

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2025 • 2



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Editor-in-Chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Acting President of RPA NAS RK, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Editorial Board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Science and Production Holding "Phytochemistry" (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ABIEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

OLIVIERO Rossi Cesare, PhD (Chemistry), Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

TIGINYANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

SANG SU Kwak, PhD (Biochemistry, Agricultural Chemistry), Professor, Chief Scientist, Research Center for Plant Systems Engineering, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

BERSIMBAYEV Rakhmetkazi Iskenderovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

CALANDRA Pietro, PhD (Physics), Professor, Institute for the Study of Nanostructured Materials (Rome, Italy), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

BOSHKAEV Kuantai Avgyzevich, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

BURKITBAEV Mukhambetkali, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ZHUSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

TAKIBAEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

KHARIN Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Branch of NRNU MEPhI Kazakh National University named after Al-Farabi (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ABISHEV Medeu Erzhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ABILMAGZHANOV Arlan Zainutallaevich, PhD in Chemistry, First Deputy Director General of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky", (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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. KZ31VPY00111215 issued 31. 01. 2025

Thematic scope: *physics and chemistry*.

Periodicity: 4 times a year.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрыңұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА РҚБ президенті м.а., АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакция ұжымы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, PhD (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САНГ-СУ Квак, PhD (биохимия, агрохимия), профессор, Корея Биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. (Астана, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанокүрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Құнтай Ағвазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фарабиатындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

Бүркітбаев Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Мексика ұлттық автономиялық университеті (UNAM), Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, ҰЯЗУ МИФИ әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

ӘБІШЕВ Медеу Ержанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

ӘБІЛМАҒЖАНОВ Арпан Зайнуталлаұлы, химия ғылымдарының кандидаты, Д.В. Сокольский атындағы "Отын, катализ және электрохимия институты" АҚ Бас директорының бірінші орынбасары, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі 31.01.2025 ж. берген № KZ31VPY00111215 Күзлік.

Тақырыптық бағыты: *физика, химия.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2025

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. президента РОО НАН РК, Генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701328029>

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602431781>

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (PhD, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375979>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>

САИГ-СУ Квак, доктор философии (PhD, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59286321700>

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004012398>

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (PhD, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004303066>

БОШКАЕВ Кунтайт Авгазыевич, PhD, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54883880400>

БҮРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55989741100>

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602166928>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>

ТАКИБАЕВ Нургали Жаббагаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24077239000>

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701353063>

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, кандидат физико-математических наук, доцент, Филиал НИЯУ МИФИ Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602642543>

АБИШЕВ Мелеу Ержанович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900>

АБИЛЬМАГЖАНОВ Арлан Зайнуталлаевич, кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57197468109>

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

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

Свидетельство №**KZ31VPY0011215** о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан **31.01.2025**

Тематическая направленность: *физика, химия*.

Периодичность: 4 раза в год.

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2025

CONTENTS

PHYSICS

A.A. Gazizova, D.M. Nasirova, V.O. Kurmangaliyeva, Sh.I. Khamraev DISTRIBUTION OF PRESSURE AND TEMPERATURE IN NEUTRON STARS: NUMERICAL ANALYSIS.....	11
A. Dalelkhankyzy, G. Baimbetova, N. Koilyk, S. Toktarbay, A. Beisebayeva QUASISPIN FORMALISM OF INTERACTION BETWEEN BOSONS AND ITS APPLICATION IN NUCLEAR THEORY.....	22
N.K. Zhusupova, V.N. Zhumabekova, A.A. Zhadyranova DETERMINATION OF ANTINEUTRON-NUCLEAR SCATTERING AMPLITUDE.....	34
V. Mukamedenkyzy, B. Akberdiyev INVESTIGATION OF CONCENTRATION FIELDS IN BINARY GAS MIXTURES IN THE PRESENCE OF CONVECTIVE FLOWS.....	46
A.V. Serebryanskiy, Ch.B. Akniyazov, Ch.T. Omarov, S.Sittykova, D. Kadyrova SEARCHING FOR INNER-EARTH ASTEROIDS.....	62
G.B. Suliyeva, M.A. Makukov, E.G. Mychelkin TWO TYPES OF SCALAR BACKGROUND VISUALIZATION.....	79
U.A. Ualikhanova, A.M. Konys, A.B. Altaibayeva, Zh.M. Beisekeyeva DYNAMICAL SYSTEMS ANALYSIS OF $f(R,T) = R + \beta T^m$ COSMOLOGY.....	94
Zh.S. Umbetova, U.U. Abdizhalilova DYNAMICS OF THE EVOLUTION OF ANISOTROPIC COMPACT STARS IN $f(\tau)$ TELEPARALLEL GRAVITY.....	105
L.I. Shestakova, R.R. Spassyyuk DESTRUCTION OF SMALL BODIES COMPOSED OF SILICATES BY THERMAL STRESSES.THERMAL EMISSION OF DISRUPTION PRODUCTS.....	121
S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.V. Reva, L. Aktay, V.Y. Kim STUDIES OF THE MRK 766 GALAXY IN THE OPTICAL RANGE.....	138

CHEMISTRY

D.T. Altynbekova, B.K. Massalimova, B.E. Begenova, A. Darmenbayeva, M.D. Akanova SYNTHESIS AND STUDY OF PROTON CONDUCTIVITY OF NANOCOMPOSITES BASED ON COMPLEX OXIDES (LaNbO ₄) AND ALLOYS (NiCoOx, CuCoOx, NiCuOx).....	152
--	-----

D.Zh. Amantayeva, M.A. Dyusebayeva, B.K. Kopzhassarov, A.E. Berganayeva, G.E. Berganayeva PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ULMUS PUMILA LEAVE.....	164
A. Assanov, S.A. Mameshova, G.S. Tatykhanova, T.A. Savitskaya CHEMICAL AND MINERALOGICAL ANALYSIS OF KAZAKHSTAN CLAYS AND STUDY OF THEIR HYDRODISPERSIVE PROPERTIES.....	182
G.S. Akhmetova, U.B. Issayeva, K.D. Praliyev, M.T. Omyrzakov, T.M. Seilkhanov TECHNOLOGY OF PRODUCING 1-(2-ETHOXYETHYL)-4- ADAMANTANECARBONYLOXY-PIPERIDINE HYDROCHLORIDE AND STUDY OF ITS CYTOTOXICITY.....	206
G.Zh. Baisalova, G.K. Token, B.B. Torsykbaeva, A.D. Dukenbayeva, N. Rakhmetova STUDYING THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE PHRAGMITES COMMUNIS PLANT BY GAS CHROMATOGRAPHY–MASS–SPECTROMETRY.....	218
A. Yedilova, Z. Inelova, N. Kurbatova, B. Turalin PHYTOCHEMICAL STUDY OF MEDICINAL PLANT - HUMULUS LUPULUS L., FOR THE PURPOSE OF OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES.....	229
A. Kuandykova, B. Taimasov, E. Potapova, B. Zhakipbayev, N. Zhanikulov STUDY OF THE MICROSTRUCTURE OF CLINKERS OBTAINED FROM METALLURGICAL SLAG.....	242
X.A. Leontyeva, G.M. Khussurova, D.S. Puzikova, A.N. Nefedov, M. Zhurynov PERFORMANCE AND APPLICATION OF ORGANIC CORROSION INHIBITORS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY OF THE CIS COUNTRIES. REVIEW.....	258
L.K. Orazzhanova, Zh.S. Kassymova, Zh.Zh. Nurtazina, D.K. Asserzhanov, K.K. Kabdulkarimova SYNTHESIS AND APPLICATION OF IRON NANOPARTICLES FOR THE PRODUCTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES CHLORELLA VULGARIS.....	275
B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.S. Rakhmetova SOLID CARBON DIOXIDE ADSORBENT BASED ON ALKALI METAL CARBONATES WITH PROMOTER ADDITIVES.....	291

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

А.А. Ғазизова, Д.М. Насирова, В.О. Құрманғалиева, Ш.И. Хамраев. НЕЙТРОНДЫ ЖҰЛДЫЗДАРДАҒЫ ҚЫСЫМ МЕН ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ТАРАЛУЫНА САНДЫҚ ТАЛДАУ.....	11
А. Дәлелханқызы, Г. Баймбетова, Н. Қойлық, С. Тоқтарбай, А. Бейсебаева БОЗОНДАР АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ӘСЕРЛЕСУДІҢ КВОЗИСПИНДІК ФОРМАЛИЗМІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЯДРОЛЫҚ ТЕОРИЯДАҒЫ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	22
Н.К. Жусупова, В.Н. Жумабекова, А.А. Жадыранова АНТИНЕЙТРОНДАРДЫҢ ЯДРОДАН ШАШЫРАУ АМПЛИТУДАСЫН АНЫҚТАУ.....	34
В. Мукамеденқызы, Б. Ақбердиев КОНВЕКТИВТІ АҒЫНДАР КЕЗІНДЕ БИНАРЛЫ ГАЗ ҚОСПАЛАРЫНДАҒЫ КОНЦЕНТРАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	46
А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова ІШКІ ЖЕР ОРБИТАСЫНДА АСТЕРОИДТАРДЫ ІЗДЕУ.....	62
Г.Б. Сулиева, М.А. Макуков, Э.Г. Мычелкин СКАЛЯРЛЫ ФОННЫҢ ЕКІ ТҮРЛІ ВИЗУАЛИЗАЦИЯСЫ.....	79
У.А. Уалиханова, А.М. Қоныс, А.Б. Алтайбаева, Ж.М. Бейсекеева $f(R,T) = R + \beta T^m$ КОСМОЛОГИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ТАЛДАУЫ.....	94
Ж.С. Умбетова, У.У. Абдижалилова $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬ ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ АНИЗОТРОПТЫ КОМПАКТТЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ЭВОЛЮЦИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ.....	105
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк СИЛИКАТТЫ ҚҰРАМДЫ ШАҒЫН ДЕНЕЛЕРДІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ КЕРНЕУЛЕРДЕН БҰЗЫЛУЫ. БӨЛШЕКТЕНУ НӘТИЖЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ӨНІМДЕРДІҢ ЖЫЛУЛЫҚ ЭМИССИЯСЫ.....	121
С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.В. Рева, Л. Актай, В.Ю. Ким MRK 766 ГАЛАКТИКАСЫН ОПТИКАЛЫҚ ДИАПАЗОНДА ЗЕРТТЕУ.....	138

ХИМИЯ

Д.Т. Алтынбекова, Б.К. Масалимова, Б.Е. Бегенова, А. Дарменбаева, М.Д. Аканова КҮРДЕЛІ ОКСИДЕР (LaNbO_4) МЕН ҚҰЙМАЛАРДЫҢ (NiCoO_x , CuCoO_x , NiCuO_x) НЕГІЗІНДЕГІ НАНОКОМПОЗИТТЕРДІ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ПРОТОНӨТКІЗГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ.....	152
Д.Ж. Амантаева, М.А. Дюсебаева, Б.К. Копжасаров, А.Е. Берганаева, Г.Е. Берганаева ULMUS PUMILA ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	164
А. Асанов, С.А. Мамешова, Г.С. Татыханова, Т.А. Савицкая ҚАЗАҚСТАН САЗДАРЫНЫҢ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ГИДРОДИСПЕРСИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	182
Г.С. Ахметова, Ұ.Б. Исаева, Қ.Ж. Пірәлиев, М.Т. Омырзаков, Т.М. Сейлханов 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4-АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИН ГИДРОХЛОРИДІН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЦИТОУЫТТЫЛЫҚ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	206
Г.Ж. Байсалова, Г.Қ. Төкен, Б.Б. Торсыкбаева, А.Д. Дукенбаева, Н. Рахметова ГАЗ ХРОМАТОГРАФИЯ–МАСС–СПЕКТРОМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН PHRAGMITES COMMUNIS ӨСІМДІГІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	218
А. Едилова, З. Инелова, Н. Күрбатова, Б. Туралин ДӘРІЛІК HUMULUS LUPULUS L. ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ МАҚСАТЫНДАҒЫ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	229
А. Қуандыкова, Б. Таймасов, Е. Потапова, Б. Жакипбаев, Н. Жаникулов МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ШЛАКТАРДАН АЛЫНАТЫН КЛИНКЕРЛЕРДІҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	242
К.А. Леонтьева, Г.М. Хусурова, Д.С. Пузикова, А.Н. Нефедов, М. Жұрынов ТМД ЕЛДЕРІНІҢ МҰНАЙ-ХИМИЯ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ИНГИБИТОРЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ. ШОЛУ.....	258
Л.К. Оразжанова, Ж.С. Касымова, Ж.Ж. Нуртазина, Д.Қ. Әсержанов, К.К. Кабдулкаримова CHLORELLA VULGARIS БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫН АЛУ ҮШІН ТЕМІР НАНОБӨЛШЕКТЕРІН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	275
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ПРОМОУТЕРЛІК ҚОСПАЛАРЫ БАР СІЛТІЛІ МЕТАЛЛ КАРБОНАТТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ҚАТТЫ АДСОРБЕНТІ.....	291

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

А.А. Газизова, Д.М. Насирова, В.О. Курмангалиева, Ш.И. Хамраев РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В НЕЙТРОННЫХ ЗВЁЗДАХ: ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ.....	11
А. Далелханкызы, Г. Баймбетова, Н. Койлык, С. Токтарбай, А. Бейсебаева КВАЗИСПИНОВЫЙ ФОРМАЛИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОЗОНОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЯДЕРНОЙ ТЕОРИИ.....	22
Н.К. Жусупова, В.Н. Жумабекова, А.А. Жадыранова ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДЫ АНТИНЕЙТРОН-ЯДЕРНОГО РАССЕЯНИЯ.....	34
В. Мукамеденкызы, Б. Акбердиев ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ В БИНАРНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ ПРИ НАЛИЧИИ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ.....	46
А.В. Серебрянский, Ч.Б. Акниязов, Ч.Т. Омаров, С. Ситтыкова, Д. Кадырова ПОИСК АСТЕРОИДОВ ВНУТРИ ЗЕМНОЙ ОРБИТЫ.....	62
Г.Б. Сулиева, М.А. Макуков, Э.Г. Мычелкин ДВА ТИПА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СКАЛЯРНОГО ФОНА.....	79
У.А. Уалиханова, А.М. Коныс, А.Б. Алтайбаева, Ж.М. Бейсекеева АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ $f(R,T) = R + \beta T^m$ КОСМОЛОГИИ.....	94
Ж.С. Умбетова, У.У. Абдижалилова ДИНАМИКА ЭВОЛЮЦИИ АНИЗОТРОПНЫХ КОМПАКТНЫХ ЗВЕЗД В $f(\tau)$ -ТЕЛЕПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИИ.....	105
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк РАЗРУШЕНИЕ МАЛЫХ СИЛИКАТНЫХ ТЕЛ ТЕПЛОВЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ. ТЕПЛОВАЯ ЭМИССИЯ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ.....	121
С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.В. Рева, Л. Актай, В.Ю. Ким ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИКИ MRK 766 В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ.....	138

ХИМИЯ

Д.Т. Алтынбекова, Б.К. Масалимова, Б.Е. Бегенова, А. Дарменбаева, М.Д. Аканова СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ (LaNbO_4) И СПЛАВОВ (NiCoO_x , CuCoO_x , NiCuO_x).....	152
---	-----

Д.Ж. Амантаева, М.А. Дюсебаева, Б.К. Копжасаров, А.Е. Берганаева, Г.Е. Берганаева ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ULMUS PUMILA.....	164
А. Асанов, С.А. Мамешова, Г.С. Татыханова, Т.А. Савицкая ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЛИН КАЗАХСТАНА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИХ ГИДРОДИСПЕРСИЙ.....	182
Г.С. Ахметова, Ұ.Б. Исаева, Қ.Ж. Пралиев, М.Т. Омырзаков, Т.М. Сейлханов ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОХЛОРИДА 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4- АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ЦИТОТОКСИЧНОСТИ.....	206
Г.Ж. Байсалова, Г.К. Токен, Б.Б. Торсыкбаева, А.Д. Дукенбаева, Н. Рахметова ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ RHAGMITES COMMUNIS МЕТОДОМ ГАЗ ХРОМАТОГРАФИИ–МАСС–СПЕКТРОМЕТРИИ.....	218
А. Едилова, З. Инелова, Н. Курбатова, Б. Туралин ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ – HUMULUS LUPULUS L. С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	229
А. Куандыкова, Б. Таймасов, Е. Потапова, Б. Жакипбаев, Н. Жаникулов ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ КЛИНКЕРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ.....	242
К.А. Леонтьева, Г.М. Хусурова, Д.С. Пузикова, А.Н. Нефедов, М. Журинов ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАН СНГ. ОБЗОР.....	258
Л.К. Оразжанова, Ж.С. Касымова, Ж.Ж. Нуртазина, Д.К. Асержанов, К.К. Кабдулкаримова СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ CHLORELLA VULGARIS.....	275
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.С. Рахметова ТВЁРДЫЙ АДсорбЕНТ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ КАРБОНАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРОМОТИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ.....	291

© G.S. Akhmetova¹, U.B. Issayeva¹, K.D. Praliyev¹,
M.T. Omyrzakov², T.M. Seilkhanov³, 2025.

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan;

²Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan;

³Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kokshetau, Kazakhstan;

E-mail: ulyajan_1603@mail.ru

TECHNOLOGY OF PRODUCING 1-(2-ETHOXYETHYL)-4- ADAMANTANECARBONYLOXY-PIPERIDINE HYDROCHLORIDE AND STUDY OF ITS CYTOTOXICITY

G.S. Akhmetova — Doctor of Chemical Sciences, Chief Researcher, A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: gulgakhmet@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9074-1464>;

U.B. Issayeva — PhD, Researcher, A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: ulyajan_1603@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6976-6096>;

K.D. Praliyev — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Chief Researcher at A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: praliyevkd@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0381-7481>;

M.T. Omyrzakov — PhD, Senior Lecturer at S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: manas.88@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2665-178X>;

T.M. Seilkhanov — Professor, Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kokshetau, Kazakhstan,

E-mail: tseilkhanov@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0079-4755>.

Abstract. Relevance. Drug resistance, including multiple drug resistance (MDR), simultaneous resistance of pathogens to several medicinal products, is becoming one of the main problems of modern medicine. In this regard, the search for and development of compounds possessing antimicrobial activity is of high relevance. The aim of the present study is the development of a technology for obtaining a highly effective antimicrobial/antifungal agent — adamantane carboxylate of the piperidine series AIP-5 — and the investigation of its cytotoxicity. Materials and Methods. To assess cytotoxicity *in vitro*, monolayer transplantable cell cultures — MDCK — were used. Quantitative evaluation of the toxic effect of the tested compound was carried out using the MTT assay. Data were recorded after 72 hours of exposure to the compound. Based on the obtained results, CT₅₀ values were calculated. Results and Discussion. The present study provides data on the technology for obtaining the highly effective antimicrobial/antifungal agent AIP-5. The technological scheme for obtaining the

compound as an active pharmaceutical ingredient includes five stages. Conclusion. A technology for obtaining the highly effective antimicrobial/antifungal agent AIP-5 has been presented. It has been shown that the technological scheme for obtaining AIP-5 as an active substance consists of five stages. As a result of the study of its cytotoxic effect, it was revealed that the AIP-5 compound is less toxic than the reference substance Rimantadine.

Keywords: synthesis, piperidine, hydrochloride, production technology, antimicrobial/antifungal activity, substance

© Г.С. Ахметова¹, Ұ.Б. Исаева¹, Қ.Ж. Пірәлиев¹,
М.Т. Омырзаков², Т.М. Сейлханов³, 2025.

¹«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ,
Алматы, Қазақстан;

²«С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті» КеАҚ,
Алматы, Қазақстан;

³Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті, Қазақстан.
E-mail: ulyajan_1603@mail.ru

1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)-4-АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИН ГИДРОХЛОРИДІН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЦИТОУЫТТЫЛЫҚ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Г.С. Ахметова — химия ғылымдарының докторы, «Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ-ның бас ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан,

E-mail: gulgakhmet@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9074-1464>;

Ұ.Б. Исаева — PhD, «Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ-ның ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан,

E-mail: ulyajan_1603@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6976-6096>;

Қ.Ж. Пірәлиев — химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ-ның бас ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан,

E-mail: praliyevkd@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0381-7481>;

М.Т. Омырзаков — PhD, «С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті» КеАҚ-ның аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан,

E-mail: manas.88@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2665-178X>;

Т.М. Сейлханов — Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті профессоры, Көкшетау, Қазақстан,

E-mail: tseilkhanov@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0079-4755>.

Аннотация. Өзектілігі. Дәрілік төзімділік, соның ішінде көп дәріге төзімділік (MDR), яғни қоздырғыштардың бірнеше дәрілік препараттарға бір мезгілде төзімділігі қазіргі медицинаның негізгі мәселелерінің біріне айналууда. Микроорганизмдердің төзімді түрлерінің туындататын ауруларының санының күрт артуы жаңа дәрілік препараттарды жасау саласындағы айқын қиындықтар аясында орын алуы – ерекше алаңдаушылық туғызады. Осыған байланысты микробтарға қарсы әсері бар қосылыстарды іздеу және әзірлеу өте өзекті болып табылады. Осы жұмыстың мақсаты – пиперидин қатарының

адамантанкарбоксилаты АІР-5 деп аталатын жоғары тиімді антимикробтық/зеңге қарсы препаратының алу технологиясын әзірлеу және оның цитотоксиктілігін зерттеу болып табылады. Материалдар мен әдістер. Цитотоксиктілікті *in vitro* жағдайында бағалау үшін моноқабатты, өсірілетін жасушалық мәдениет – MDCK қолданылды. Зерттелетін препараттың уытты әсеріне сандық баға беру МТТ-тест әдісімен жүргізілді. Деректер препаратпен әсер еткеннен кейін 72 сағат өткен соң есепке алынды. Алынған деректер негізінде ЦТК₅₀ мәндері есептелді. Нәтижелер мен талқылау. Бұл жұмыста АІР-5 деп аталатын жоғары тиімді антимикробтық/зеңге қарсы препаратының алу технологиясы бойынша деректер келтірілген. Қосылысты белсенді субстанция ретінде алу технологиялық сызбасы 5 сатыдан тұрады. Зерттелген заттың цитотоксикалық әсері бойынша алынған нәтижелер АІР-5 қосылысының салыстырмалы зат Римантадинге қарағанда уыттылығы төмен екенін көрсетті. Қорытындылар. Жоғары тиімді антимикробтық/зеңге қарсы АІР-5 препаратының алу технологиясы ұсынылды. АІР-5 қосылысын белсенді субстанция ретінде алу технологиялық сызбасы 5 сатыдан тұратыны көрсетілді. Оның цитотоксиктік әсерін зерттеу нәтижесінде АІР-5 қосылысының референтті зат Римантадинге қарағанда уыттылығы төмен екені анықталды.

Түйін сөздер: синтез, пиперидин, адамантанкарбоксилат, гидрохлорид, алу технологиясы, антимикробтық/зеңге қарсы әсер, субстанция

Қаржыландыру: Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті жүзеге асыратын 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми зерттеулерді мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында BR21882220 жобасы бойынша «А.Б.Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ-да жұмыс жүргізілді.

© Г.С. Ахметова¹, Ұ.Б. Исаева¹, Қ.Ж. Пралиев¹,
М.Т. Омырзақов², Т.М. Сейлханов³, 2025.

¹АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан;

²НАО «Казахский национальный медицинский университет
им. С.Д. Асфендиярова», Алматы, Казахстан;

³Кокшетауский Государственный университет им. Ш. Уалиханова, Казахстан.

E-mail: ulyajan_1603@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОХЛОРИДА 1-(2-ЭТОКСИЭТИЛ)- 4-АДАМАНТАНКАРБОНИЛОКСИ-ПИПЕРИДИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ЦИТОТОКСИЧНОСТИ

Г.С. Ахметова — доктор химических наук, главный научный сотрудник АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,

E-mail: gulgakhmet@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9074-1464>;

Ұ.Б. Исаева — PhD, научный сотрудник АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,



E-mail: ulyajan_1603@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6976-6096>;

Қ.Ж. Пралиев — доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, главный научный сотрудник АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,
E-mail: praliyevkd@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0381-7481>;

М.Т. Омырзаков — PhD, старший преподаватель НАО «Казахского национального медицинского университета им. С.Д. Асфендиярова», Алматы, Казахстан,

E-mail: manas.88@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2665-178X>;

Т.М. Сейлханов — профессор Кокшетауского государственного университета имени Ш. Уалиханова, Казахстан,

E-mail: tseilkhanov@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0079-4755>.

Аннотация. Актуальность. Лекарственная устойчивость, в том числе множественная лекарственная (MDR), т.е. одновременная резистентность возбудителей сразу к нескольким лекарственным препаратам, становится одной из основных проблем современной медицины. Особую тревогу вызывает тот факт, что стремительное увеличение числа заболеваний, вызываемых устойчивыми формами микроорганизмов, происходит на фоне очевидных трудностей в создании новых лекарственных препаратов. В этой связи весьма актуальным является поиск и разработка соединений, обладающих антимикробным эффектом. Целью настоящей работы является разработка технологии получения высокоэффективного противомикробного/противогрибкового препарата адамантанкарбоксилата пиперидинового ряда AIP-5 и изучение его цитотоксичности. Материалы и методы. Для оценки цитотоксичности *in vitro* использовали монослойные перевиваемые культуры клеток – MDCK. Количественная оценка токсического действия исследуемого препарата проводилась с использованием МТТ-теста. Учет данных производили после 72 ч воздействия соединения. На основе полученных данных рассчитаны значения ЦТК₅₀. Результаты и обсуждение. В рамках данной работы представлены данные о технологии получения высокоэффективного противомикробного/противогрибкового препарата AIP-5. Технологическая схема получения соединения в качестве активной субстанции представлена в 5 стадий. Результаты цитотоксического действия исследуемого вещества показали, что соединение AIP-5 менее токсичнее чем референтное вещество римантадин. Выводы. Представлена технология получения высокоэффективного противомикробного/противогрибкового препарата AIP-5. Показано, что технологическая схема получения соединения AIP-5 в качестве активной субстанции составляет 5 стадий. В результате изучения его цитотоксического действия выявлено, что соединение AIP-5 менее токсично чем референтное вещество Римантадин.

Ключевые слова: синтез, пиперидин, гидрохлорид, технология производства, противомикробное/противогрибковое действие, субстанция, цитотоксичность

Introduction. Despite the vast range of available pharmaceuticals and the challenges in developing new drugs, the relevance of research, aimed at creating effective and high-quality biologically active compounds, remains undeniable today. The reasons driving this line of research vary: weakening of the human immune system, rapid spread of dangerous viral infections, deteriorating environmental conditions, and

the resistance of harmful microorganisms to the existing medications. Despite the advancement of the innovative and cutting-edge research directions in drug development, as well as the scientific breakthroughs of the last century, the issue of infectious diseases remains urgent in every country around the world. This is confirmed by the WHO data, showing that mortality from infectious diseases ranks third globally, following non-communicable diseases such as ischemic heart disease, stroke, and COPD (World Health Organization, 2001; Levy, et.al., 2004; Shkurat, et.al., 2014). One of the main reasons for the ineffectiveness of ongoing treatments is the increasing spread of drug resistance in infectious agents, which leads to reduced therapy effectiveness or its complete loss, and thus necessitates the search for new medicinal agents. As the duration and scale of antibiotic use have increased, so has increased also the number of the resistant strains of microorganisms (Davies, et.al., 2010). The global nature of the drug resistance problem is underscored by the growing number of organizations worldwide, striving to join forces in monitoring and combating the drug-resistant forms of microorganisms (Aleksun, et.al., 2007; Sidorenko, et.al., 2004).

The importance of chemoprophylaxis and chemotherapy as methods to combat bacterial infections cannot be overstated, particularly in terms of timely protection of the population during emergency epidemic situations. Therefore, the research and development of new pharmaceutical agents, as well as the improvement of methods for evaluating their quality to ensure maximum therapeutic efficacy and safety, remain among the main objectives of the pharmaceutical chemistry. In this context, one of the priority tasks of synthetic organic chemistry is the synthesis of new compounds with the original structures that possess a combination of predictable properties. The piperidine ring is a ubiquitous structural feature in many alkaloid natural products and drug candidates. Watson P.S. and other researchers report that over the past decade, thousands of piperidine-based compounds have been mentioned in clinical and preclinical studies. The diversity of the functional groups and substituent structures, found in piperidine-based targets, has led to the widely accepted view that the biological properties of piperidines strongly depend on the type and position of the substituents on the heterocyclic ring (Weintraub, et.al., 2003; Sek, et.al., 2020).

For many years, the Laboratory of Synthetic and Natural Drug Chemistry at A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC has been actively engaged in the search for highly effective and safe pharmaceutical compounds among the piperidine derivatives. As a result of these investigations, the compounds with a broad spectrum of pharmacological activity have been identified (Zafar, et al., 2019; Praliyev, et.al., 2005; Maksatova, et.al., 2023; Pichkhadze, et.al., 2016; Sharipov, et.al., 2016; Sadyrbayeva, et.al., 2017). In connection with the above, a highly effective antimicrobial agent, AIP-5, has been identified among adamantane carboxylates of the piperidine series as a promising candidate for the development of new anti-infective drugs. Within the frames of this study, its cytotoxicity has been evaluated *in vitro*, and a technological scheme for the production of the highly active antimicrobial agent AIP-5 as an active pharmaceutical ingredient has been proposed (Akhmetova, et.al., 2020).

Research objective. Taking into account the relevance of the topic, the objective



of this work is to develop a production technology for a highly effective antimicrobial/antifungal agent AIP-5 (1-(2-ethoxyethyl)-4-adamantane-carbonyl-oxypiperidine hydrochloride), a compound from the adamantane carboxylate piperidine series, and to study its cytotoxic properties.

Materials and methods. *Test Systems. Cell Culture*

A monolayer continuous cell culture of MDCK (Madin-Darby Canine Kidney) cells was used, obtained from the Cell Biotechnology Laboratory of the Research Institute for Biological Safety Problems, National Center for Biotechnology, the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

Research methods. *Passaging and Storage of Cell Cultures*

To determine the number of viable cells, 20.0 μL of cell suspension was mixed with 20.0 μL of 0.4% trypan blue solution in a 1.5 mL Eppendorf tube. A 20.0 μL drop of the mixture was placed under a cover glass on a hemocytometer. The cells were counted, and the percentage of viable cells was calculated, using the following formula:

Viable cells =	$\frac{N_1 \times 100\%}{N} \quad (2)$
----------------	--

where N_1 – number of unstained (viable) cells in 4 large squares,
 N – total number of cells in the 4 large squares.

The contents of the cryovials were transferred into a flask, containing the growth medium. The incubation was carried out at 37°C with 5% CO_2 . The MDCK cell culture was maintained with the addition of 10% fetal serum and antibiotics. The cultivation of the monolayer cultures was carried out as follows: the nutrient medium was removed, the monolayer was rinsed with phosphate-buffered saline or Hank's solution, treated with 0.25% trypsin-EDTA solution, and the cellular monolayer was detached. The released cell suspension was carefully transferred into a sterile tube. The cells were centrifuged at 125 $\times g$ for 10 minutes.

After centrifugation, the supernatant was removed from the tubes. Then, 1–5 mL of the growth medium was added to the tube, containing the cell pellet. The number of cells was counted, using a hemocytometer according to formula (3).

$$C_1 = \frac{N}{4} \times 2 \times 10^4, \quad (3)$$

where C_1 – the initial concentration of the cells;
 N – the total number of unstained cells in 4 large squares;
 2 – the dilution factor;
 10^4 – the conversion factor for the hemocytometer.

The cells were seeded at the density of 4=104.

Determination of the Cytotoxic Effect of the Substances In Vitro on MDCK Cell Culture

The cytotoxicity of the tested substances was evaluated *in vitro*, using the MTT assay (Mosmann, 1983). The cells were seeded into 96-well plates at the concentration of 2.5×10^5 cells per 1.0 mL. The plates were incubated in a thermostat at 37°C and 5.0% CO₂. After 24 hours of incubation, the growth medium was removed from the wells, and 200.0 µL of the DMEM medium, containing the test substances at the specified concentrations was added. For the negative control wells, 200.0 µL of the incomplete DMEM medium was added. After 72 hours, the medium containing the substance was removed from the wells, and 200.0 µL of fresh nutrient medium and 50.0 µL of the working MTT solution were added. The plates were incubated for 4 hours at 37°C. After the incubation period, the supernatant was removed. Then, 100.0 µL of DMSO was added to each well. The optical density in the wells was measured, using a Tecan Sunrise RC.4 microplate reader (Austria) at the wavelength of 540 nm (main filter) and 620 nm (reference filter). The results were calculated, using the formulas (3)–(5).

- the arithmetic mean of the optical density ($\bar{Y}$) for the negative control was calculated, using the formula (4).

$$\bar{Y} = \frac{y_1 + \dots + y_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (4)$$

where – the result of measuring op on each object of the group;

- the number of objects in the group;

- the calculation of the percentage of surviving cells for each repetition of each concentration of the substance under study was carried out according to the formula (5):

Viable cells =	$\frac{Y_1 \times 100\%}{Y} \quad (5)$
----------------	--

where Y_i is the result of measuring OP on each object of the group;

$\bar{Y}_{NC}$ – the arithmetic mean of OP ($\bar{Y}$) for negative control;

- the calculation of the arithmetic mean of the percentage of the surviving cells ($\bar{Y}$) for each concentration of the substance under study was carried out, using the Formula (4);

- CTC₅₀ (concentration of substances in which 50% of cell death occurs) was calculated for each test substance, using the formula (6):

$$\Pi TK_{50} = \left[\frac{X_1 - 50}{X_1 - X_2} \times (Mx_2 - Mx_1) \right] + Mx_1, \quad (6)$$

where X_1 – more than 50% of the surviving cells;

X_2 – concentration of the substance in which more than 50% of the cells survived;

Mx_1 – less than 50% of the surviving cells;

Mx_2 – concentration of the surviving substance less than 50% of the cells.

Research results and their discussion. *Determination of the cytotoxic activity of the drug AIP-5 in vitro in the MDCK cell line*

The cytotoxic effect of the AIP-5 compound and the reference substance rimantadine has been studied. Since viruses are very sensitive to the cultivation conditions, the monolayer cell cultures – the MDCK cells have been used for the Toxicological Research, which have been specially adapted for the research on viral influenza models. A quantitative assessment of the toxic effect of the studied drugs has been carried out, using an MTT test. The data calculation has been carried out after 72 hours of the exposure. Based on the data obtained, the values of TSTK50 have been calculated. The results of the cytotoxic effect of the studied substance are presented in Table 1.

Table 1 – Evaluation of the cytotoxic effects of the AIP-5 in MDCK cell culture

Name of the substance under study	CTC ₅₀ value, mg / mL
AIP-5	0.071
Rimantadine	0.046

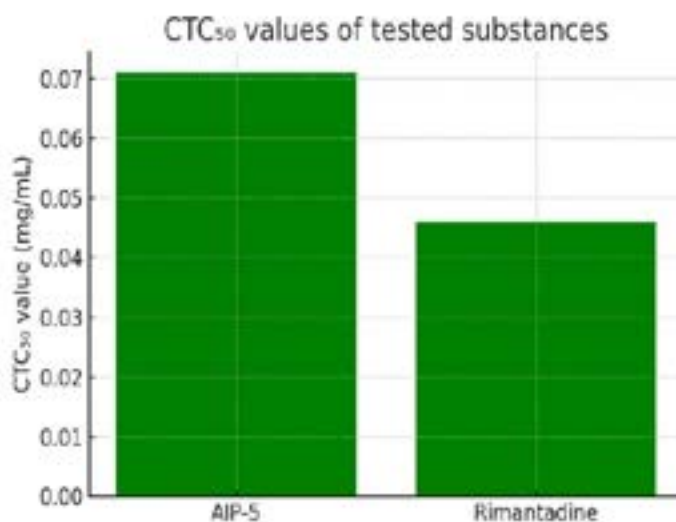


Figure 1. Diagram evaluation of cytotoxic effects of AIP-5 in MDCK cell culture

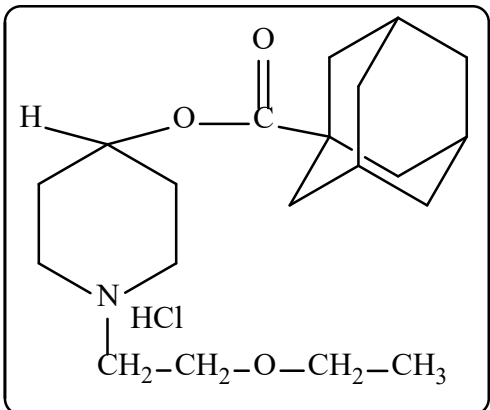
As a result of a targeted search for new anti-infective drugs in the line of adamantan derivatives in the piperidine line, a highly effective antimicrobial drug AIP-5 1-(2-ethoxyethyl)-4-adamantancarbonyloxypiperidine hydrochloride has been found, which is effective against all museum strains of microorganisms experimented with, the further in-depth study of the AIP-5 compound as a substance that fights pathogens of *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli*; *Candida albicans*, in terms of fungicidal

activity, AIP-5 surpassed the comparison drug fluconazole by 10 times. As part of this study, the cytotoxicity of the highly effective antimicrobial/antifungal drug AIP-5 in an *in vitro* experiment has been studied, and a technological scheme for obtaining large quantities as an active substance has been proposed (Figure 1).

1. Stage. Preparation of raw materials.

We start preparing the technological process primarily with the auxiliary work. That is, we prepare the room, clean and wash the working table and wipe it with 95% alcohol. The room is ventilated and all cleaning measures are carried out (cleaning of the floor, surfaces where all dust lives). The cleanliness of the staff and service clothes is checked. The serviceability and cleanliness of the units are checked.

The raw materials are prepared for embedding in the installation, their compliance with the OD is checked. The auxiliary substances and materials are prepared.

 AIP-5 1-(2-Ethoxyethyl)-4- adamantanecarbonyloxy piperidine hydrochloride [Patent of the for utility model RK 4780. — Bull. 25.] Chemical Formula: $C_{20}H_{34}NO_3Cl$ Solubility: water, isopropanol, ethanol Melting point: 154-157 °C	2. Stage. Conduct the reaction. Raw materials are loaded into the unit. The reaction mixture is mixed. 3. Stage. Tincture. The reaction mixture is precipitated. 4. Stage. Product separation. 4.1. Stage. Strain the tincture. 4.2. Stage. Leaching of cottage cheese. Cottage cheese is leached with diethyl firm. 4.3. Stage. Recrystallization. The product is recrystallized in isopropanol. 4.4. Stage. The product filtration. The product is filtered from isopropanol. 4.5. Stage. Drying the product. The product is dried in a dryer unit. The product quality control is carried out. 5. Stage. Hardening, winding, marking. 5.1. Stage. Washing and drying the vial. 5.2. Stage. Hardening. 5.3. Stage. Packaging marking.
---	---

In accordance with MEST 30288-95, the substance must be placed in a glass bottle with a screw neck that does not transmit radiation and be closed with a lid in accordance with ES 6-09-5311-87. The containers are wrapped from the outside with radiation-proof paper in accordance with GOST 4665-62. Sticks labeled labels on bottles.

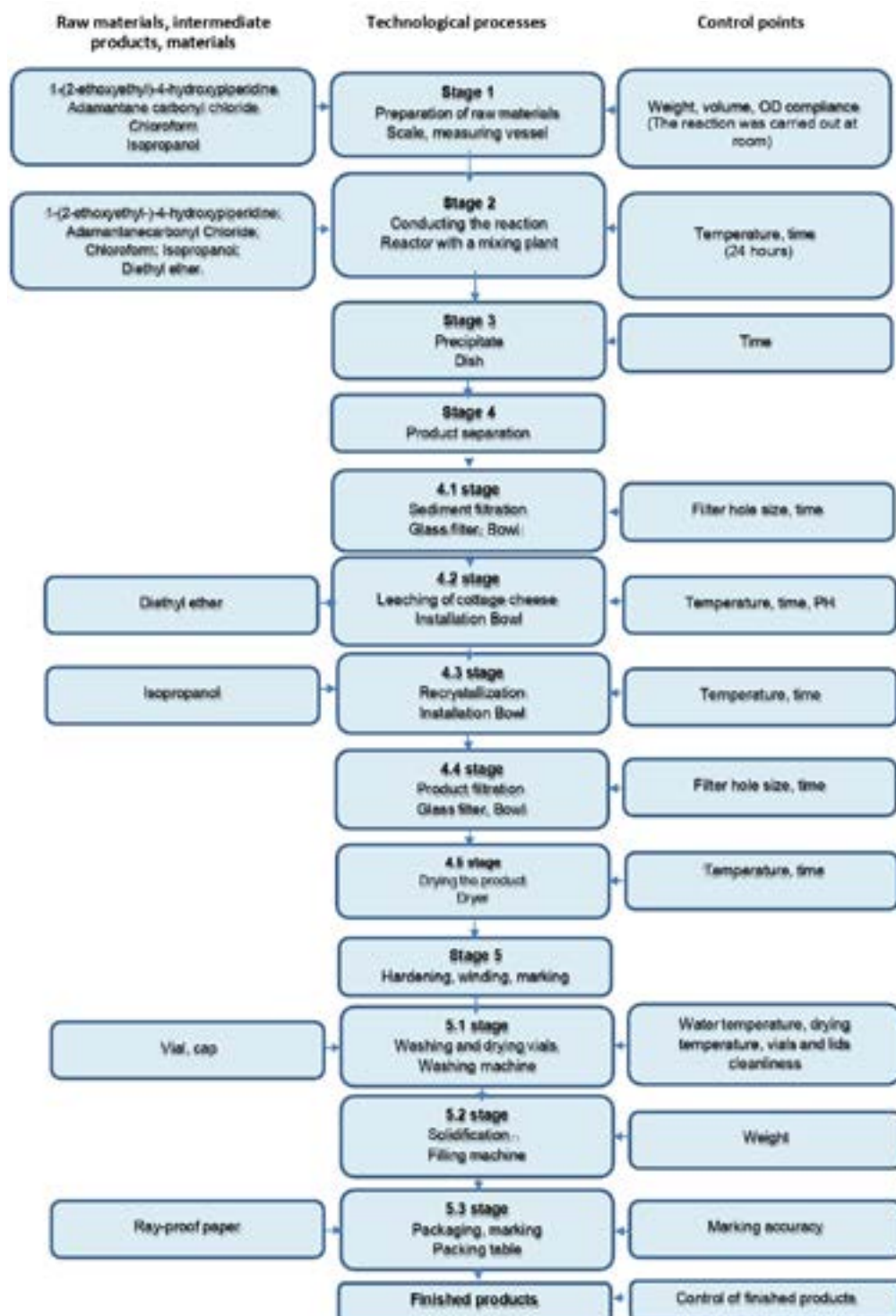


Figure 2. The technological scheme for the AIP-5 substance

Conclusion: So, as part of this work, a technology has been proposed to obtain the AIP-5 Drug (1-(2-ethoxyethyl)-4-adamantancarbonyloxyperidine hydrochloride) of the highly effective antimicrobial/antifungal piperidine series. The technological scheme for obtaining the AIP-5 compound as an active substance is in 5 stages: 1. Stage. Preparation of raw materials; 2. Stage. Conduct the reaction; 3. Stage. Tincture; 4. Stage. Product separation; 5. Stage. Hardening, winding, marking. The results of the cytotoxicity study of the tested substance showed that the AIP-5 compound is less toxic than the reference substance Rimantadine. As a result of its cytotoxicity studies, it has been found that the compound can be classified as less toxic compounds.

Литература

World Health Organization (2001) WHO Global Strategy for Containment of Antimicrobial Resistance. Geneva, <https://iacmac.ru/files/pdf/execsumr.pdf>

Levy S.B., and Marshall B. (2004) Antibacterial resistance worldwide: causes, challenges and responses. *Nat. Med.* 10. — S.122-S129.

Шкурят М.А., Покудина И.О., Батталов Д.В. (2014) Резистентность микроорганизмов к антимикробным препаратам. Живые и биокосные системы. — 10. <http://jbks.ru/archive/issue10/article-10>

Davies J, Davies D. Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiol Mol Biol Rev.* — 2010 Sep;74(3):417-33. PMID:20805405

Алексун М.Н., и С.Б. Леви (2007) Молекулярные механизмы антибактериальной множественной лекарственной устойчивости. *Cell* 128:1037-1050.

Сидоренко С.В., Тишков В.И. (2004) Молекулярные основы резистентности к антибиотикам. *Успехи биологической химии*, — 44. — P. 263

P.M. Weintraub, J.S. Sabol, J.M. Kane, D.R. Borchering. (2003) Recent advances in the synthesis of piperidones and piperidines. *Tetrahedron.*, — 59. — P. 2953. [https://doi.org/10.1016/S0040-4020\(03\)00295-3](https://doi.org/10.1016/S0040-4020(03)00295-3)

Sek R., Gassama A., Kozhan S., Kaveh S. (2020) Synthesis and antimalarial activity of 1,4-disubstituted piperidine derivatives. *Molecules*, — 25. — 2. — P. 299. <https://doi.org/10.3390/molecules25020299>

Zafar S., Akhtar S., Ali S.I., Mushtaq N., Naeem S., Ali M. (2019) Synthesis, characterization and antimicrobial activity of piperidine derivatives. *J. of the Chem.Soc. of Pakistan*, — 41. — 2. — P. 363.

Пралиев К.Д., Ю.В.К. (2005). Синтетические методы функционализации C- и N-замещённых 4-оксопиперидинов. Новые фармакологически активные соединения. *Химический журнал Казахстана*, — 4. — P. 186.

Максатова А.М., Ахметова Г.С., Пирәлиев Қ.Ж., Датхаев У.М., Омырзаков М.Т., Жумагазиева А.Б., Искакбаева Ж.А., Сейлханов Т.М. (2023) 1-(2-Фенилэтил)-пиперидин-4-он спирттерінің күрделі эфирлері қатарынан микробқа қарсы препараттар іздеу. *Фармация Казахстана*, — 2. — P. 126.

Pichkhadze G. M., Smagulova G.S., Kadyrova D.M., Praliyev K.D., Yu V. K. (2016) Local Anesthetic Activity of a Promising Piperidine Derivative (LAS-54) in Combination with Epinephrine. *Pharm. Chem. Journal*, — 50. — 9. — P. 600. <https://doi.org/10.1007/s11094-016-1498-7>

Sharipov R.A., Sharapov K.S., Kemelbekov U S. Volynkin V.A, Yu V.K. (2016) The structure and pharmacological properties of the 4-acetoxy-1-(2-ethoxyethyl)-4-phenylpiperidine inclusion complex with β -cyclodextrin. *J. of Incl. Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, — 20. — 1. <https://doi.org/10.1007/s10847-016-0685-1>

Sadyrbayeva F.M., Akhmetova G.S., Praliyev K.D., Osman H., Korotetskaya N.V. (2017) New Anti-Infective Preparations of Naphthylxypropargylpiperidine Series. *Eur. Chem.-Techn.J.*, — 19. — 2. — P. 183.

Ахметова Г.С., Исаева У.Б., Пралиев К. Д., Ильин А. И., Датхаев У. М., Коротецкий И.С., Зубенко Н. В., Кузнецова Т. В., Коротецкая Н.В., Джумагазиева А. Б., Искакбаева Ж. А., Омырзаков М.Т., Сейлханов Т.М. (06.26.2020) Гидрохлорид 1-(2-этоксипропил)-4-адамantanкарбонилосиперидина, обладающий антимикробной активностью. Патент РК на полезную модель РК № 4780. — Бюллетень. 25



Mosmann T. (1983) Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol. Methods*, — 65. — P. 55.

References

World Health Organization. (2001) WHO Global Strategy for Containment of Antimicrobial Resistance. Geneva, <https://iacmac.ru/files/pdf/execsumr.pdf> (in English)

Levy S.B., and Marshall, B. (2004). Antibacterial resistance worldwide: causes, challenges and responses. *Nat. Med.* — 10, S122-S129 (in English)

Shkurat M.A., Pokudina I.O., Battalov D.V. (2014) Rezistentnost' mikroorganizmov k antimikrobnym preparatam [Resistance of microorganisms to antimicrobial agents]. *Living and Biotic Systems*, — 10. <http://jbks.ru/archive/issue10/article-10> (in Russian)

Davies J, Davies D. Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiol Mol Biol Rev.* — 2010 Sep;74(3):417-33. PMID:20805405 (in English)

Alekshun, M.N., and S.B. Levy. (2007) Molekuljarnye mehanizmy antibakterial'noj mnozhestvennoj lekarstvennoj ustojchivosti [Molecular mechanisms of antibacterial multidrug resistance]. *Cell*, — 128:1037–1050 (in Russian)

Sidorenko, S.V., and V.I. Tishkov. (2004) Molekuljarnye osnovy rezistentnosti k antibiotikam [Molecular foundations of antibiotic resistance]. *Advances in Biological Chemistry*, — 44. — 263 (in Russian)

P.M. Weintraub, J.S. Sabol, J.M. Kane, D.R. Borchering. (2003) Recent advances in the synthesis of piperidones and piperidines. *Tetrahedron*, — 59. — 2953. [https://doi.org/10.1016/S0040-4020\(03\)00295-3](https://doi.org/10.1016/S0040-4020(03)00295-3) (in English)

Sek R., Gassama A., Kozhan S., Kaveh S. (2020) Synthesis and antimalarial activity of 1,4-disubstituted piperidine derivatives. *Molecules*, — 25. — 2. — 299. <https://doi.org/10.3390/molecules25020299> (in English)

Zafar S., Akhtar S., Ali S.I., Mushtaq N., Naeem S., Ali M. (2019) Synthesis, characterization and antimicrobial activity of piperidine derivatives. *J. of the Chem.Soc. of Pakistan*, — 41. — 2. — P. 363. (in English)

Praliyev K.D., Yu.V.K. (2005) Sinteticheskie metody funkcionalizacii C- i N-zameshchjennyh 4-oksoipiperidinov: novye farmakologicheski aktivnye soedinenija [Synthetic methods of functionalization of C- and N-substituted 4-oxopiperidines]. *New pharmacologically active compounds. Chem. journal. Kazakhstan*, — 4. — P. 186. (in Russian)

Maksatova A.M., Akhmetova G.S., Praliyev K.Zh., Dathayev U.M., Omyrzakov M.T., Zhumagazyeva A.B., Iskakbayeva Zh.A., Seyilkhanov T.M. (2023). 1-(2-Feniljetil)-piperidin-4-on spirtterininin kyrdeli jefirleri katarynan mikrobka qarsy preparattar izdeu [Search for antimicrobial agents among esters of 1-(2-phenylethyl)-piperidin-4-one alcohols. *Pharmacy of Kazakhstan*], — 2. — P. 126 (in Kazakh)

Pichkhadze G. M., Smagulova G.S., Kadyrova D.M., Praliyev K.D., Yu V. K. (2016) Local Anesthetic Activity of a Promising Piperidine Derivative (LAS-54) in Combination with Epinephrine. *Pharm. Chem. Journal*, — 50. — 9. — P. 600. <https://doi.org/10.1007/s11094-016-1498-7> (in English)

Sharipov R.A., Sharapov K.S., Kemelbekov U.S., Volynkin V A, Yu V.K. (2016) The structure and pharmacological properties of the 4-acetoxy-1-(2-ethoxyethyl)-4-phenylpiperidine inclusion complex with β -cyclodextrin. *J. of Incl. Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, — 20. — 1. <https://doi.org/10.1007/s10847-016-0685-1> (in English)

Sadyrbayeva F.M., Akhmetova G.S., Praliyev K.D., Osman H., Korotetskaya N.V. (2017) New Anti-Infective Preparations of Naphthyloxypropargylpiperidine Series. *Eur. Chem.-Techn.J.*, — 19. — 2. — P. 183. (in English)

Akhmetova G.S., Issayeva U.B., Praliyev K.D., Ilyin A.I., Datkhayev U.M., Korotetskiy I.S., Zubenko N.V., Kuznetsova T.V., Korotetskaya N.V., Dzhumagazyeva A.B., Iskakbayeva Zh.A., Omyrzakov M.T., Seilkhanov T.M. (06.26.2020) Gidrohlorid 1-(2-jetoksijetil)-4-adamantanarboniloksipiperidina s antimikrobnj aktivnost'ju [Hydrochloride of 1-(2-ethoxyethyl)-4-adamantanecarboxyloxy piperidine with antimicrobial activity]. *Patent of the Republic of Kazakhstan for utility model RK 4780*. — Bull. 25 (in Russian)

Mosmann T. (1983) Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol. Methods*, — 65. — P. 55. (in English)



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 work described 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). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <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 сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 23.06.2025.

Формат 60x88¹/₈.

18,0 п.л. Заказ 2.