

ISSN 2518-1491 (Online),  
ISSN 2224-5286 (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ  
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

# ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН»  
ЧФ «Халық»

# N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF  
KAZAKHSTAN  
«Halyk» Private Foundation

**SERIES**  
**CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**  
**1 (458)**

**JANUARY – MARCH 2024**

**PUBLISHED SINCE JANUARY 1947**

**PUBLISHED 4 TIMES A YEAR**

ALMATY, NAS RK



## ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и WoS и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,  
Благотворительный Фонд «Халык»!**

### **Бас редактор:**

**ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

### **Редакция алқасы:**

**ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы** (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

**АГАБЕКОВ Владимир Енокович** (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

**СТРНАД Мирослав**, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

**БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

**ХОХМАНН Джудит**, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

**РОСС Самир, PhD докторы**, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

**ХУТОРЯНСКИЙ Виталий**, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

**ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

**ФАРУК Асана Дар**, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

**ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

**ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

**ХАЛИКОВ Джурабай Халикович**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

**ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

**ГАРЕЛИК Хемда**, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

### **«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»**

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

### Главный редактор:

**ЖУРИНОВ Мурат Журинович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

### Редакционная коллегия:

**АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович** (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

**АГАБЕКОВ В ладимир Енокович** (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

**СТРНАД Мирослав, профессор**, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

**БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

**ХОХМАНН Джудит**, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

**РОСС Самир**, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

**ХУТОРЯНСКИЙ Виталий**, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

**ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

**ФАРУК Асана Дар**, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

**ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

**ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна**, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

**ХАЛИКОВ Джурабай Халикович**, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

**ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы**, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

**ГАРЕЛИК Хемда**, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arithv>

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

#### **Editor in chief:**

**ZHURINOV Murat Zhurinovich**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

#### **Editorial board:**

**ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich** (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

**AGABEKOV Vladimir Enokovich** (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

**STRNAD Miroslav**, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

**BURKITBAYEV Mukhambetkali**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

**HOHMANN Judith**, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

**ROSS Samir, Ph.D.**, professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

**KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D.**, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

**TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly**, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

**FAZYLOV Serik Drakhmetovich**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

**ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

**KHALIKOV Jurabay Khalikovich**, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

**FARZALIEV Vagif Medzhid ogly**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

**GARELIK Hemda**, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2024

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 1. Number 458 (2024), 70–82

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.208>

УДК 547.823.241.07+631

© **A.B. Kuandykova<sup>1\*</sup>, B.Zh. Dzhiembaev<sup>1</sup>, A.B. Dobrynin<sup>3</sup>,  
N.I. Akylbekov<sup>2</sup>, N.O. Akimbaeva<sup>1</sup>, 2024**

<sup>1</sup>Kazakh National Women's Teacher Training University, Department of Chemistry,  
Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;

<sup>3</sup>A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Federal Research  
Center “Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Kazan, Russia.

E-mail: [bota.kuandyk1702@gmail.com](mailto:bota.kuandyk1702@gmail.com)

## **SYNTHESIS, MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURES OF TETRAETHYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE) AND TETRAPROPYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE)**

**Kuandykova A.B.** — PhD, senior researcher. Kazakh National Women's Teacher Training University, Scientific research center of chemistry and biology, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [bota.kuandyk1702@gmail.com](mailto:bota.kuandyk1702@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7610-9983>;

**Dzhiembaev B.Zh.** — doctor of chemical sciences, professor. Kazakh National Women's Teacher Training University, Department of Chemistry, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [bulat.dzhiembaev@gmail.com](mailto:bulat.dzhiembaev@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7868-7285>;

**Dobrynin A.B.** — candidate of chemical sciences, researcher. A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Federal Research Center “Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Kazan, Russia

E-mail: [aldo@iopc.ru](mailto:aldo@iopc.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4912-3699>;

**Akylbekov N.I.** — candidate of chemical sciences, PhD. Korkyt Ata Kyzylorda State University, Head of the Laboratory of engineering profile "methods of physico-chemical analysis, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: [nurgali\\_089@mail.ru](mailto:nurgali_089@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7584-9741>;

**Akimbaeva N.O.** — candidate of chemical sciences. Kazakh National Women's Teacher Training University, Department of Chemistry, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [akimbayeva73@gmail.com](mailto:akimbayeva73@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6371-6688>.

**Abstract.** The synthesis of new aromatic amidophosphates with functional substituents, the determination of their structure, and the exploration of their potential biological activity are current and important topics. The remarkable achievements in the synthesis and property studies of amides of the four-coordinated phosphorus atom are mainly attributed to their unique chemical properties and their broad biological activity spectrum: from pesticides to anticancer agents. The varied biological activity of amidophosphates is largely influenced by the nature of the phosphorus–nitrogen bond: the capability of molecules with a P-N bond to incorporate into the structures of natural

nucleotides, their high alkylating potential, as well as a propensity to spontaneous and enzymatic hydrolysis. One of the most promising methods for the synthesis of amidophosphates is the Aterton-Todd reaction: the reaction of hydrophosphoryl compounds with different amines in carbon tetrachloride under various experimental conditions. Currently, only two papers in the literature report the synthesis of dialkylamide phosphates using microwave irradiation. The literature has scarce data on the phosphorylation of *meta*-phenylenediamine and the properties of organophosphorus derivatives of aromatic diamines with various substituents on the aromatic ring and the phosphorus atom. Therefore, it is important and urgent to develop new methods for synthesizing substituted amidophosphates, determine their structure, and study their biological properties. The experimental results obtained provide valuable insights into the reactivity and reaction mechanisms of amidophosphate synthesis under the Aterton-Todd reaction conditions, as well as their spectral and X-ray structural characteristics for substance identification by physic-chemical analysis methods. The data from the X-ray diffraction analysis of the studied compounds can help elucidate the structural features of amidophosphates and their derivatives. The crystallographic data of two tetraalkyl 1,3-phenylenebis(phosphoramidates) structures synthesized by us earlier were deposited in the Cambridge database of crystal-structural data. (CDC 2258499 and 2258500, <http://www.ccdc.cam.ac.uk>).

**Keywords:** Aterton-Todd reaction, microwave radiation, meta-phenylenediamine, dialkylphosphites, X-ray structural analysis

© А.Б. Қуандықова<sup>1\*</sup>, Б.Ж. Джембаев<sup>1</sup>, А.Б. Добрынин<sup>3</sup>,  
Н.И. Акылбеков<sup>2</sup>, Н.О. Акимбаева<sup>1</sup>, 2024

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан;

<sup>3</sup>А.Е. Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты - "Ресей Ғылым академиясының қазан Ғылыми орталығы" Федералды зерттеу орталығы" федералды мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекемесінің жеке құрылымдық бөлімшесі, Қазан, Ресей.

E-mail: bota.kuandyk1702@gmail.com

## ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) ЖӘНЕ ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) СИНТЕЗІ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЖӘНЕ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ

**Қуандықова А.Б.** — PhD, аға ғылыми қызметкер. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, химия және биология ғылыми зерттеу орталығы, 050000, Алматы, Қазақстан,  
E-mail: bota.kuandyk1702@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7610-9983>;

**Джембаев Б.Ж.** — химия ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, химия кафедрасы, 050000, Алматы, Қазақстан,  
E-mail: bulat.dzhiembaev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7868-7285>;

**Добрынин А.Б.** — химия ғылымдарының кандидаты, ғылыми қызметкер. А.Е. Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты - "Ресей Ғылым академиясының қазан Ғылыми орталығы" Федералды зерттеу орталығы" федералды мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекемесінің жеке құрылымдық бөлімшесі, 420029, Қазан, Ресей,

E-mail: aldo@iopc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4912-3699>;

**Акылбеков Н.И.** — химия ғылымдарының кандидаты, PhD. Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, «Физика-химиялық талдау әдістері» инженерлік бейіндегі зертхана жетекшісі, 120012, Қызылорда, Қазақстан,

E-mail: nurgali\_089@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7584-9741>;

**Акимбаева Н.О.** — химия ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, химия кафедрасы, 050000, Алматы, Қазақстан,

E-mail: akimbayeva73@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6371-6688>.

**Аннотация.** Ароматты амидофосфаттардың жаңа функционалды алмастырылған туындыларын синтездеу әдістері саласындағы зерттеулер, олардың құрылымын анықтау, сондай-ақ олардың қатарында перспективті биологиялық белсенді қосылыстарды іздеу заманауи өзекті болып табылады. Төрт координациялы фосфор атомы амидтерінің синтезі мен олардың биологиялық белсенділік қасиеттерін зерттеудегі жетістіктер негізінен химиялық қасиеттердің бірегей жиынтығына және мүмкіндігіне байланысты пестицидтерден ісікке қарсы препараттарға дейін қарастырылады. P-N байланысы бар молекулалардың табиғи нуклеотидтердің құрылымына ену қабілеті мен олардың жоғары алкилдеу қабілеті, сонымен қатар өздігінен және ферментативті гидролизге бейімділігі амидофосфаттардың әр түрлі биологиялық белсенділігі көбінесе фосфор-азот байланысының табиғатымен анықталады. Амидофосфаттарды синтездеудің ең перспективті әдістерінің бірі – Атертон-Тодд реакциясы: гидрофосфорил қосылыстарының әртүрлі тәжірибелік жағдайларда төртхлорлықөміртегінің аминдермен әрекеттесуі. Қазіргі уақытта әдебиетте тек екі басылымда диалкиламидофосфаттарды микротолқынды сәулеленуді қолдана отырып синтездеу туралы мәліметтер бар. Ароматты сақинада да, фосфор атомында да әртүрлі орынбасарлары бар ароматты диаминдердің фосфорорганикалық туындылары аз зерттелген. Әдебиеттерде *мета*-фенилендиаминнің фосфорлануы туралы деректер іс жүзінде жоқ. Осыған байланысты алмастырылған амидофосфаттарды синтездеу әдістерін одан әрі дамыту, құрылымын құру және олардың биологиялық қасиеттерін зерттеу маңызды және өзекті мәселе болып табылады. Атертон-Тодд реакциясы жағдайында амидофосфаттар синтезіндегі алынған эксперименттік нәтижелер, реакциялық қабілеті мен реакцияның механизмдерінің мәселелерін шешуге, сондай-ақ заттарды физикалық-химиялық талдау әдістерімен сәйкестендіру кезінде олардың спектрлік және рентгендік-құрылымдық сипаттамалары туралы қосымша мәліметтер береді. Зерттелетін қосылыстардың рентгендік құрылымдық талдау деректерін интерпретациялау нәтижелері амидофосфаттар мен олардың туындыларының құрылымдық ерекшеліктерін шешу үшін пайдаланылуы мүмкін. Біздің алдыңғы синтездеген тетраалкил-1,3-фениленбис(фосфорамидаттардың) екі құрылымының кристаллографиялық деректері Кембридждің кристал-құрылымдық деректер базасында сақталған. (CDC 2258499 және 2258500, <http://www.cdc.cam.ac.uk>).

**Түйін сөздер:** Атертон-Тодд реакциясы, микротолқынды сәулелену, *мета*-фенилендиамин, диалкилфосфиттер, рентген құрылымдық талдау

© А.Б. Куандыкова<sup>1\*</sup>, Б.Ж. Джиембаев<sup>1</sup>, А.Б. Добрынин<sup>3</sup>, Н.И. Акылбеков<sup>2</sup>,  
Н.О. Акимбаева<sup>1</sup>, 2024

<sup>1</sup>Казахский национальный женский педагогический университет,  
Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан;

<sup>3</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия.

E-mail: bota.kuandyk1702@gmail.com

## СИНТЕЗ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА) И ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА)

**Куандыкова А.Б.** — PhD, старший научный сотрудник, Казахский национальный женский педагогический университет, научный исследовательский центр химии и биологии, 050000, Алматы, Казахстан

E-mail: bota.kuandyk1702@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7610-9983>;

**Джиембаев Б.Ж.** — доктор химических наук, профессор, Казахский национальный женский педагогический университет, кафедра химии, 050000, Алматы, Казахстан

E-mail: bulat.dzhiembaev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7868-7285>;

**Добрынин А.Б.** — кандидат химических наук, научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», 420088, Казань, Россия

E-mail: aldo@iopc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4912-3699>;

**Акылбеков Н.И.** — кандидат химических наук, PhD, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, руководитель лаборатории инженерного профиля «Физико-химические методы анализа», 120012, Кызылорда, Казахстан

E-mail: nurgali\_089@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7584-9741>;

**Акимбаева Н.О.** — кандидат химических наук, Казахский национальный женский педагогический университет, кафедра химии, 050000, Алматы, Казахстан,

E-mail: akimbayeva73@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6371-6688>.

**Аннотация.** Исследования в области методов синтеза новых функционально замещенных производных амидофосфатов ароматического ряда, установление их строения, а также поиск в их ряду перспективных биологически активных соединений являются современными и актуальными. Впечатляющие успехи, достигнутые в области синтеза и изучения свойств амидов четырехкоординированного атома фосфора, во многом обусловлены уникальному набору химических свойств и широкому спектру их биологической активности: от пестицидов до противоопухолевых препаратов. Разнообразная биологическая активность амидофосфатов во многом определяется природой связи фосфор – азот: способностью молекул со связью P-N встраиваться в структуры природных нуклеотидов, их высокая алкилирующая способность, а также склонность к

спонтанному и ферментативному гидролизу. Одним из наиболее перспективных методов синтеза амидофосфатов является реакция Атертона-Тодда: взаимодействие гидрофосфорильных соединений с различными аминами в четыреххлористом углероде в разных экспериментальных условиях. В настоящее время в литературе имеются всего две публикации по синтезу диалкиламидофосфатов с использованием микроволнового облучения. Малоизученными остаются фосфорорганические производные диаминов ароматического ряда, имеющих различные заместители, как в ароматическом цикле, так и у атома фосфора. В литературе практически отсутствуют данные о фосфорилировании *мета*-фенилендиамина. В связи с этим дальнейшее развитие методов синтеза замещенных амидофосфатов, установление строения и изучение их биологических свойств является важной и актуальной задачей. Полученные экспериментальные результаты вносят определенный вклад в решение вопросов реакционной способности и механизмов реакции при синтезе амидофосфатов в условиях реакции Атертона-Тодда, а также дополнительные сведения об их спектральных и рентгено-структурных характеристиках при идентификации веществ методами физико-химического анализа. Результаты интерпретации данных рентгеноструктурного анализа исследуемых соединений могут быть использованы для решения структурных особенностей амидофосфатов и их производных. Кристаллографические данные двух структур тетраалкил-1,3-фениленбис(фосфорамидатов), синтезированных нами ранее, были депонированы в Кембриджской базе кристалло-структурных данных. (CCDC 2258499 и 2258500, <http://www.ccdc.cam.ac.uk>).

**Ключевые слова:** реакция Атертона-Тодда, микроволновое облучение, *мета*-фенилендиамин, диалкилфосфиты, рентгено-структурный анализ

*Работа выполнена при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан за счет Грантового финансирования по теме «Синтез, строение и биологические свойства новых эффективных отечественных препаратов в качестве регуляторов роста и развития растений» (Грант № AP19678514).*

## **Введение**

Среди многочисленных типов фосфорорганических соединений большой практический и теоретический интерес представляют соединения, содержащие диалкиламидофосфатные (P(O)-N-C) фрагменты. Такие вещества, зачастую обладая целым комплексом практически полезных свойств, кроме того, благодаря высокой реакционной способности могут быть использованы в разнообразных синтезах. Они используются в качестве антиоксидантов, фото- и термостабилизаторов полимерных материалов, смазочных масел, гербицидов, инсектицидов и фунгицидов, многие из которых с успехом применяются в сельском хозяйстве в качестве средств защиты растений и борьбы с сорняками. Ряд лекарственных препаратов на их основе нашел применение в медицине. Добавки некоторых ФОС к синтетическим смолам придают им негорючесть, что открывает перспективы получения новых огнестойких полимеров с ценными эксплуатационными

свойствами (Cherkasov, 1991; Germany Patent No. EP2481744A1, 2012; Kim, 2015).

Одним из наиболее перспективных методов синтеза амидофосфатов является реакция Атертона-Тодда: взаимодействие гидрофосфорильных соединений с различными аминами в четыреххлористом углероде в разных экспериментальных условиях (Corre, 2014). Известны работы по фосфорилированию аминов, их гидрохлоридов, с использованием в качестве катализаторов тетраалкиламмоний бромидов (Zwierzak, 1984), а использование наночастиц  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MgO}$  (Kaboudin, 2015), трихлоризоциануровой кислоты (Kaboudin, 2018) в качестве эффективных реагентов, также позволяет существенно повысить выход целевых продуктов реакции. В настоящее время в литературе имеются всего две публикации по синтезу диалкиламидофосфатов с использованием микроволнового облучения (Milen, 2014).

Малоизученными остаются фосфорорганические производные диаминов ароматического ряда, имеющих различные заместители как в ароматическом цикле, так и у атома фосфора (Оц, 2020; Trofimov, 2015). В литературе практически отсутствуют данные о фосфорилировании *meta*-фенилендиамина. В связи с этим дальнейшее развитие методов синтеза замещенных амидофосфатов, установление строения и изучение их биологических свойств является важной и актуальной задачей.

Постановка данного исследования направлена на дальнейшее развитие тонкого органического синтеза в области химии амидофосфатов ароматического ряда с целью создания новых веществ и материалов с практически полезными свойствами, а также с изучением взаимосвязи структура – активность и является продолжением наших совместных исследований в этой области (Minaeva, 2010; Krutikov, 2012; Kazakhstan Patent No. 35444, 2021; Dzhiembaev, 2023; Dzhiembaev, 2023; Kuandykova, 2023).

#### **Материалы и основные методы**

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^{31}\text{P}$  записаны на спектрометрах Bruker AVANCEP-400 с рабочей частотой 400.1 МГц ( $^1\text{H}$ ), 100.6 МГц ( $^{13}\text{C}$ ), Bruker Avance-600 с рабочей частотой 600.1 МГц ( $^1\text{H}$ ), 150.9 МГц ( $^{13}\text{C}$ ) относительно сигналов остаточных протонов дейтерированного растворителя или ядер углерода дейтерорастворителя (ДМСО-*d*6). ИК-спектры записаны на Фурье-спектрометре Vector 22 фирмы Bruker в интервале 400 – 4000  $\text{cm}^{-1}$ . Образцы исследовались в виде таблетки в KBr. Микроволновый синтез осуществлен в микроволновом реакторе MAS-II Plus. Температуры плавления определены на приборе «Voetius». Элементный анализ выполнен на приборе Carlo Erba марки EA 1108. Полноту протекания реакций и чистоту синтезированных соединений контролировали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинах СОРБФИЛ ПТСХ-АФ-А-УФ, элюент: бензол-этанол, 10:1, проявитель – УФ свет. Рентгеноструктурный анализ соединений выполнен в лаборатории дифракционных методов исследования ИОФХ им. А.Е.Арбузова КазНЦ РАН. Кристаллографические данные получены на автоматическом дифрактометре Bruker D8 QUEST с детектором PHOTON II CCD.

#### **Общая методика получения соединений 3а-б:**

К смеси 1.08 г (0.01 моль) *мета*-фенилендиамина (1) и 2.91 мл (0.021 моль) триэтиламина в четыреххлористом углероде (50 мл) при охлаждении (0 – 5°C) добавляли 0.02 моль диалкилфосфита (2а-б). Реакционную смесь доводили до комнатной температуры, после чего осуществляли микроволновое облучение (102 Вт, 115°C) в течение 3-5 минут. Образовавшийся белый осадок отфильтровывали и дополнительно промывали водой (300 мл), высушивали в вакууме (10 мм рт. ст.). Осадок перекристаллизовывали из 96 % этилового спирта (Kuandykova, 2023).

**Тетраэтил 1,3-фениленбис(фосфорамидат) (3а).** Выход продукта 3.69 г (97%), порошок белого цвета, т. пл. 214 – 215°C. ИК спектр (KBr),  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1002, 1017 (P–O–C), 1228 (P=O), 1610 (Ar), 2907 (CH<sub>2</sub>), 2989 (CH<sub>3</sub>), 3204 (NH). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H (ДМСО – d<sub>6</sub>),  $\delta$ , м. д.: 1.22 т (12H, OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>,  $J = 7.1$  Гц), 3.93 – 4.06 м (8H, OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 6.56 дд (2H, CH<sub>аром</sub>,  $J = 8.1, 2.0$  Гц), 6.80 т (1H, CH<sub>аром</sub>,  $J = 1.9$  Гц), 6.99 т (1H, CH<sub>аром</sub>,  $J = 8.0$  Гц), 7.87 д (2H, NH,  $J = 9.2$  Гц). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C (ДМСО-d<sub>6</sub>),  $\delta$ C, м. д.: 16.4 д ( $J = 5.5$  Гц), 62.3 д ( $J = 4.2$  Гц), 107.1 м, 110.6 д ( $J = 7.2$  Гц), 129.6, 142.1. Спектр ЯМР <sup>31</sup>P (ДМСО-d<sub>6</sub>):  $\delta$ P 2.51 м. д. Масс-спектр (ESI<sup>+</sup>),  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 381.22 [ $M + H$ ]<sup>+</sup>, 403.20 [ $M + Na$ ]<sup>+</sup>. Масс-спектр (ESI<sup>-</sup>),  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 379.20 [ $M - H$ ]<sup>-</sup>. Найдено, %: C 44.45; H 6.64; N 7.55; P 16.21. C<sub>14</sub>H<sub>26</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>P<sub>2</sub>. Вычислено, %: C 44.21; H 6.89; N 7.37; P 16.29.

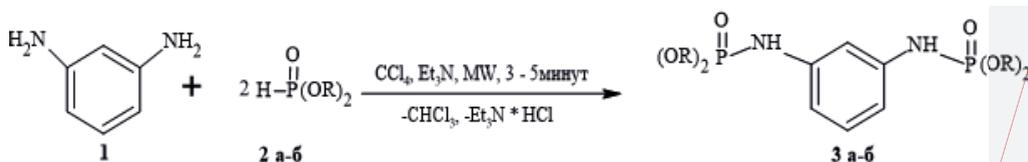
**Тетрапропил 1,3-фениленбис(фосфорамидат) (3б).** Выход продукта 4.15 г (95%), порошок розового цвета, т. пл. 124 – 125°C. ИК спектр (KBr),  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1028, 1043 (P–O–C), 1225 (P=O), 1609 (Ar), 2894 (CH<sub>2</sub>), 2969 (CH<sub>3</sub>), 3221 (NH). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H (ДМСО-d<sub>6</sub>),  $\delta$ , м. д.: 0.86 т (12H, OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>,  $J = 7.4$  Гц), 1.55 – 1.64 м (8H, OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>,  $J = 7.1$  Гц), 3.81 – 3.95 м (8H, OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), 6.57 дд (2H, CH<sub>аром</sub>,  $J = 8.1, 2.0$  Гц), 6.79 т (1H, CH<sub>аром</sub>,  $J = 1.9$  Гц), 6.98 т (1H, CH<sub>аром</sub>,  $J = 8.1$  Гц), 7.89 д (2H, NH,  $J = 9.3$  Гц). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C (ДМСО-d<sub>6</sub>),  $\delta$ C, м. д.: 10.9, 24.1 д ( $J = 6.9$  Гц), 68.3 д ( $J = 5.3$  Гц), 107.8 т ( $J = 7.9$  Гц), 111.1 д ( $J = 7.4$  Гц), 129.9, 142.5. Спектр ЯМР <sup>31</sup>P (ДМСО-d<sub>6</sub>):  $\delta$ P 3.60 м. д. Масс-спектр (ESI<sup>+</sup>),  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 437.30 [ $M + H$ ]<sup>+</sup>, 459.30 [ $M + Na$ ]<sup>+</sup>, 475.25 [ $M + K$ ]<sup>+</sup>. Масс-спектр (ESI<sup>-</sup>),  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 435.29 [ $M - H$ ]<sup>-</sup>. Найдено, %: C 49.51; H 7.89; N 6.35; P 14.55. C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>P<sub>2</sub>. Вычислено, %: C 49.54; H 7.85; N 6.42; P 14.19.

## Результаты

Малоизученными остаются фосфорорганические производные диаминов ароматического ряда, имеющие различные заместители как в ароматическом цикле, так и у атома фосфора. В литературе практически отсутствуют данные о фосфорилировании *мета*-фенилендиамина. В связи с этим дальнейшее развитие методов синтеза замещенных амидофосфатов, установление строения и изучение их биологических свойств является важной и актуальной задачей. Продолжая исследования по получению амидофосфатов, мы изучили реакции *мета*-фенилендиамина с диэтилфосфитом (2а) и дипропилфосфитом (2б) в условиях реакции Атертона-Тодда с использованием микроволнового облучения (Kuandykova, 2023).

Строение синтезированных соединений (3а-б) подтверждено комплексом физико-химических методов: спектроскопии ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>31</sup>P, ИК-спектроскопии,

состав – данными масс-спектрометрии (ESI) и элементного анализа. Методом рентгено-структурного анализа установлена их молекулярная и кристаллическая структура (Рис. 1–4).



В ИК спектрах амидофосфатов (3 а-б) наблюдаются полосы поглощения в области  $1228 - 1225 \text{ см}^{-1}$  характерные для P=O группы, в интервале  $1002 - 1043 \text{ см}^{-1}$  наблюдаются интенсивные дублетные полосы поглощения P–O–C связи. Вторичной аминогруппе соответствуют полосы поглощения в области  $3204 - 3221 \text{ см}^{-1}$  соответственно.

В спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  соединений (3 а-б) сигналы протона амидной группы проявляются в виде дублета в области 7.89, 7.87 м.д. Сигналы протонов диалкоксифосфорильных групп для (3а) проявляются в области 1.22 м.д. (т, 12H), 3.93 – 4.06 м.д. (м, 8H); для (3б) – в области 0.86 м.д. (т, 12H), 1.55 – 1.64 м.д. (м, 8H), 3.81 – 3.95 м.д. (м, 8H).

В спектрах ЯМР  $^{13}\text{C}$  амидофосфатов (3 а-б) сделаны отнесения сдвигов всех углеродных атомов.

В спектрах ЯМР  $^{31}\text{P}$  продуктов реакции (3 а-б) имеются синглетные сигналы в области 2.51 и 3.60 м.д., что соответствует резонансу ядра фосфора в диалкиламидофосфатах.

Рентгеноструктурный анализ соединений тетраэтил 1,3-фениленбис(фосфорамидата) (3а) и тетрапропил 1,3-фениленбис(фосфорамидата) (3б) выполнен в лаборатории дифракционных методов исследования ИОФХ им. А.Е.Арбузова КазНЦ РАН.

Кристаллографические данные: кристаллы соединения тетраэтил 1,3-фениленбис- (фосфорамидата) (3а) ( $\text{C}_{14}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_6\text{P}_2$ ,  $M = 380.31$ ) ромбические. При 100 К получены следующие параметры ячейки:  $a = 15.759(6)$ ,  $b = 7.828(3)$ ,  $c = 30.064(11)\text{Å}$ ,  $V = 3709(2)\text{Å}^3$ ,  $Z = 8$ , пространственная группа  $Pbca$ ,  $d_{\text{выч}} = 1.362 \text{ г} \times \text{см}^{-3}$ ,  $m = 0.266 \text{ мм}^{-1}$ ,  $F(000) = 1616$ . Данные получены на автоматическом дифрактометре Bruker D8 QUEST с детектором PHOTON II CCD [графитовый монохроматор,  $l(\text{MoK}_\alpha) = 0.71073 \text{ Å}$ ,  $\omega$ -сканирование],  $2\theta < 52^\circ$ ,  $R_{\text{int}} = 0.113$ . Было измерено 43317 отражений, из них 3613 независимых, число наблюдаемых отражений с  $I > 2\sigma(I)$  равно 3096, окончательные значения факторов расходимости  $R 0.1886$ ,  $R_w 0.4249$ ,  $\text{GOF} = 1.21$ , число определяемых параметров 221. (Табл.1.)

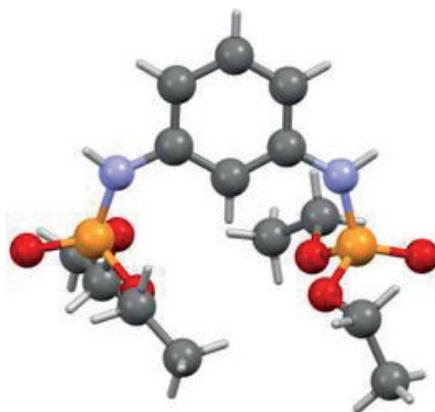


Рисунок 1. Молекулярная структура тетраэтил 1,3-фениленбис(фосфорамидата) (3а)

Соединение тетраэтил 1,3-фениленбис(фосфорамидат) (3а) кристаллизуется в ромбической пространственной группе  $Pbca$ . Атомы фосфора лежат в плоскости бензольного кольца, а этокси-группы лежат по разные стороны от плоского фрагмента.

За счет межмолекулярных взаимодействий  $C-H...O$  – и  $N-H...O$  – типа образуется бесконечная слоевая структура вдоль одной из кристаллографических плоскостей.

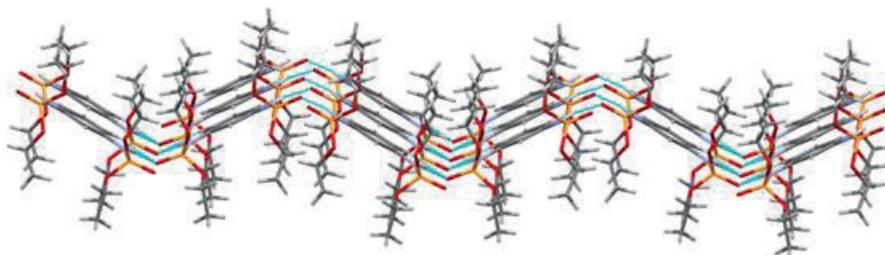


Рисунок 2. Кристаллическая структура тетраэтил 1,3-фениленбис(фосфорамидата) (3а)

Кристаллографические данные: кристаллы соединения тетрапропил 1,3-фениленбис-(фосфорамидата) (3б) ( $C_{18}N_2O_6P_2$ ,  $M = 402.14$ ) моноклинные. При 100 К получены следующие параметры ячейки:  $a = 20.5527(15)$ ,  $b = 15.8099(11)$ ,  $c = 42.282(3)\text{\AA}$ ,  $\beta = 96.139(2)^\circ$ ,  $V = 13660.2(17)\text{\AA}^3$ ,  $Z = 24$ , пространственная группа  $P2_1/c$ ,  $d_{\text{выч}} = 1.173 \text{ г}\times\text{см}^{-3}$ ,  $m = 0.222 \text{ мм}^{-1}$ ,  $F(000) = 4800$ . Данные получены на автоматическом дифрактометре Bruker D8 QUEST с детектором PHOTON II CCD [графитовый монохроматор,  $I(\text{MoK}_\alpha) = 0.71073 \text{ \AA}$ ,  $w$ -сканирование],  $2\theta < 64.5^\circ$ ,  $R_{\text{int}} = 0.094$ . Было измерено 507186 отражений, из них 48263 независимых, число наблюдаемых отражений с  $I > 2\sigma(I)$  равно 41270, окончательные значения факторов расходимости  $R$  0.1620,  $wR_2$  0.4391, GOF = 3.24, число определяемых параметров 1513. (Табл.1.)

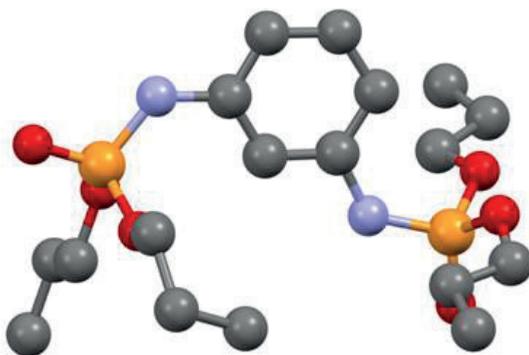


Рисунок 3. Молекулярная структура тетрапропил 1,3-фениленбис(фосфорамидата) (36)

Тетрапропил 1,3-фениленбис(фосфорамидат) (36) кристаллизуется в моноклинной пространственной группе  $P2_1/c$ . В независимой части кристаллической ячейки находятся 6 независимых молекул исследуемого соединения. Атомы фосфора лежат в плоскости бензольного кольца, а пропокси-группы лежат по разные стороны от плоского фрагмента.

За счет межмолекулярных взаимодействий образуется сложная трёхмерная сетка.

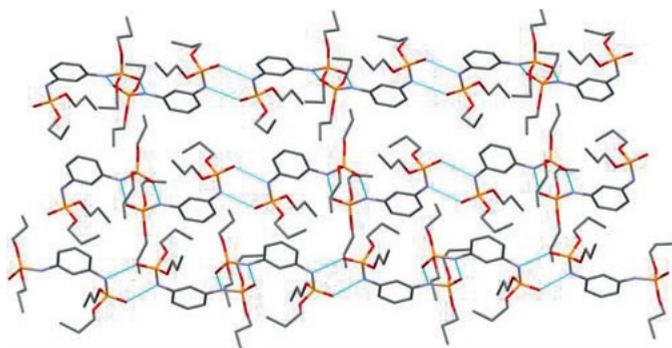


Рисунок 4. Кристаллическая структура тетрапропил 1,3-фениленбис(фосфорамидата) (36)

Таблица 1 - Кристаллографические данные и параметры рентгено-структурного эксперимента

Параметр	3а	3б
Эмпирическая формула	$C_{14}H_{26}N_2O_6P_2$	$C_{18}H_{34}N_2O_6P_2$
Формульный вес	380.31	436.38
Сингония	ромб	моноклин
Излучение, длина волны, Å	MoK $_{\alpha}$ , $\lambda = 0.71073$	
Пространственная группа	$Pbca$	$P2_1/c$
$a, b, c$ , Å	15.759(6), 7.828(3), 30.064(11)	20.5527(15), 15.8099(11), 42.282(3)
Объем, Å $^3$	3709(2)	13660.2(17)
Z	8	24
$d_{\text{эмв}}$ , г/см $^3$	1.362	1.173
Коэффициент поглощения, мм $^{-1}$	0.266	0.222

Область съемки, $\theta$ , град.	$2\theta < 52^\circ$	$2\theta < 64.5^\circ$
$I_{hkl}$ измер. / $I_{hkl}$ независ.	43317/3613	307186/48263
GOF	1.21	3.24
R	0.1886	0.1620
$wR_2$	0.4249	0.4391
Число уточняемых параметров	221	1513
Число наблюдаемых отражений	3096	41270

Сбор и индексирование данных, определение и уточнение параметров элементарной ячейки, коррекция абсорбции, учет систематических ошибок и определение параметров пространственной группы кристалла выполнены посредством пакета программ APEX2 (Version, 2006). Учет поглощения проводился с использованием программы SADABS (Sheldrick, SADABS, 1997). Структура кристалла расшифрована и уточнена с использованием программы SHELX (Sheldrick, 2014). Параметры атомного смещения для атомов (кроме водорода) уточнены анизотропно. Атомы водорода расположены геометрически и включены в уточнение по модели «наездника».

### **Заключение**

В экспериментальном аспекте методов получения амидофосфатов четко прослеживаются три новые тенденции. Во-первых, в круг компонентов реакции Атертона-Тодда вовлекаются все более сложные полифункциональные молекулы, например, природные аминокислоты. Во-вторых, синтетический потенциал реакции резко возрос за счет использования новых высокоэффективных катализаторов. И наконец, нельзя особо не подчеркнуть успешные усилия химиков-синтетиков и технологов приблизить методы создания амидофосфатов к жестким критериям «зелёной» химии. Очевидно, на этих путях, а также на повышении эффективности методов энантиселективного синтеза, будет развиваться синтетическая химия органических фосфорсодержащих веществ.

Химия N-фосфорилированных производных успешно продолжает свое развитие с возникновением новых плодотворных направлений. Классические проблемы в этой области приобретают новое осмысление и развитие с привлечением современных физических методов и теоретического материала, что создает перспективу дальнейшего развития этой области химии фосфорорганических соединений. Полученные экспериментальные результаты вносят определенный вклад в решение вопросов реакционной способности и механизмов реакции при синтезе амидофосфатов в условиях реакции Атертона-Тодда, а также дополнительные сведения об их спектральных и рентгено-структурных характеристиках при идентификации веществ методами физико-химического анализа. Результаты интерпретации данных рентгеноструктурного анализа исследуемых соединений могут быть использованы для решения структурных особенностей амидофосфатов и их производных.

## ЛИТЕРАТУРА

- Cherkasov R.A., Zabirow N.G., Shamsevaleev F.M. (1991). N-Phosphorylated amides and thioamides // *Russian Chemical Reviews*, — 60, — 1128–1144. — DOI: 10.1070/RC1991v060n10ABEH001134.
- Corre S.S., Le B.M., Couthon-gourves H., Haelters J., Jaffrès P. (2014). Atherton – Todd Reaction: Mechanism, Scope and Applications // *Beilstein J. Org. Chem*, — 1166–1196. — DOI: 10.3762/bjoc.10.117.
- Dzhiembaev B.J., Kuandykova A.B., Akylbekov N.I., Dobrynin A., Burilov A.R. (2023). Synthesis of Amidophosphates Based on 1-Ethynyl-1-Aminocyclohexane Upon Microwave Activation and their Biological Activity // *Eurasian Chemico-Technological Journal*, — 25(1), — 57–64. — DOI: 10.18321/ectj1495.
- Dzhiembaev B.J., Kuandykova A.B. (2023). Synthesis of new amidophosphates based on aromatic amines // *Chemistry and Chemical Technology*, — 3, — 30–36. — DOI: 10.52081/ChChTJ.2023.v03.i3.013.
- Dzhiembaev B.Zh., Kuandykova A. B., Doszhanova K. A., Tleubayeva A.A., Sadykov S.T., Aitbayev T.Y., Alimkulov D.M. (2021). Application of 0,0-diethyl-1- (3,4-dimethoxyphenyl) - (1-ethynylcyclohexylaminomethyl) phosphonate as a growth stimulator of vegetable crops // *Kazakhstan Patent* — No. 52.
- Kaboudin B., Donyavi A., Kazemi F. (2018). Trichloroisocyanuric Acid as an Efficient Reagent for the Synthesis of Phosphoramidates via Atherton – Todd Reaction under Base-Free Conditions // *Synthesis*, — 50(1), — 170–174. — DOI: 10.1055/s-0036-1589111.
- Kaboudin B., Kazemi F. & Habibi F. (2015). Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@MgO nanoparticles as an efficient recyclable catalyst for the synthesis of phosphoramidates via the Atherton–Todd reaction // *Tetrahedron Letters*, — 56(46), — 6364–6367. — DOI: 10.1016/j.tetlet.2015.09.129.
- Kim I.H., Park Y.K., Nishiwaki H., Hammock B.D., Nishi K. (2015). Structure–activity relationships of amide–phosphonate derivatives as inhibitors of the human soluble epoxide hydrolase // *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, — 23(22), — 7199–7210. — DOI:10.1016/j.bmc.2015.10.016.
- Krutikov V.I., Erkin A.V., Krutikova V.V. (2012). Phosphoramidates: Features of the formation mechanism and the relationship structure-bioaction // — *Russian Journal of General Chemistry*, — 82(5), — 822–826. — DOI:10.1134/s1070363212050039.
- Kuandykova A.B., Dzhiembaev, B. Zh., Burilov A.R., Akylbekov N.I., Chugunova E.A., Dobrynin A.B., Abyzbekova G.M. (2023). Synthesis of New Symmetrical Diamidophosphates Based on meta-Phenylenediamine under Microwave Irradiation // — *Russian Journal of General Chemistry*, — 93(6), — 1386 – 1390. — DOI:10.1134/S1070363223060099.
- Milen M., Abranyi-Balogh P., Kangyal R., Dancso A., Frigyes D., Keglevich G. (2014). T3P®-Mediated One-Pot Synthesis of Bis( $\alpha$ -aminophosphonates) // — *Heteroatom Chemistry*, — 25(4), — 245–255. — DOI:10.1002/hc.21170.
- Minaeva L.I., Patrikeeva L.S., Kabachnik M.M., Beletskaya I.P. (2010). Phosphorylation of Amino(aryl) methylphosphonates by the Atherton-Todd Reaction // — *Russian Journal of Organic Chemistry*, — 46, — 1579–1580. — DOI: 10.1134/S1070428010100246.
- Ou Y., Huang Y., He Z., Yu G., Huo Y., Gao Y., Chen Q. (2020). Phosphoryl radical-initiated Atherton–Todd-type reaction under open air // *Chemical Communications*, — 1–3. — DOI:10.1039/c9cc09407e.
- Schmid H., Gaan S. (2012). Aromatic Bis-phosphoramidate Additives as Flame Retardants for Polymers // — EP2481744A1.
- Sheldrick G.M. (1997). SADABS, Madison, — Wisconsin, USA.
- Sheldrick G.M. (2014). Acta Crystallogr. (C). — 3.
- Trofimov B.A., Gusarova N.K., Volkov P.A., Ivanova N. I., Khrapova K. O. (2015). First Examples of the Atherton-Todd-Like Reaction in the Absence of Bases // *Heteroatom Chemistry*, — 27(1), — 44–47. — DOI:10.1002/hc.21299.
- Version, APEX2 (2006). Solutions, Bruker Advansed X-Ray // SAINTPlus. Data Reduction and Correction Program (Version 7.31A).
- Zwierzak A., Osowska K. (1984). A Convenient Method for the Protection of Amino Groups as Diethyl Phosphoramidates // *Synthesis*, — 03, — 223–224. — DOI:10.1055/s-1984-30778.

## REFERENCES

- Cherkasov R.A., Zabirow N.G., Shamsevaleev F.M. (1991). N-Phosphorylated amides and thioamides // *Russian Chemical Reviews*, — 60, — 1128-1144. — DOI: 10.1070/RC1991v060n10ABEH001134.
- Corre S.S., Le B.M., Couthon-gourves H., Haelters J., Jaffrès P. (2014). Atherton – Todd Reaction: Mechanism, Scope and Applications // *Beilstein J. Org. Chem*, — 1166-1196. — DOI: 10.3762/bjoc.10.117.
- Dzhiembaev B.J., Kuandykova A.B., Akyzbekov N.I., Dobrynin A., Burilov A.R. (2023). Synthesis of Amidophosphates Based on 1-Ethynyl-1-Aminocyclohexane Upon Microwave Activation and their Biological Activity // *Eurasian Chemico-Technological Journal*, — 25(1), — 57-64. — DOI: 10.18321/ectj1495.
- Dzhiembaev B.J., Kuandykova A.B. (2023). Synthesis of new amidophosphates based on aromatic amines // *Chemistry and Chemical Technology*, — 3, — 30–36. — DOI: 10.52081/ChChTJ.2023.v03.i3.013.
- Dzhiembaev B.Zh., Kuandykova A.B., Doszhanova K.A., Tleubayeva A.A., Sadykov S.T., Aitbayev T.Y., Alimkulov D.M. (2021). Application of 0,0-diethyl-1- (3,4-dimethoxyphenyl) - (1-ethynylcyclohexylaminomethyl) phosphonate as a growth stimulator of vegetable crops // *Kazakhstan Patent* — No. 52.
- Kaboudin B., Donyavi A., Kazemi F. (2018). Trichloroisocyanuric Acid as an Efficient Reagent for the Synthesis of Phosphoroamidates via Atherton – Todd Reaction under Base-Free Conditions // *Synthesis*, — 50(1), — 170–174. — DOI: 10.1055/s-0036-1589111.
- Kaboudin B., Kazemi F. & Habibi F. (2015). Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@MgO nanoparticles as an efficient recyclable catalyst for the synthesis of phosphoroamidates via the Atherton–Todd reaction // *Tetrahedron Letters*, — 56(46), — 6364–6367. — DOI: 10.1016/j.tetlet.2015.09.129.
- Kim I.H., Park Y.K., Nishiwaki H., Hammock B.D., Nishi K. (2015). Structure–activity relationships of amide–phosphonate derivatives as inhibitors of the human soluble epoxide hydrolase // *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, — 23(22), — 7199–7210. — DOI:10.1016/j.bmc.2015.10.016.
- Krutikov V.I., Erkin A.V., Krutikova V.V. (2012). Phosphoramidates: Features of the formation mechanism and the relationship structure-bioaction // *Russian Journal of General Chemistry*, — 82(5), — 822–826. — DOI:10.1134/s1070363212050039.
- Kuandykova A.B., Dzhiembaev, B. Zh., Burilov A.R., Akyzbekov N.I., Chugunova E.A., Dobrynin A.B., Abyzbekova G.M. (2023). Synthesis of New Symmetrical Diamidophosphates Based on meta-Phenylenediamine under Microwave Irradiation // *Russian Journal of General Chemistry*, — 93(6), — 1386 – 1390. — DOI:10.1134/S1070363223060099.
- Milen M., Abranyi-Balogh P., Kangyal R., Dancso A., Frigyes D., Keglevich G. (2014). T3P®-Mediated One-Pot Synthesis of Bis( $\alpha$ -aminophosphonates) // *Heteroatom Chemistry*, — 25(4), — 245–255. — DOI:10.1002/hc.21170.
- Minaeva L.I., Patrikeeva L.S., Kabachnik M.M., Beletskaya I.P. (2010). Phosphorylation of Amino(aryl) methylphosphonates by the Atherton-Todd Reaction // *Russian Journal of Organic Chemistry*, — 46, — 1579–1580. — DOI: 10.1134/S1070428010100246.
- Ou Y., Huang Y., He Z., Yu G., Huo Y., Gao Y., Chen Q. (2020). Phosphoryl radical-initiated Atherton–Todd-type reaction under open air // *Chemical Communications*, — 1–3. — DOI:10.1039/c9cc09407e.
- Schmid H., Gaan S. (2012). Aromatic Bis-phosphoramidate Additives as Flame Retardants for Polymers // — EP2481744A1.
- Sheldrick G.M. (1997). SADABS, Madison, — Wisconsin, USA.
- Sheldrick G.M. (2014). Acta Crystallogr. (C). — 3.
- Trofimov B.A., Gusarova N.K., Volkov P.A., Ivanova N.I., Khrapova K.O. (2015). First Examples of the Atherton-Todd-Like Reaction in the Absence of Bases // *Heteroatom Chemistry*, — 27(1), — 44–47. — DOI:10.1002/hc.21299.
- Version, APEX2 (2006). Solutions, Bruker Advanced X-Ray // SAINTPlus. Data Reduction and Correction Program (Version 7.31A).
- Zwierzak A., Osowska K. (1984). A Convenient Method for the Protection of Amino Groups as Diethyl Phosphoramidates // *Synthesis*, — 03, — 223–224. — DOI:10.1055/s-1984-30778.

## МАЗМҰНЫ

<b>Н.А. Алжаппарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов</b> ХАЛКОН НЕГІЗІНДЕГІ 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛДЫ СИНТЕЗДЕУДІҢ ЖАҢА СТРАТЕГИЯСЫ.....	7
<b>Ж. Жақсылық, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадуллаев</b> ТҮБЕЛІКТІ РЕАКТОРДАҒЫ АГРЕГАЦИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ СТОХАСТИКАЛЫҚ РЕКТОР КОНЦЕПЦИЯСЫНА НЕГІЗГЕН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	18
<b>Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Қосмбаева, Г.Ж. Жақупова</b> АСФАЛЬТЕНДЕРДЕН СОРБЕНТТЕР АЛУ ЖӘНЕ ЖОЛ БИТУМЫНА АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚОСПА РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ.....	27
<b>Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева</b> ХИМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	40
<b>Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О. Абилқасова, С.С. Егеубаева</b> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЗАТТАРМЕН ЛАСТАНУ ДЕНГЕЙІН ЗЕРТТЕУ.....	54
<b>А.Б. Қуандықова, Б.Ж. Джембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Ақылбеков, Н.О. Акимбаева</b> ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) ЖӘНЕ ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТ) СИНТЕЗІ, МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЖӘНЕ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ.....	70
<b>А. Қуандықова, Б. Таймасов<sup>1</sup>, Н. Жаникулов, Е. Потапова</b> БЕЛИТТІ КЛИНКЕР СИНТЕЗДЕУ ҮШІН АЦІСАЙ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЗАУЫТЫНЫҢ КЛИНКЕРІН ҚОЛДАНУ.....	83
<b>Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садықов</b> ТАБИҒИ ТАСЫМАЛДАҒЫШҚА ҚОНДЫРЫЛҒАН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА ПРОПАН-БУТАН ҚОСПАСЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ТОТЫҒУЫ.....	94
<b>О. Нүркенов, С. Фазылов, Ж. Нұрмағанбетов, Т. Сейілханов, Ә. Мендібаева</b> ТАБИҒИ АЛКАЛОИДТАРДЫҢ ФРАГМЕНТТЕРІ БАР НИКОТИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ЖАҢА ТИОМОЧЕВИНА ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	106
<b>Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек</b> ІРІКТЕМЕЛІ ШАЙМАЛАУ АРҚЫЛЫ КОНКРЕЦИОНДЫ ФОСФОРИТ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АРТТЫРУ.....	116
<b>А.А. Саденова, А.Р. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, Н.Т. Gomes, М.С. Калмаханова</b> АСҚАБАҚ ТҰҚЫМЫНЫҢ ҚАБЫҒЫНАН АЛЫНҒАН АДСОРБЕНТТЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨНДІРІСТІК АҒЫНДЫ СУЛАРДАН НИКЕЛЬ ИОНДАРЫН ЖОЮ.....	137
<b>А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова</b> МЫС ОКСИДІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ОРАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....	153
<b>К.К. Сырманова, Ж.Б. Қалдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Түлеуов</b> ПОЛИМЕРЛІ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ПОЛИМЕРЛІ-БИТУМДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	164
<b>Б.Р. Таусарова, С.О. Әбілқасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова</b> МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЗЫҒЫР МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	178
<b>Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева</b> «УРАЛОСИБИРСКАЯ 2» БИДАЙ СОРТЫНЫҢ СО <sub>2</sub> -СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	187

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Н.А. Алжанпарова, М.К. Ибраев, С.Ю. Паньшина, А.А. Жоргарова, Б.Е. Бектурганов</b> НОВАЯ СТРАТЕГИЯ СИНТЕЗА 3,5-ДИАРИЛПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛКОНОВ.....7	
<b>Ж. Жаксылык, Л.М. Мусабекова, М.А.А. Murad, К.Е. Арыстанбаев, Д.К. Жумадуллаев</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АГРЕГАЦИИ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ В ТРУБЧАТОМ РЕАКТОРЕ.....18	
<b>Т.С. Кайменова, Р.О. Орынбасар, Г.Т. Космбаева, Г.Ж. Жакупова</b> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ ИЗ АСФАЛЬТЕНОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ К ДОРОЖНОМУ БИТУМУ.....27	
<b>Д.Ж. Калиманова, А.А. Алешова, Ш.Т. Балабекова, А.К. Мендигалиева</b> ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ.....40	
<b>Л.М. Калимолдина, Г.С. Султангазиева, С.О.Абилкасова, С.С. Егеубаева</b> ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ГОРОДА АЛМАТЫ.....54	
<b>А.Б. Куандыкова, Б.Ж. Джембаев, А.Б. Добрынин, Н.И. Акылбеков, Н.О. Акимбаева</b> СИНТЕЗ, МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ТЕТРАЭТИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА) И ТЕТРАПРОПИЛ 1,3-ФЕНИЛЕНБИС(ФОСФОРАМИДАТА).....70	
<b>А. Куандыкова, Б. Таймасов, Н. Жаникулов, Е. Потапова</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИНКЕРА АЦИСАЙСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА БЕЛИТОВОГО КЛИНКЕРА.....83	
<b>Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, С.А. Тунгатарова, В.А. Садыков</b> ПАРЦИАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ СМЕСИ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, НАНЕСЕННЫХ НА ПРИРОДНЫЕ НОСИТЕЛИ.....94	
<b>О. Нуркенов, С. Фазылов, Ж. Нурмаганбетов, Т. Сейлханов, А. Мендибаева</b> СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ НОВЫХ ТИОМОЧЕВИННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ФРАГМЕНТАМИ ПРИРОДНЫХ АЛКАЛОИДОВ.....106	
<b>Е.Б. Райымбеков, П.А. Абдуразова, С.П. Назарбекова, У.Б. Назарбек</b> ПОВЫШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КОНКРЕЦИОННОГО ФОСФОРИТА МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....116	
<b>А.А. Саденова, А.П. Сильва, Дж.Л. Диас де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова</b> УДАЛЕНИЕ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДСОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СКОРЛУПЫ СЕМЯН ТЫКВЫ.....137	
<b>А.И. Самадун, Б.Р. Таусарова, Г.Т. Дарибаева, Д.Е. Нурмуханбетова</b> СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....153	
<b>К.К. Сырманова, Ж.Б. Калдыбекова, А.Б. Агабекова, Е.Т. Боташев, Р.М. Тулеуов</b> ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО.....164	
<b>Б.Р. Таусарова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, Ж.Е. Шаихова</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЦИНКА.....178	
<b>Н.Н. Токбаева, М.А. Дюсебаева, Г.Т. Дарибаева, Б.К. Копжасаров, Г.Е. Берганаева</b> ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CO <sub>2</sub> -ЭКСТРАКТА СОРТА ПШЕНИЦЫ " УРАЛОСИБИРСКАЯ 2".....187	

CONTENTS

<b>N.A. Alzhapparova, M.K. Ibraev, S.Y. Panshina, A.A. Zhortarova, B.E. Bekturganov</b> NEW STRATEGY FOR THE SYNTHESIS OF 3,5-DIARYLPYRAZOLES BASED ON CHALCONES.....	7
<b>Zh. Zhaksylyk, L. Musabekova, M.A. Murad, K. Arystanbayev, D. Zhumadullayev</b> COMPUTER MODELING BASED ON THE STOCHASTIC LATTICE CONCEPT FOR AGGREGATION PROCESSES IN A TUBULAR REACTOR.....	18
<b>T.S. Kainenova, R.O. Orynassar, G.T. Kosmbayeva, G.Zh. Zhakupova</b> ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING SORBENTS FROM ASPHALT AND USE AS AN ADHESIVE ADDITIVE TO ROAD BITUMEN.....	27
<b>D.Zh. Kalimanova, A.A. Aleshova, Sh.T. Balabekova, A.K. Mendigalieva,</b> FORMATION OF THE BASICS OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN TEACHING CHEMISTRY.....	40
<b>L.M. Kalimoldina, G.S. Sultangazieva, S.O. Abilkasova, S.S. Egeubaeva</b> STUDY ON THE LEVEL OF CHEMICAL POLLUTION OF WATER RESOURCES IN ALMATY.....	54
<b>A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhienbaev, A.B. Dobrynin, N.I. Akylbekov, N.O. Akimbaeva</b> SYNTHESIS, MOLECULAR AND CRYSTAL STRUCTURES OF TETRAETHYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE) AND TETRAPROPYL 1,3-PHENYLENEBIS (PHOSPHORAMIDATE).....	70
<b>A. Kuandykova, B. Taimasov, N. Zhanikulov, E. Potapova</b> USE OF CLINKER FROM ASHISAI METALLURGICAL PLANT FOR SYNTHESIS OF BELITE CLINKER.....	83
<b>B.K. Massalimova, A.S. Darmenbayeva, Zh. Mukazhanova, S.A. Tungatarova, V.A. Sadykov</b> PARTIAL OXIDATION OF A PROPANE-BUTANE MIXTURE ON CATALYSTS SUPPORTED ON A NATURAL SUPPORT.....	94
<b>O. Nurkenov, S. Fazylov, Zh. Nurmaganbetov, T. Seilkhanov, A. Mendibayeva</b> SYNTHESIS AND STRUCTURE OF NEW THIOUREA DERIVATIVES OF NICOTINIC ACID WITH FRAGMENTS OF NATURAL ALKALOIDS.....	106
<b>Y.B. Raiymbekov, P.A. Abdurazova, S.P. Nazarbekova, U.B. Nazarbek</b> ENHANCING THE CONCENTRATION OF NODULAR PHOSPHORITE BY SELECTIVE LEACHING.....	116
<b>A.A. Sadenova, A.P. Silva, J.L. Díaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova</b> REMOVAL OF NICKEL IONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING ADSORBENTS OBTAINED FROM THE SHELLS OF PUMPKIN SEEDS.....	137
<b>A.I. Samadun, B.R. Taussarova, G.T. Daribayeva, D.E. Nurmukhanbetova</b> SYNTHESIS OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES AND APPLICATION FOR FOOD PACKAGING.....	153
<b>K.K. Syrmanova, Zh.B. Kaldybekova, A.B. Agabekova, E.T. Botashev, R.M. Tuleuov</b> INFLUENCE OF POLYMER AND FUNCTIONAL ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF POLYMER-BITUMEN BINDER.....	164
<b>B.R. Taussarova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina, Zh.E. Shaikhova</b> INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF FLAX MATERIALS MODIFIED WITH ZINC OXIDE NANOPARTICLES.....	178
<b>N.N. Tokbayeva, M.A. Dyusebaeva, G.T. Daribayeva, B.K. Kopzhassarov, G.E. Berganayeva</b> PHYTOCHEMICAL STUDY OF CO <sub>2</sub> -EXTRACT VARIETIES OF WHEAT "URALOSIBIRSKAYA-2".....	187

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

**[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)  
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>  
ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)**

Подписано в печать 15.03.2024.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.