс в целом.

Нами в процессе реализации курса внеурочной деятельности «Физика+Химия» для 5–6 классов ГБОУ «Лицей № 226» Фрунзенского района (г. Санкт-Петербург) были успешно использованы элементы геймификации.

Весь курс связывает единая сюжетная линия, которая ведет к достижению игровой цели, для выполнения которой необходимы знания, полученные в рамках освоения курса.

В центре сюжета находится персонаж, имя которому каждый класс дал самостоятельно. Главный герой попадает в беду из-за неизвестной пока экологической катастрофы на его планете. В процессе реализации курса на каждом занятии открываются новые подробности сюжета, которые меняются в зависимости от выбора, сделанного учащимися, или результатов больших итоговых игр.

Структура курса визуализирована с помощью карт-раскрасок, прогресс на которых отмечается путем добавления цвета.

В качестве награды за выполненные игровые задачи учащиеся получают значок «Знаток» конкретных тем и обмундирование для главного героя, которое впоследствии они могут использовать в итоговых играх.

Таким образом, в процессе годового курса освоены базовые понятия физики и химии: «строение атома», «химическая связь», «валентность», «классы соединений», «электричество», «гравитация», «сила тяжести» и «вес».

Каждое занятие сопровождалось специально разработанной игрой. На уроке «Строение атома» использована подвижная игра «Атом»: ученики разбиваются на три группы (электроны, протоны и нейтроны), ведущий произносит название элемента, его порядковый номер и массу, участники должны встать таким образом, чтобы сформировать модель атома (правильное количество протонов и нейтронов в центре, электроны бегают по внешнему кругу), затем роли меняются. На уроке «Строение кристаллической решетки» использовалась игра «Узнай меня»: учащимся выдается условный набор инструментов для исследования загаданного ведущим объекта (нос, язык, руки, термометр, морозильная камера, печка, стакан воды, молоток и т.д.), используя эти инструменты, ученики должны установить физические свойства загаданного вещества и определить его кристаллическую решетку.

В целом геймификация курса внеурочной деятельности позволяет упростить понимание материала, сложного для учеников, и повышает их вовлеченность в процесс обучения, что, безусловно, способствует усвоению базовых понятий, необходимых в дальнейшей учебной деятельности.

#### ***Библиографический список***

1. Трапезникова Е.В. Междисциплинарная интеграция как важнейший фактор формирования интеллектуальной культуры учащихся в рамках перехода на ФГОС // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2011. № 3 (8). С. 99–103.
2. Хайбулаев М.Х., Зубаилова П.Ф. Учение и игра // Вестник Социально-педагогического института. 2015. № 3 (15). С. 65–83.
3. Тропникова В.В. Применение технологий геймификации в образовательном процессе в системе среднего профессионального образования // Концепт. 2021. № 3. С. 86–96.
4. Акчелов Е.О., Галанина Е.В. Новый подход к геймификации в образовании // Векторы благополучия: экономика и социум. 2019. № 1 (32). С. 117–132.

## **РАЗРАБОТКА ДИДАКТИЧЕСКОЙ ИГРЫ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ DEVELOPMENT OF A DIDACTIC GAME ON ORGANIC CHEMISTRY**

**И.С. Удалкин**

Научный руководитель **Т.А. Битюцкая**

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

**I.S. Udalkin**

Scientific adviser **T.A. Bitiutskaya**

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

Дидактическая игра, активные методы обучения, познавательная активность, интерактивное занятие, органическая химия.



*В статье описывается разработанная дидактическая игра по органической химии для учеников 10–11 классов общеобразовательных учреждений, способствующая закреплению знаний. С учетом этапов освоения курса органической химии игра ранжирована по уровням сложности. Анализируются приемы дидактических игр как способа запоминания изучаемого предмета.*

Didactic game, active teaching methods, cognitive activity, interactive activity, organic chemistry.

*The article describes a developed didactic game on organic chemistry for students in grades 10-11 of general education institutions, which contributes to the consolidation of knowledge. Taking into account the stages of mastering the course of organic chemistry, the game is ranked by difficulty levels. The techniques of didactic games as a way of memorizing the studied subject are analyzed.*

Дидактическая игра – это специальный методический прием в виде игровой ситуации, направленный на достижение определенных учебных целей. Задания, данные в форме игры, усиливают мотивацию к обучению [1]. Проведение дидактических может позволить не только повысить интерес обучающихся к изучению химии, но и выполнить требования ФГОС в части формирования функциональной грамотности учащихся, под которой подразумевается способность применять приобретенные знания, умения и навыки для решения задач в различных сферах жизни [2].

На данный момент дидактические игры по органической химии выпускаются в электронном и печатном формате. В качестве примеров можно привести игры Periodic: «A Game of The Elements», или вариант на русском языке издательства CrowdGames под названием PERIODIC. «Таблица Менделеева»; «Сон Менделеева», имеющие достаточную популярность среди школьников. Данные игры рассчитаны на 2–5 учеников. Многие дидактические игры не изданы в России, например, Covalence: «A Molecule Building Game», «Compounded».

В результате анализа вышеперечисленных игр был сделан вывод, что ни одна из них не соответствует всем следующим параметрам:

- 1) эффективная организация обучения во время урока;
- 2) осуществление самопроверки учеником;
- 3) стимулирование к дальнейшему изучению предмета;
- 4) возможность использования настольной игры как основы для закрепления пройденного материала по курсу органической химии.

Разработана дидактическая игра «Мемори» или «Найди пару» – это карточная настольная игра, состоящая из парных картинок. Цель игры: открыть как можно большее количество парных карточек.

Ход игры: ведущий (учитель, ученик) раскладывает карточки сначала «лицом» вверх в хаотичном порядке, участники (ученики) смотрят и запоминают, затем по очереди переворачивают по две карточки рубашкой вверх, озвучивают название всем ученикам, и, если они совпадают, то забирает себе, если нет, то переворачивает и кладет обратно.

Таким образом, настольная игра «Найди пару» позволяет закрепить знание изученных формул органических соединений, дает возможность организовывать химические диктанты, конкурсы, самопроверку учеников.

В игре «Мемори углеводородов» начального уровня пара состоит из одинаковых карточек: название химической формулы с молекулярной формулой.

В игре «Мемори углеводородов» промежуточного уровня пара состоит из разных карточек. Первая карточка – название органического вещества, вторая – молекулярная формула вещества.

Для наглядности карточки оформлены разным цветом. Зеленые карточки относятся к начальному уровню, желтые – к промежуточному. Пример представлен на рисунке 1.

Метан $\text{CH}_4$	Метан	$\text{CH}_4$
Этан $\text{C}_2\text{H}_6$	Этан	$\text{C}_2\text{H}_6$
Пропан $\text{C}_3\text{H}_8$	Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$

Рис. 1. Игра «Мемори углеводородов»

Дидактическая игра «Органический крокодил» – настольная игра, состоящая из карточек с вопросами. Вопросы делятся по уровню сложности и имеют индивидуальный номер. Задача учеников – как можно дольше продержаться в игре, отвечая на вопросы из карточек. Задача ведущего – следить за ответами и проверять их правильность, используя лист с ответами. Карточки располагаются в центре игровой зоны. Каждый ученик по очереди вытягивает карту, зачитывает вслух вопрос и дает на него ответ. Ограничение времени на ответ устанавливается индивидуально для каждой игры. Разделы игры «Органический крокодил» в зависимости от уровня сложности представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Уровни сложности и разделы органической химии  
в игре «Органический крокодил»**

Уровень сложности игры	Начальный уровень	Промежуточный уровень
1	2	3
Разделы органической химии	Предмет органической химии;	Химические реакции; качественные реакции; правило Марковникова; именные реакции;

1	2	3
	основные положения теории; общие формулы углеводов; гомологический ряд, строение атома углерода; валентность атома углерода; виды изомерии	ароматические углеводороды; горение; нефть и каменный уголь; способы получения и переработки; название вещества по международной номенклатуре; промышленные способы получения углеводов; октановая шкала; радикалы; применение углеводов в производственной сфере; кислородсодержащие органические соединения

Для наглядности карточки оформлены разным цветом. Зеленые карточки соответствуют начальному уровню сложности игры, желтые – промежуточному. Пример карточек для игры «Органический крокодил» представлен на рисунке 2.

<div style="border: 1px solid white; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">113</div> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Какой валентности углерод «С» в органических веществах?</p>	<div style="border: 1px solid white; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">212</div> <p style="text-align: center;">К какому из групп СН присоединится водород (H), если учесть правило Марковникова</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr}</math></p>
--	---

Рис. 2. Игра «Органический крокодил»

Использование на уроках химии дидактических игр как инструмента интерактивного занятия способствует росту познавательной активности учеников, снятию напряжения и повышению мотивации к дальнейшему изучению предмета.

Таблица 2

**Применение дидактической игры  
на уроках химии 10-х классов**

Дата	Событие	Использование дидактической игры
02.09.2023	Проверка положений теории химического строения у учеников 10-х классов	«Органический крокодил», начальный уровень
20.09.2023	Закрепление теории «Непредельные углеводороды. Алканы»	«Найди пару», начальный уровень, алканы
12.12.2023	Закрепление теории по теме «Ароматические углеводороды. Арены»	«Найди пару», промежуточный уровень, ароматические углеводороды

**Библиографический список**

1. Сатывалдиев А.С., Абдыладаева Н.Э. Применение дидактических игр для повышения эффективности обучения по органической химии в средней школе // Вестник Кыргызстана. 2023. № 1 (2). С. 388–392.
2. Самандаров Д.Д., Сафина Л.Г. Организация и проведение дидактических игр по химии с использованием химического эксперимента // Профессиональная ориентация. 2023. № 4. С. 82–84.

**ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ  
СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ  
ШКОЛЬНИКОВ**

**VALUE AND MEANING GUIDELINES  
OF MODERN ECOLOGICAL EDUCATION  
FOR SCHOOLCHILDREN**

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

*<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

*<sup>2</sup>МБОУ «Школа № 98», г. Железнодорожск*

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

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

*<sup>2</sup>MBOU School № 98, Zheleznogorsk*

Экология, экологическое сознание, экологическое воспитание школьников, культур-центристский подход.

*В статье анализируются ценности, явно и неявно присутствующие в программах современного экологического образования. Метод исследования – анализ программных документов российского образования на предмет выявления мировоззренческих (ценностных и позиционных) установок, формирующихся у школьников в результате освоения учебных программ. В результате установлена ценностно-смысловая экологичность российских программ школьного естественно-научного образования, их ориентация на понимание экологии как науки о биологических системах.*

Ecology, ecological consciousness, ecological education of schoolchildren, cultural centrist approach.

*The article analyzes the values that are explicitly and implicitly present in modern environmental education programs. The research method is an analysis of program documents of Russian education in order to identify ideological (value and positional) attitudes that are formed in schoolchildren as a result of mastering educational programs. As a result, the value-semantic environmental friendliness of Russian school science education programs has been established, their orientation towards understanding ecology as the science of biological systems.*

В большом мире, к жизни в котором школа готовит подрастающее поколение, все ярче проявляются интересные тенденции, связанные с современным экологическим сознанием:

– «Зеленая повестка» является неписанным законом стран Запада, Европы и США.

– Нарастивают мощь явления экологического экстремизма и «зеленого террора».

– Зоосекты – в нашей стране и за рубежом существуют сообщества, отрицающие эволюционные приоритеты, провозглашающие преобладание прав животных над интересами людей.

– На Экономическом форуме Давос-2024 основательница движения «Остановим экоцид сейчас» Дж. Мехта призвала запретить глобальное сельскохозяйственное производство из-за того, что оно вредит природе.

Экологическое сознание является продуктом менталитета, а тот, в свою очередь, формируется под влиянием средств массовой информации, социальных практик и институтов образования.

Цель статьи – анализ содержания экологического образования в российской общеобразовательной школе.

В ряде исследований [1; 2; 3] типы экологического сознания классифицируются по этическому диадическому принципу «хорошее-плохое». Плохим считается антропоцентрический (природа для человека) подход, хорошим – экоцентрический (человек для природы).

В.С. Дробышев анализирует алармистский подход к экологическому сознанию. Алармизм (от слова alarm – тревога) – мировоззрение, в основе которого лежит эсхатологическое восприятие будущего человечества, находящегося, вместе с природой, на грани неминуемой гибели [1].

Были проанализированы учебные и методические пособия, посвященные теме экологического образования.

Учебное пособие «Теория и методика экологического образования детей» С.Н. Николаевой начинается словами «Неблагополучное состояние планеты... – это результат нерационального природопользования, результат деятельности людей, которых не беспокоит проблема сохранения **природных** (материальных и духовных) **ресурсов, результат** потребления богатств Земли для получения максимальной прибыли и удовлетворения потребностей современного поколения». На примере этого фрагмента можно проиллюстрировать мировоззренческие установки, внедряемые как базовые и не нуждающиеся в доказательствах в сознание учащихся.

Характеристики человечества отражены в эпитетах: «нерациональное», «не беспокоит», «потребитель», «удовлетворение потребностей» [2].

В учебнике «Экологическая психология» Е.А. Стерлиговой второй задачей в перечне приоритетных для экологической психологии обозначено «выявление мотивации экологического поведения, раскрывающего причины поступков лиц как ответственных за нанесение ущерба окружающей среде, так и стремящихся любыми (в том числе неадекватными) способами воспрепятствовать этому процессу» [3, с. 5]. Читается презумпция вредоносности людей в целом, тип взаимодействия людей с природой – это нанесение вреда – либо препятствование вреду, причиняемому людьми природе [3].

В аннотации к курсу лекций «Введение в экологическую психологию» А.А. Калмыкова отмечает: «Связь экологии и психологии становится очевидной, если осознать, что человеческая Душа – предмет изучения психологии, а вместе с ней и человеческий Разум, через естественный страх надвигающейся глобальной экологической катастрофы достигают понимания своего истинного положения и предназначения». Смысл экологической психологии



рассматривается А.А. Калмыковой сквозь призму глобальной катастрофы, но не как понимание способов существования человека как элемента целостной экосистемы [4].

Можно сделать заключение о том, что в некоторых учебно-методических программах выражены негативные и алармистские мировоззренческие установки, а именно:

Понимание предмета экологической науки смещается от «изучения взаимосвязей живых организмов» к «борьбе с ущербом».

Позиция человека в мире смещена от чувства ответственности Человека за свою деятельность в природе – к чувству вины за свое существование.

В российском образовании проблема экологического образования часто являлась предметом обсуждений.

В 80-х гг. XX в. цели экологического обучения в школе были когнитивно-поведенческими – это знания, умения и навыки. Предметом обучения были связи живых систем, но без акцентирования роли человека как их части. Воспитание бережного отношения к природе было определено как задача школы, но решение воспитательных задач делегировано внеучебной работе. Поэтому одним из направлений реформирования этой области образования была «экологизация» – встраивание экологического содержания в максимальное количество учебных дисциплин [2].

В 1991 г. принята новая концепция экологического образования, в которой поставлена межпредметная задача формирования у обучающихся ответственного отношения к окружающей социально-природной среде и здоровью [1]. Экологическое образование в концепции 1991 г. понимается как процесс, направленный на достижение не только знаний и умений, но и формирование воспитанности, экологических ценностей и ответственного отношения к окружающей среде.

В результате доминирования компетентностного подхода в 2010 г. целевыми ориентирами экологического обучения стали прикладные компетенции – экологическая компетенция и функциональная экологическая грамотность, а также энвайронментальная грамотность, экологическая грамотность и экограмотность.

В 2022 г. утверждена новая концепция Экологического образования. Предмет познания Концепции понимается как системы «человек – общество – природа», способ познания Е.Н. Дзятковская характеризует как «экосистемную познавательную модель, как вариант системного анализа, особую методику познания систем разной природы во взаимосвязи с окружающей их социоприродной средой. В праксиологии становится важен опыт экологически ориентированного социального полипозиционирования личности (в качестве представителя тех или иных слоев населения, гражданина, специалиста, эксперта, консультанта)» [5].

### **Анализ содержания программ естественно-научных дисциплин**

Утвержденная в 2022 г. «Концепция экологического образования в системе общего образования» рассматривает экологическое образование (ЭО) позитивно, считая, что оно «становится платформой образования в интересах устойчивого развития – генеральной гуманитарной стратегии человечества в XXI веке». В Концепции определена культуротворческая миссия ЭО – это «формирование экологической культуры в интересах устойчивого биосферосовместимого развития взаимодействия человека и общества с природой». Такое определение целей ЭО не содержит алармистских и нативистических установок, более того, Россия рассматривается авторами концепции как «экологический донор планеты», субъект поддержания экологического равновесия биосферы.

Обсуждая Концепцию 2022 г., Е.Н. Дзятковская выделяет три ключевых аспекта экологической образованности, которая является основной целью и результатом ЭО: экологическая картина мира, экологически ответственное мировоззрение и сформированность внутренней позиции личности. Все компоненты этой триады, представленные в Концепции, являются конструктивными и позитивными, постулирующими необходимость активной и ответственной позиции формирующегося гражданина Планеты по отношению ко всему живому [5].

### **Школьные предметы биология, химия и география как оператор развития экологического мышления школьников**

Экологические ценности и цели экологического образования представлены в Концепции преподавания биологии в общеобразовательной школе: «...биологические знания несут важнейшую мировоззренческую функцию, ставя вопросы о жизни, ее происхождении, цели и ценности, о происхождении человека, его развитии, интеграции в природный мир и о роли человека в нем».

В Федеральной рабочей программе «Биология» в перечне личностных результатов значатся:

Личностный результат 7: экологическое воспитание, рассматриваемое как «экологически целесообразное отношение к природе как источнику жизни на Земле, основе ее существования; повышение уровня экологической культуры: приобретение опыта планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды; осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения; способность использовать приобретаемые при изучении биологии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием

(соблюдение правил поведения в природе, направленных на сохранение равновесия в экосистемах, охрану видов, экосистем, биосферы); активное неприятие действий, приносящих вред окружающей природной среде, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их; наличие развитого экологического мышления, экологической культуры, опыта деятельности экологической направленности, умения руководствоваться ими в познавательной, коммуникативной и социальной практике, готовности к участию в практической деятельности экологической направленности.

Личностный результат 8: ценности научного познания: убежденность в значимости биологии для современной цивилизации: обеспечение нового уровня развития медицины, создание биотехнологий, способных решать ресурсные проблемы развития человечества, поиска путей выхода из глобальных экологических проблем и обеспечения перехода к устойчивому развитию, рациональному использованию природных ресурсов и формированию новых стандартов жизни.

В Федеральной рабочей программе «Химия» на уровне основного общего образования в перечне личностных результатов значатся цели: экологического воспитания:

Как экологически целесообразного отношения к природе как источнику жизни на Земле, основе ее существования, понимания ценности здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к собственному физическому и психическому здоровью, осознания ценности соблюдения правил безопасного поведения при работе с веществами, а также в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей.

Как способности применять знания, получаемые при изучении химии, для решения задач, связанных с окру-

жающей природной средой, для повышения уровня экологической культуры, осознания глобального характера экологических проблем и путей их решения посредством методов химии, экологического мышления, умения руководствоваться им в познавательной, коммуникативной и социальной практике.

То есть в результате освоения школьного курса «Химия» предусмотрено становление экологической культуры, ответственной и активной позиции обучающегося по сохранению и защите окружающего мира.

В Федеральной рабочей программе «География» в перечне личностных результатов значатся такие цели экологического воспитания: ориентация на применение географических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды; осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения; активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде; осознание своей роли как гражданина и потребителя в условиях взаимосвязи природной, технологической и социальной сред; готовность к участию в практической деятельности экологической направленности.

### **Заключение**

Социальные явления свидетельствуют о наличии особенностей экологического сознания людей XXI в., некоторые из которых гипертрофированы до перехода в противоположное качество. Так, забота о сохранении окружающей среды принимает форму терроризма и экстремизма. Например, уничтожение произведений искусства для привлечения внимания к теме природосбережения.

В институализированном образовании существуют различные мировоззренческие подходы к экологическо-

му образованию, в том числе: человекоцентричный (прагматичный), природоцентричный, алармистский, культурно-центрированная (формирование экологической культуры личности) и другие.

Анализ концептуальных и программных документов, определяющих основания российского общего образования, свидетельствует о системном развитии позитивных и субъектных мировоззренческих установок экологического обучения. Целью современного экологического образования является становление экологической культуры личности – ценностно-смыслового и поведенческого стержня здорового и безопасного образа жизни.

#### ***Библиографический список***

1. Дробышев В.С. Социологический анализ феномена «экологический экстремизм» в современном обществе // Социально-гуманитарные инновации: стратегии фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Оренбург, 2022. С. 341–345.
2. Николаева С.Н. Теория и методика экологического образования детей: учеб. пособие для выс. учеб. зав. М.: Академия, 2003. 336 с.
3. Стерлигова Е.А. Экологическая психология: учеб. пособие / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2012. 212 с.
4. Калмыков А.А. Введение в экологическую психологию. М.: МНЭПУ. 1999. 127 с.
5. Дзятковская Е.Н. Новая концепция экологического образования: эволюция ключевых понятий // Ценности и смыслы. 2022. № 5 (81).

**РЕТИНОВАЯ КИСЛОТА  
И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**  
**RETINOIC ACID AND ITS INFLUENCE ON ORGANISMS**

**Д.Д. Иванов**

Научные руководители: **Д.С. Руденко, Н.А. Малиновская**  
*КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск*

**D.D. Ivanov**

Scientific advisers: **D.S. Rudenko, N.A. Malinovskaya**  
*KrasSMU named after prof. V.F. Voino-Yasenetsky,*  
*Krasnoyarsk*

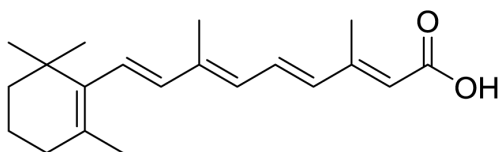
Ретиновая кислота, витамин А, трематоды, тератогенность, пороки развития, Нох-гены, рак.

*В статье анализируется информация о важнейшем метаболите витамина А – ретиновой кислоте. Приведена информация о строении ретиновой кислоты. Рассмотрены следующие вопросы: синтез и механизм действия ретиновой кислоты, вид трематод, который на одной из своих стадий жизненного цикла воздействует ретиновой кислотой на промежуточного хозяина с целью ускорения своего попадания в организм окончательного хозяина, тератогенные свойства ретиновой кислоты и пороки развития, которые она вызывает. В статье описано воздействие ретиновой кислоты на Нох-гены и рассмотрены примеры использования ретиновой кислоты для лечения рака.*

Retinoic acid, vitamin A, trematodes, teratogenicity, malformations, Hox genes, cancer.

*The article analyzes information about the most important metabolite of vitamin A – retinoic acid. Information on the structure of retinoic acid is provided. The following issues are considered: the synthesis and mechanism of action of retinoic acid, a type of trematode that, at one of its life cycle stages, acts on an intermediate host with retinoic acid in order to accelerate its entry into the body of the final host, the teratogenic properties of retinoic acid and the malformations that it causes. The article describes the effect of retinoic acid on Hox genes. The article discusses examples of the use of retinoic acid for the treatment of cancer.*

**Т**ранс-ретиноевая кислота – метаболит витамина А. Представляет собой порошок от бледно-желтого до светло-оранжевого цвета с цветочным запахом. Состоит из циклогексенового кольца и ненасыщенного «хвоста», в котором чередуются двойные и одинарные связи между атомами углерода, что придает данной молекуле светочувствительность (рис. 1). Ретиноевая кислота растворима в жирах, что позволяет ей легко проходить через мембраны клеток [1].



*Рис. 1. Структурная формула ретиноевой кислоты ( $C_{20}H_{28}O_2$ )*

Ретиноевая кислота имеет большое значение для роста и развития всех хордовых, включая человека, так как влияет на Нох-гены, отвечающие за сегментацию организма и закладку органов. Обладает сильным тератогенным эффектом, способна подавлять рост и деление раковых клеток. В клетках ретиноевая кислота синтезируется из витамина А, который организм человека не способен самостоятельно синтезировать и получает его из пищевых продуктов животного (печень, рыба, яйца, молочные продукты) или растительного происхождения (из пигмента  $\beta$ -каротина, который придает желто-оранжевую окраску плодам, например, моркови, сладкому перцу, дыне, тыкве, абрикосу) [2].

Ретиноевая кислота (**3**) синтезируется из ретинола (**1**) посредством двух ферментативных реакций: обратимое окисление ретинола (**1**) до ретиналя (**2**), затем – необратимая реакция окисления ретиналя (**2**) до ретиноевой кислоты (**3**) (рис. 2). Синтез активно идет в печени и тонкой кишке [2].



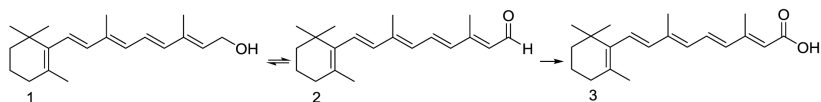


Рис. 2. Синтез ретиноевой кислоты

Ретиноевая кислота связывается с рецептором ретиноевой кислоты RAR, связанным с ДНК через рецептор RXR в составе комплекса рецепторов. RXR связан с областями генома, находящимися в областях промотора и факторов транскрипции. Эти участки – элементы ответа на ретиноевую кислоту (RARE). Связывание лиганда ретиноевой кислоты с рецептором RAR приводит к изменению конформации, что приводит к активации других белков или подавлению транскрипции других генов. Воздействует на гены-мишени, которые зависят от клетки-мишени [3–5].

Род плоских паразитических червей трематод *Ribegeia* использует на одной из стадий своего жизненного цикла ретиноевую кислоту для увеличения шанса попадания в окончательного хозяина. Из яйца выходит мирацидий с ресничками и заражает улитку, в ней преобразуется в редию и размножается бесполом путем. Из улитки выходит новая плавающая форма – церкария, она находит головастика, превращается в метацеркарию, мигрирует в заднюю часть головастика и начинает синтезировать ретиноевую кислоту. Уровень кислоты в тканях зараженного головастика повышается на 70 % по сравнению со здоровым, что провоцирует появление дополнительных задних конечностей. Такие лягушки прыгают на 41 % короче, чем здоровые. Они на 66 % менее выносливы и плавают на 37 % медленнее, чем нормальные лягушки. Птицы (окончательные хозяева) предпочитают охотиться именно на больных лягушек, так как их легче поймать. В организме птицы паразиты переходят в финальную стадию развития и откладывают яйца, которые потом попадают обратно в водоем [6; 7]. На территории Европы (Франция, Германия,

Россия) трематода рода *Strigea* вызывает у земноводных полидактилию, появление небольших дополнительных конечностей, укорочение бедра и голени. Появление дополнительных конечностей указывает на то, что метацеркарии *Strigea gobutsa* также выделяют ретиноевую кислоту [8]. Измерений количества ретиноевой кислоты в тканях, зараженных этим видом трематод, не проводилось, но, вероятно, механизм воздействия тот же, что и у *Riberoia ondatrae*.

Интересно, что в кишечнике человека некоторые представители микробиоты изменяют гомеостаз эпителия. Так, *Faecalibaculum Rodentium* снижает экспрессию энтероцитами ферментов, участвующих в образовании ретиноевой кислоты, уменьшая передачу сигналов с ее участием [9].

Препараты ретиноевой кислоты используются для терапии некоторых заболеваний. Так, 13-Цис-ретиноевая кислота (изотретиноин) используют для лечения акне, розацеа, дерматитов, повреждений кожи. Впервые лицензирован в 1982 г. в США, изначально признан тератогенным. Вызывает широкий спектр пороков развития плода (пороки черепно-лицевой области, сердца, нервной системы), при приеме во время беременности проявляет свои тератогенные свойства в любых количествах и даже при однократном приеме. Описан случай, сопровождавшийся атонией (отсутствие ушной раковины), микротией (недоразвитие ушной раковины), пороками сердца [10].

Ретиноевая кислота оказывает влияние на Нох-гены, отвечающие за сегментацию организма (голова, тело, хвост и др.). Белки, синтезированные из этих генов, являются факторами транскрипции, которые включают гены. В результате в клетке образуются определенные белки, сообщающие клетке и ее соседям, какими клетками стать. Вероятно, ретиноевая кислота воздействует на энхасерные области (область активации транскрипции) Нох-генов. Нох-гены оказывают влияние на формирование всех органов [4,11].

Ретиноевая кислота приводит к апоптозу, поэтому ингибирует рост меланом, метастазирование рака легких, регулирует экспрессию гена поверхностного антигена HBsAg вируса гепатита в клетках гепатомы (рак печени), может быть использована для профилактики рака молочной железы, способна подавлять рак простаты [12].

Таким образом, можно сделать вывод, что ретиноевая кислота является важнейшим метаболитом витамина А, оказывает значительное влияние на онтогенез животных и человека. Изомеры ретиноевой кислоты являются сильными тератогенами и приводят к тяжелым порокам развития. Ретиноевая кислота может быть использована как один из аспектов терапии некоторых видов рака.

#### ***Библиографический список***

1. Официальный сайт PubChem. National Center for Biotechnology Information [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tretinoin>
2. Kedishvili N.Y. Retinoic acid synthesis and degradation // *Subcell. Biochem.* 2016. Vol. 81. P. 127–161.
3. Thomas J. Cunningham and Gregg Duester. Mechanisms of retinoic acid signalling and its roles in organ and limb development // *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2015. Vol. 16 (2). P. 110–123.
4. Duester G. Retinoic Acid Synthesis and Signaling during Early Organogenesis // *Cell.* 2008. Vol. 134 (6). P. 921–931.
5. Schubert M., Germain P. Retinoic Acid and Retinoid X Receptors // *Cells.* 2023. Vol. 12 (6). P. 864.
6. Szuroczki D., Vesprini N.D., Jones T.R.B., Spencer G.E., Carlone R. Presence of *Ribeiroia ondatrae* in the developing anuran limb disrupts retinoic acid levels. *Parasitology Research* // 2011. Vol. 110 (1). P. 49–59.
7. Goodman B.A., Johnson P.T.J. Disease and the Extended Phenotype: Parasites Control Host Performance and Survival through Induced Changes in Body Plan // *PLoS One.* 2011. Vol. 6 (5). P. 20193.

8. Svinin A.O., Bashinskiy I.V., Litvinchuk S.N. et al. Strigea robusta causes polydactyly and severe forms of Rostand's anomaly P in water frogs // Parasites & Vectors. 2020. Vol. 13. P. 381–392.
9. Cao Y.G., Bae S., Villarreal J. et al. Faecalibaculum rodentium remodels retinoic acid signaling to govern eosinophil-dependent intestinal epithelial homeostasis // Cell Host Microbe. 2022. Vol. 30 (9). P. 1295–1310.
10. Mondal D., Shenoy S.R., Mishra S. Retinoic Acid Embryopathy // Int. J. Appl. Basic Med. Res. 2017. Vol. 7 (4). P. 264–265.
11. Retinoic Acid and Hox Gene Regulation [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.sccs.swarthmore.edu/users/98/wu/hox.html>
12. Chen M.C., Hsu S.L., Lin H., Yang T.Y. Retinoic acid and cancer treatment // Biomedicine. 2014. Vol. 4 (4). P. 22–28.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ЛЭПБУК»  
КАК СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ  
ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
НА УРОКАХ ХИМИИ**  
THE USE OF LAPBOOK TECHNOLOGY  
AS A MEANS OF INCREASING COGNITIVE ACTIVITY  
IN CHEMISTRY LESSONS

**А.Н. Ядрышникова**  
Научный руководитель **А.С. Олейник**  
*НГПУ, г. Новосибирск*

**A.N. Yadryshnikova**  
Scientific adviser **A.S. Oleinik**  
*NSPU, Novosibirsk*

Лэпбук, интерактивная папка, технология, познавательная активность, химия, галогены.

*В данной работе рассматриваются особенности применения технологии «лэпбук» для стимулирования познавательной активности обучающихся на уроках химии. Приведена методика изготовления лэпбука, указаны варианты структурных элементов, которые можно использовать для создания лэпбука по теме «Галогены».*

Lapbook, interactive folder, technology, cognitive activity, chemistry, halogens. *This article discusses the features of using lapbook technology to stimulate cognitive activity of students in chemistry lessons. The technology of making a lapbook is given, the variants of structural elements that can be used to create a lapbook on the topic of "Halogens" are indicated.*

**В** настоящее время развитие личности обучающихся стало приоритетом российского образования. Современная школа помогает не только закрепить полученные знания, но и воспитать творческих личностей, обладающих способностью к самостоятельности и созиданию [1].

На сегодняшний день важным аспектом российского образования является «научить учиться самому». Перед педагогом стоит задача научить своих учеников ставить цель и задачи, находить пути их решения и осуществлять поиск необходимой для решения поставленного вопроса информации [2]. Но само по себе «умение учиться самому» в разрыве от «желания учиться» будет малоэффективным. Процесс обучения станет более действенным, если ученик не просто получает знания, а проявляет познавательную активность.

Имеется множество различных точек зрения на понятие «познавательная активность», одной из которых является взгляд Г.И. Щукиной, рассматривающей ее как «личностное образование, которое выражает интеллектуальный отклик на процесс познания, живое участие, мыслительно-эмоциональную отзывчивость ребенка в познавательном процессе» [3].

Существуют различные приемы и методы, стимулирующие познавательную активность, одним из которых является технология «лэпбук». В дословном переводе lapbook (тематическая или интерактивная папка, книжка-раскладушка) означает «книга на коленях», что связано с ее размером. Лэпбук представляет собой самодельную интерактивную папку с кармашками, окошками, вкладками

и подвижными деталями по какой-либо теме, позволяющие размещать информацию в виде рисунков, небольших текстов, диаграмм, графиков и т. д. Лэпбук чаще всего изготавливается из картона или твердой бумаги. Обучающийся самостоятельно склеивает отдельные части лэпбука вместе и креативно оформляет [2].

Данная технология имеет множество преимуществ:

- обладает дидактическими свойствами и высокой информативностью;
- активизирует интерес к познавательной деятельности;
- позволяет самостоятельно собирать нужную информацию;
- развивает креативность, творческое мышление, мелкую моторику;
- помогает разнообразить занятия, совместную деятельность;
- позволяет сохранить собранный материал;
- способствует организации материала по изучаемой теме;
- способствует организации индивидуальной деятельности, а также в группах [4].

Инновационность технологии заключается в том, что лэпбук сочетает в себе разные сферы деятельности: информационную, исследовательскую, коммуникативную, творческую, технологическую, эстетическую [5].

Кроме положительных сторон, имеются и отрицательные:

- большие затраты времени;
- сложность оценивания результатов творческой деятельности;
- сконцентрированность на внешнем виде в ущерб качеству содержания.

Использовать технологию «лэпбук» на уроках химии можно в различных аспектах учебной деятельности: как способ оформления результатов исследовательской деятельности, для закрепления и систематизации материала или для повторения пройденного материала [2].

Создание любого лэпбука происходит по определенному алгоритму:

1. Выбор темы – ученик может охватить общую тему или только ее часть.
2. Постановка цели и задач. Целью может служить, к примеру, систематизация знаний по определенной теме.
3. Определение предмета и объекта изучения.
4. Разработка содержания – организация всех заголовков, необходимых для полного раскрытия темы.
5. Разработка макета – выбор учеником расположения элементов.
6. Изготовление лэпбука – составление интерактивной папки путем размещения и фиксации ее элементов в соответствии с макетом [1].

Одним из вариантов применения данной технологии является систематизация информации после рассмотрения какой-либо темы. В качестве примера можно привести лэпбук, создаваемый после изучения темы «Галогены» учениками 9 класса.

Для изготовления лэпбука по данной теме могут использоваться различные элементы: история открытия галогенов, положение галогенов в Периодической системе химических элементов, строение атомов галогенов, главные соединения галогенов, нахождение галогенов в природе, физические и химические свойства галогенов и/или их соединений, получение и применение галогенов и/или их соединений, техника безопасности при работе с галогенами и их соединениями, ребусы по теме, кроссворд по теме,

мнемонические приемы для запоминания каких-либо аспектов темы, интересные факты, влияние галогенов на организм человека и многое другое.

Ученик или группа самостоятельно выбирают заголовки элементов, размещаемых на лэпбуке, а также их форму (кармашки, конверты, книжечки, вращающиеся детали и т. д.) и расположение на лэпбуке.

Подводя итог, следует сказать, что несмотря на имеющиеся недостатки, технология «лэпбук», применяемая на уроках химии, решает ряд задач современного образования, помогая ученикам повысить познавательную активность, всесторонне смотреть на проблему, искать необходимые источники, а также творчески подходить к решению поставленных задач.

#### ***Библиографический список***

1. Spasova K. The lapbook as an interactive tool for the formation of cognitive interests // Общество и образование в XXI веке: опыт, традиции, перспективы (Седьмые Лозинские чтения). Псков: ПГУ, 2017. Р. 276–280.
2. Калашникова Н.И., Трухачева Л.В. Практическое применение технологии лэпбук в педагогической деятельности. Строитель, 2018 г. 24 с.
3. Щукина Г.А. Проблема познавательного интереса в педагогике. М.: Педагогика, 1971. 351 с.
4. Будекова Н.А. Лэпбук как инновационная технология начального общего образования // Международный школьный научный вестник. 2023. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=1586>
5. The lapbook as an innovative way to organize learning activities in elementary schools / Androsova N.M. [et al.] // Revista Tempos e Espaços em Educação, 2021. Vol. 14 (33). [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/356451130\\_The\\_lapbook\\_as\\_an\\_innovative\\_way\\_to\\_organize\\_learning\\_activities\\_in\\_elementary\\_schools](https://www.researchgate.net/publication/356451130_The_lapbook_as_an_innovative_way_to_organize_learning_activities_in_elementary_schools)



# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция I. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

<i>Болотова О.Р., Асаёнок А.А.</i> Объемные углеродные наноматериалы одностадийной технологии .....	3
<i>Вохмина Е.Д., Жалнина В.А., Ромашкова Ю.Г., Фоминых О.И., Горностаев Л.М.</i> Синтез, строение и антипролиферативная активность 1,4-дифтор-2,3-диарилтио-9,10-антрахинонов.....	8
<i>Голубков В.А., Зайцева Ю.Н.</i> Наноразмерные частицы рутения, нанесенные на углеродные носители, для каталитического процесса гидрирования глюкозы .....	11
<i>Гулиева Р.М., Маляр Ю.Н.</i> Каталитическое окисление арабиногалактана лиственницы с использованием 2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-оксила (ТЕМПО).....	16
<i>Иванова Д.А., Томилин Ф.Н.</i> Исследование спектральных свойств сополифлуорена на основе 9,10-дицианофенантрена квантовохимическими методами.....	20
<i>Кастюк М.Р., Иванова Д.А., Белошедова У.В., Кичкайло А.С.</i> Выбор и исследование фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии рака легкого .....	24
<i>Кроликов А.Е., Немкова Д.И., Сайкова С.В.</i> Влияние параметров ультразвуковой обработки на процессы диспергирования.....	28
<i>Колыбзева В.Н., Сиделева А.Р., Голубков В.А.</i> Нейтрализация отходов в картах-накопителях Байкальского целлюлозно-бумажного комбината бентонитовой глиной .....	32
<i>Корсаков А.В., Кошкин А.В., Антишин Д.В., Костылев С.С.</i> Новый подход сенсibilизации эмульсионных промышленных взрывчатых веществ.....	38

<i>Кузнецова Н.С., Салозуб Е.В.</i> Изучение влагоемкости и нефтеемкости модифицированных цеолитов.....	42
<i>Кузнецов С.С., Батухтин А.Г.</i> Получение пеностекла из природных и техногенных продуктов Забайкальского края.....	46
<i>Михалап М.В., Пелипко В.В.</i> Спироциклопропан-1,3'-индол-2'-оны: синтез и строение .....	50
<i>Павликов А.Ю., Карпов Д.В., Сайкова С.В.</i> Синтез наночастиц оксида меди(II) методом анионообменного осаждения и получение стабильных гидрозолей на их основе .....	54
<i>Пахомова К.А., Боровикова В.С.</i> Исследование антиоксидантной активности гемицеллюлоз древесины, коры и хвои ели .....	58
<i>Почтовая Д.М., Косицына С.С.</i> Разработка методики подготовки пробнефтепромысловых химических реагентов для определения хлорорганических соединений.....	63
<i>Развозжаева В.Е., Немкова Д.И., Сайкова С.В.</i> Получение и исследование фотокаталитической активности нанокompозитов на основе феррита никеля и серебра .....	68
<i>Руденко Д.С., Тишкина А.С., Кучерюк Д.Е., Фоминых О.И., Горностаев Л.М.</i> Синтез, структура и биологическая активность оксимов 2-алкил(бензиламино)-1,4-нафтохинонов и продуктов их реакций с 2,2-дигидрокси-1,3-индандионом .....	72
<i>Сиделева А.Р., Колыбзева В.Н., Голубков В.А.</i> Разработка солнцезащитного крема с фотоактивным компонентом на основе лигнина .....	76
<i>Федосенко М.Е., Немкова Д.И., Сайкова С.В.</i> Синтез и исследование фотокаталитических свойств нанокompозитов феррит никеля – золото.....	80

## Секция II. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

<i>Агапова А.А., Сенкевич О.В.</i> Строительные блоки жизни: разнообразные источники аминокислот в рационе современного человека .....	85
<i>Баязитов А.Н., Сенкевич О.В.</i> Химические аспекты оценки качества и безопасности гидропонных культур .....	88
<i>Брюханова Е.С., Малиновская Н.А.</i> Молекулярные механизмы резистентности у пигмеев к гормону роста: эволюционные аспекты.....	91
<i>Воробович Д.С., Малиновская Н.А.</i> Молекулярные механизмы возникновения эндокринопатий на примере сахарного диабета 2 типа: обзор литературы.....	95
<i>Герасимов М.Д., Сенкевич О.В.</i> Наноцветики .....	99
<i>Данилова А.А., Малиновская Н.А.</i> Нарушение межклеточной коммуникации при сахарном диабете 1 типа: обзор современной литературы.....	103
<i>Захарова В.А., Малиновская Н.А.</i> Особенности экспрессии маркеров DCX, нестина, CD31 и VEGF при экспериментальной модели аутизма у крыс.....	107
<i>Кириллова В.А., Шадрина Л.Б., Малиновская Н.А.</i> Нейропептиды как маркеры повреждения головного мозга: обзор литературы .....	111
<i>Машинцева А.Д., Малиновская Н.А.</i> Молекулярные механизмы патогенеза гипотиреоза у взрослых .....	116
<i>Очирова Д.А., Руденко Д.С.</i> Ретинол как компонент косметических средств .....	120
<i>Павловский Б.С., Шадрина Л.Б.</i> Свободнорадикальное окисление мембран и их антиоксидантная защита .....	126

<i>Панюков В.А., Малиновская Н.А.</i> Роль АДФ-рибоциклазы в патогенезе депрессии: обзор литературы.....	131
<i>Паршин Т.А., Сенкевич О.В.</i> Использование хелатных соединений в фармацевтических препаратах.....	135
<i>Савяк А.О., Сенкевич О.В., Малиновская Н.А.</i> Биохимия жировой ткани.....	138
<i>Чугунова Е.Р., Пащенко С.И.</i> Гемоглобиновый буфер в организме человека.....	142
<i>Якубовская Т.К., Веригина А.А., Хомченко А.С.</i> Сульфаниламидные препараты. Синтез 4-аминобензолсульфонамида.....	146

### **Секция III. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

<i>Атаманчук А.А.</i> Использование ИКТ в образовательном процессе.....	149
<i>Багавиева Т.К., Качалова Г.С.</i> Цифровая интерактивность в химическом образовании.....	153
<i>Биркун Е.А.</i> Актуальные вопросы поликультурного образования будущих педагогов.....	157
<i>Бутова К.П., Коваль Ю.Н.</i> О преподавании химии у студентов первого курса нехимических специальностей.....	163
<i>Воробьева А.З., Ромашкова Ю.Г.</i> Технические средства обучения на уроках химии.....	167
<i>Коваль Ю.Н.</i> Видеоуроки по химии.....	171
<i>Кошкарева П.Г.</i> Внеурочное занятие «Как приготовить желе из ананаса?».....	175
<i>Кудрявцева Н.В.</i> Средний балл.....	179

<i>Максимова В.О., Шарыпова Н.В.</i> Развитие естественно-научной грамотности у учащихся 8–9 классов .....	184
<i>Мозунов Д.В., Ромашикова Ю.Г.</i> Экологическое воспитание на уроках химии .....	189
<i>Неверова Е.А.</i> Исследовательская деятельность на уроках и во внеурочное время при преподавании дисциплин естественно-научного цикла .....	193
<i>Озерова О.Ю., Пилипенко И.А., Степанова А.М., Сергеев В.Д., Макаренко С.В.</i> Из опыта руководства и реализации школьного исследовательского проекта на тему «Синтез производных нитрофурана – перспективных биологически активных веществ».....	198
<i>Родионова Е.М., Веригина А.А.</i> Применение компьютерного моделирования для оценки биологической активности в образовательном процессе студентов химических специальностей .....	203
<i>Селезова Е.В.</i> Возможности использования нейросетей в обучении химии.....	208
<i>Степанова А.М., Макаренко С.В.</i> Геймификация в реализации конвергентного образования .....	212
<i>Удалкин И.С., Битюцкая Т.А.</i> Разработка дидактической игры по органической химии.....	215
<i>Финогенова О.Н., Поддубецкая Н.Н., Рыженков И.В.</i> Ценностно-смысловые ориентиры современного экологического обучения школьников.....	221
<i>Иванов Д.Д.</i> Ретиноевая кислота и ее влияние на живые организмы.....	230
<i>Ядрышников А.Н.</i> Применение технологии «Лэпбук» как средства повышения познавательной активности на уроках химии.....	235

## ХИМИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ КРАСНОЯРЬЯ

Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 190-летию со дня рождения Д.И. Менделеева  
и 155-летию Российского химического общества  
имени Д.И. Менделеева,  
в рамках XXV Международного научно-практического форума  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Молодежь и наука XXI века»

Красноярск, 15–18 мая 2024 г.

Редактор *А.П. Малахова*  
Корректор *Ж.В. Козупица*  
Верстка *Н.С. Хасанишина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.  
Отдел научных исследований и грантовой деятельности  
КГПУ им. В.П. Астафьева,  
т. 8(391) 217-17-82

Подписано в печать 02.05.24. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 15,3. Бумага офсетная.  
Тираж 100 экз. Заказ № 05-001

Отпечатано в типографии «Литера-принт»,  
т. 8-904-895-03-40