

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

2024 • 1



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ

HALYK

CHARITY FOUNDATION

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

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

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

REPORTS

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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

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:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

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

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, PhD (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

ТИГИНЬАНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

QUEVEDO Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСНОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«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.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № КЗ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендрович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

АБНЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЦЕЛЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

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 о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

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

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

EDITOR IN CHIEF:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

EDITORIAL BOARD:

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

RAMANKULOVA Erlan Mirkhaidarovich, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

SANG-SOO Kwak, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

ABIYEV 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), H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

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. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

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

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

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 1. Number 349 (2024), 186–194

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.265>

UDC 31.23.17

© **A. Karilkhan**^{1,2}, **A. Tursynova**², 2024

¹Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: aidynguljj@mail.ru

STUDY OF THE SYNTHESIS OF ISOPULEGOL AND MENTHOL FROM MONOTERPENE CITRONELLAL

A. Karilkhan — senior lecturer of the Department of Chemistry and Chemical Technologies, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, PhD student of specialty chemistry, Faculty of natural sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: aidynguljj@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1568-7904>;

A. Tursynova — Candidate of Chemistry, Associate Professor of Chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: tursynova_79@mail.ru.

Abstract. In the modern world, leading countries consider organic synthesis as a state problem and pay special attention to it. The synthesis of organic substances by simple and effective methods is a modern requirement. Therefore, the purpose of this work is to determine data on the synthesis of isopulegol and menthol from monoterpene citronellal and to study the mechanism and conditions for the formation of reaction products, to study the features of methods for obtaining menthol from citronellal by its cyclization and hydrogenation. Since citronella is a highly reactive compound, it may be considered as the basis for the synthesis of numerous organic compounds. Menthol is one of the substances synthetically obtained from monoterpenes. Isopulegol is an intermediate product. The purpose of the study: to study the synthesis of isopulegol and menthol from citronellal monoterpene. To achieve this goal, the article analyzes a review of scientific studies with high consistency and data on the synthesis of isopulegol and menthol from citronellal monoterpene and selects an effective technique. At the same time, the mechanism and conditions of formation of reaction products, features of methods for obtaining menthol by cyclization and hydrogenation of citronellals are highlighted. We have studied the properties of products obtained from Kazakh mint, conducted Fourier analysis, chromatographic analyses and elemental analysis of products and presented the results of the analysis.

Keywords: monoterpenes, chirality, citronellal, citronella, synthesis, isopulegol, menthol, dimethyloctanol

© А. Карилхан^{1,2}, А. Турсынова², 2024

¹Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды Техникалық Университеті,
Қарағанды, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: aidynguljj@mail.ru

МОНОТЕРПЕНДІК ЦИТРОНЕЛЛАЛЬДАН ИЗОПУЛЕГОЛ ЖӘНЕ МЕНТОЛ СИНТЕЗІН ЗЕРТТЕУ

Карилхан А. — Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің химия және химиялық технология кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, жаратылыстану ғылымдары факультетінің Химия кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан

E-mail: aidynguljj@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1568-7904>;

Турсынова А. — химия ғылымдарының кандидаты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті химия кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан.

E-mail: tursynova_79@mail.ru.

Аннотация. Қазіргі таңдағы заманауи ғылыми зерттеулерде *ментолдың өнеркәсіптік қолданылу аясының кеңдігіне байланысты, ментолдың синтетикалық синтезі химия өнеркәсібіндегі аса маңызды синтездердің бірі болып табылады. Ментол өнімдерінің бірі - цитронеллаль реакцияға түсу қабілеттілігі өте жоғары қосылыс болғандықтан, оны көптеген органикалық қосылыстар синтезінің іргетасы және негізгі шикізат ретінде қарастыруға болады. Зерттеудің мақсаты: монотерпендік цитронеллальдан изопулегол және ментол синтезін зерттеу. Бұл мақсатқа жету үшін мақалада жоғары дәйектемесі бар ғылыми зерттелерге шолу мен монотерпендік цитронеллальдан изопулегол және ментолдың синтезделуі туралы мәліметтер талданып, тиімді әдістемесі таңдалды. Сонымен қатар практикалық тұрғыда реакция өнімдерінің түзілу механизмі мен шарттары, цитронеллальды циклдеу және гидрлеу арқылы ментолды алу әдістерінің ерекшеліктері ажыратылды. Қазақстан республикасындағы жалбыздан алынған өнімдер қасиеттері зерттеліп, олардан алынған өнімдерге ИК- Фурье, қондығыларында хроматографиялық талдаулар, Е А3100 элементтік талдаулар жүргізіліп, талдау нәтижелері ұсынылды.*

Түйін сөздер: монотерпендер, хиральдылық, цитронеллаль, цитронелла, органикалық синтез, пулегол, изопулегол, ментол, катализатор, гидрлеу, циклдеу, цитронеллол, диметиллоктанол

© А. Карилхан^{1,2}, А. Турсынова²

¹Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,
Караганда, Казахстан;

²Евразийский национальный университет им. Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.

E-mail: aidynguljj@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ СИНТЕЗА ИЗОПУЛЕГОЛА И МЕНТОЛА ИЗ МОНОТЕРПЕНОВОГО ЦИТРОНЕЛЛАЛЯ

Карилхан А. — старший преподаватель кафедры химии и химической технологии Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, докторант кафедры химии факультета естественных наук, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: aidynguljj@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1568-7904>;

Турсынова А. — кандидат химических наук, и.о. доцент кафедры химии, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: tursynova_79@mail.ru.

Аннотация. Синтетический синтез ментола является одним из важнейших синтезов в химической промышленности ввиду широкого спектра промышленного применения ментола в современных научных исследованиях. Поскольку цитронеллаль, один из продуктов ментола, является соединением с очень высокой реакционной способностью, его можно рассматривать как основное сырье для синтеза многих органических соединений. Цель исследования: изучить синтез изопулегола и ментола из монотерпенового цитронеллала. В статье был проведен обзор научных исследований с высокой достоверностью, проанализированы данные о синтезе изопулегола и ментола из монотерпенового цитронеллала и выбран эффективный метод. Также в практическом плане были выделены механизм и условия образования продуктов реакции, описаны особенности методов получения ментола путем цитронеллального циклирования и гидрирования. Были изучены свойства продуктов из Казахстанской перечной мяты, проведены хроматографические анализы на ИК - Фурье, элементный анализ E A3100 и представлены результаты анализа.

Ключевые слова: монотерпены, хиральность, цитронеллаль, цитронелла, синтез, изопулегол, ментол, диметилоктанол

Introduction

Developed countries at the forefront of developing the need for organic products are paying special attention to the problem of studying menthol synthesis.

The law of the Republic of Kazakhstan "on the production of organic products" sets the goal "development of internal market of organic products and satisfaction of the needs of the population of the Republic of Kazakhstan in organic products" [<https://adilet.zan.kz/eng/docs/Z1500000423>].

Natural monoterpenes obtained from plants are the main and cheap sources of chiral compounds. The most accessible of them are: α - and β -pinene, 2- and 3-carene, limonene and pulegone, which are used as starting materials for the synthesis of bi- and three-functional chiral and heterocyclic compounds (Szakonyi et.al., 2011).

As mentioned above, the organic substance, menthol, is also of particular interest in the chemical industry, it is used to treat colds, rheumatism, relieve muscle pain from overwork, etc. It is one of the most common aromatic compounds in the world, widely used in pharmaceuticals for the treatment of diseases (Lait et.al., 2007).

Natural or synthetic menthol, peppermint essential oils are used in a number of oral care products and cosmetics, for example, in antitussives, in the production of toothpastes (Florentina Neat et.al., 2015).

Due to the presence of three chiral centers in the cyclohexane ring of menthol, it forms four pairs of stereoisomers, but only (-) — menthol has a sharp smell and cooling effect, while other stereoisomers and (+) — menthol do not have such properties, so their market value is low (El Alami et.al., 2015).

Due to the fact that in organic chemistry, the chirality of menthol is used in stereospecific (asymmetric) synthesis, we studied the mechanism of conversion of citronellal to isopulegol, isopulegol to menthol, effective catalysts used in the synthesis process, as well as effective conditionals for the implementation of the reaction, which were reflected in the research of scientists (Nicolás M et.al., 2015).

Research methods and discussion. (-) — Isopulegol is a very important intermediate product in industrial production (Takasago process). Since only the (-) — isopulegol configuration is used in it, its synthesis requires high stereoselectivity. Pure citronellals are converted to isopulegol when heated in the range of 130—200°C or under the influence of ultraviolet radiation (fig.1).

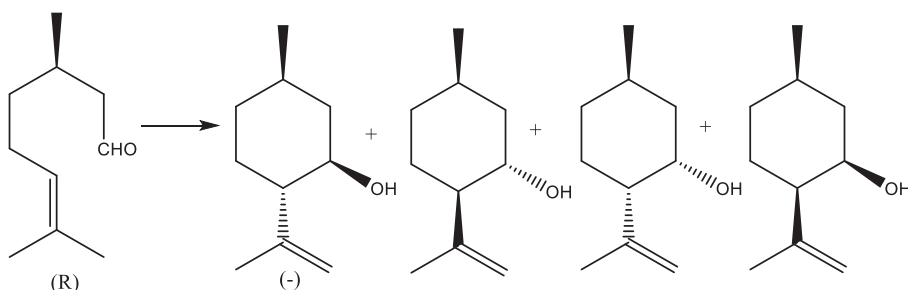


Figure 1. Isopulegol isomers derived from (R) — citronella

Thermal cyclization is accelerated by activated carbon, silica, metal oxides, boric acid, nickel sulfate in the hydrogen stream or by Cu — Cr and Cu—Cr — Mn catalysts (Philipp Müller et.al., 2015).

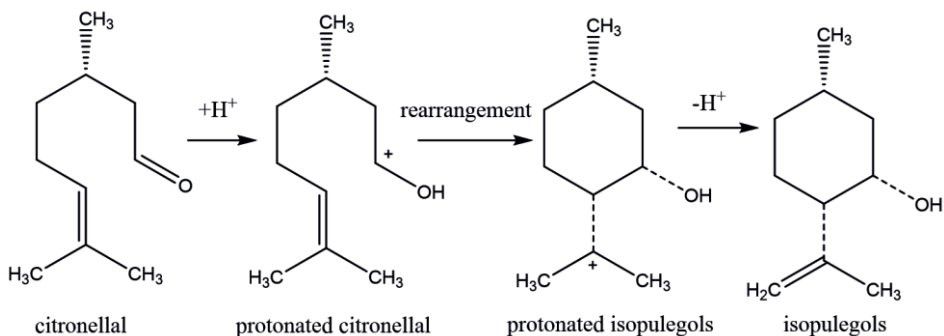


Figure 2. The mechanism of substitution of citronella

Further development of heterogeneous catalysis in menthol production begins with citronella and includes two stages: cyclization of citronella to isopulegol (Fig. 2) and further hydrogenation of menthol.

The hydrogenation of citronella is shown in Figure 3.

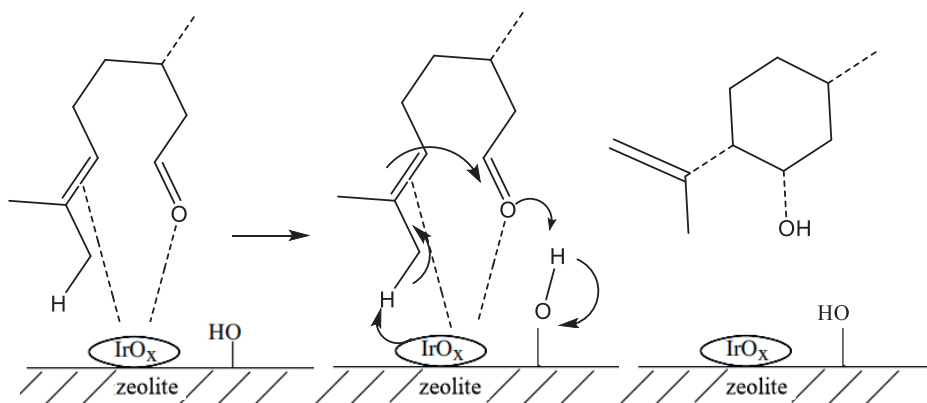


Figure 3. Citronella ring in the presence of iridium catalysts

It is clearly seen from these diagrams that isopulegol was obtained by hydration of citronellal (Eder Lenardao et al., 2007). In addition, the choice of catalysts used in the synthesis of isopulegol and menthol from citronellal plays an important role (Matthias Vandichel et al., 2016).

Table 1. Hydrogenation of citronella on different bases with 0.8 MPa H₂, 800 °C, cyclohexane, 24 hours using Ir 3 %.

Catalyst	Conversion (%)	S _{isopulegol} (%)	S _{menthol} (%)	S _{citronellol} (%)	S _{3,7-DMO} (%)
3% Ir/Beta	100	0	93	0	7
3% Ir/ZM510	95	89	1	5	5
3% Ir /CBV20A	91	80	0	9	11

Table 1 shows that cyclization of citronella with isopulegol in the presence of a 3 % Ir / ZMS10 catalyst and cyclization of menthol with a 3 % Ir / beta catalyst can achieve high results (Iosif et.al., 2004).

Table-2. Effect of solvent on citronella hydrogenation in catalysts of 3 % Ir / Beta, 0.8 MPa H₂, 80 ° C, 24 hours, conversion of 100%;

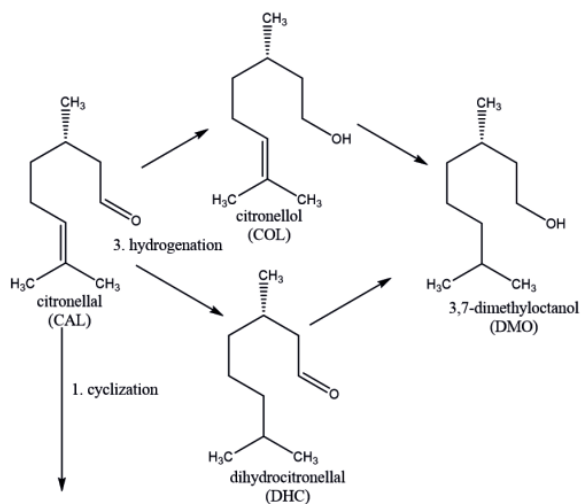
	Solvent	ϵ^0 (Al ₂ O ₃) ^a	Dielectric constant ^b	S _{isopulegol} (%)	S _{menthol} (%)	S _{3,7-DMO} (%)	S _{citronellol} (%)	time (h) ^c
1	1,4-dioxane	0,56	2,2189	10	78	5	7	16
2	Toluene	0,29	2,3790	0	89	11	0	12
3	cyclohexane	0,04	2,0243	0	93	7	0	10
4	2-propanol	0,84	20,18	13	46	15	26	24

- a) the solvent strength parameter in the Snyder eutotropic series;
- b) values corresponding to 293.2 K;
- c) the maximum conversion time.

From the data in Table 2, it can be seen that during the single-stage hydrogenation of citronella in the presence of Ir / Beta catalysts, menthol and its isomers give high yields (93%) with a cyclohexane solvent. The choice of parameters such as solvent, temperature and pressure improves the selectivity for isopulegol, as well as for menthol (Dong-Lin Shieh et.al., 2014).

The use of solvents with low permittivity and poor interaction with the surface (for example, cyclohexane) at temperatures up to 80 ° C and pressures of 0.8 MPa leads to high selectivity of menthol. The weight of the catalyst is also very important, 3 % Ir (93 % menthol) gives good results.

Cyclization of citronella into isopulegol and further hydrogenation to menthol were studied in the works of J. Plöber and other scientists (Jutta Plöber et.al., 2014). This work is presented in stages in Figure 4.



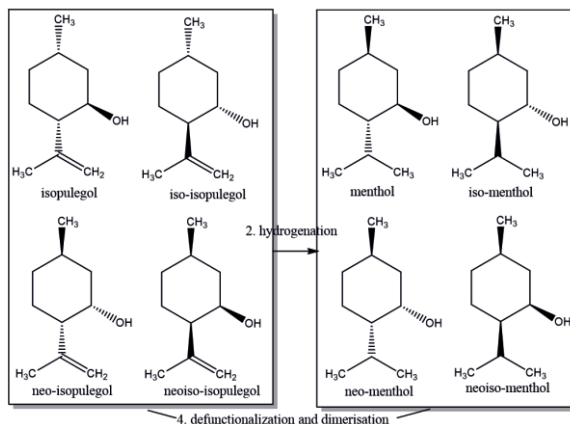
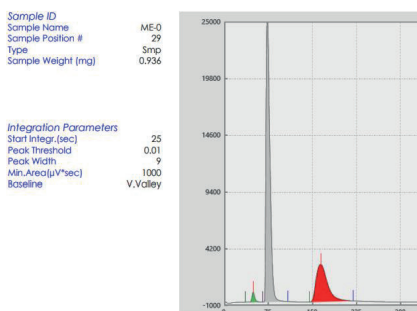


Figure 4. Scheme of the citronella reaction to menthol

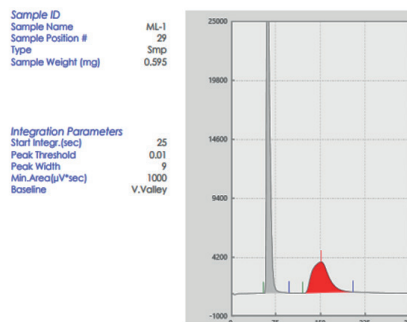
The first stage (Fig. 1, stage 1) is the ringing of citronella, the configuration of three proximal carbon atoms, and therefore the catalyst synthesizes an excess of the necessary stereoisomer. Ru / H-BEA is easily hydrogenated by metal catalysts of double bonds of isopuleholes and menthol is obtained (Fig. 1, stage 2) (Cortés et al., 2011).

We have practically studied the synthesis of menthol from Kazakhstan mint (Fig. 5).



Element	Element %	Area(µV*sec)	Ret.Time (sec)	Start (sec)
Nitrogen	3.335	50.930.1	492	364
Carbon	42.866	2.012.017.5	730	650
Hydrogen	5.905	779.688.6	1.640	1.445
Sulphur	-	-	-	-
Oxygen	-	-	-	-

the elemental composition of Kazakhstan mint.



Element	Element %	Area(µV*sec)	Ret.Time (sec)	Start (sec)
Nitrogen	-	-	-	-
Carbon	74.297	1.932.532.4	611	541
Hydrogen	12.042	892.023.3	1.511	1.201
Sulphur	-	-	-	-
Oxygen	-	-	-	-

the elemental composition of the obtained menthol

Figure 5. Elemental analysis of compounds

The structure of the practical yield of menthol corresponded to the theoretical one.

Conclusion

The article studies the synthesis of isopulegol and menthol from citronellal monoterpene. To achieve this goal, the article analyzes a review of scientific studies with high consistency and data on the synthesis of isopulegol and menthol from citronellal monoterpene and selects an effective technique.

The studied method of synthesis of menthol from isopulegol showed that this synthesis has been studied in detail using selective catalysts, the product has a high yield, the resulting compounds are easy to use, low-toxic and affordable. The synthesis of substances from citronellal, which are important products of organic synthesis, is one of the most urgent problems today, so in our research we decided to obtain new organic synthesis products from citronellal.

In addition, in practical terms, the mechanism and conditions of formation of reaction products, features of methods of obtaining menthol by citronellal cyclization and hydrogenation were distinguished, the properties of mint in the Republic of Kazakhstan were studied, chromatographic analyzes of products obtained from them in IC - Fourier, superconductors, elemental analysis E A3100 were carried out and the results of the analysis were presented.

REFERENCES

- Szakonyi Z., Fülöp F. (2011). Monoterpene-based chiral β -amino acid derivatives prepared from natural sources: syntheses and applications, *Amino Acids*, — 41, — 597–608.
- Lait S.M.; Rankic D.A.; Keay B.A. (2007). 1,3-Aminoalcohols and Their Derivatives in Asymmetric Organic Synthesis, *Chem. Rev.*, — 107, — 767–796.
- El Alami M.S.I., El Amrani M.A., Agbossou—Niedercorn F., Suisse I., Mortreux A. (2015). Chiral Ligands Derived from Monoterpenes: Application in the Synthesis of Optically Pure Secondary Alcohols via Asymmetric Catalysis, *Chem. Eur. J.*, — 21, — 1398–1413.
- Nariman F. Salakhutdinov*, Konstantin P. Volcho and Olga I. Yarovaya (2016). Monoterpenes as a renewable source of biologically active compounds // A collection of invited papers based on presentations at the XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry (Mendeleev XX), held in Ekaterinburg, Russia, September. — 25–30.
- Eder J. Lenardao, Giancarlo V. Botteselle, Francisco de Azambuja, Gelson Perin and Raquel G. Jacob (2007). Citronellal as key compound in organic synthesis, *Tetrahedron*, — 63, — 6671–6712.
- Florentina Neat, Simona Coman, Vasile I. Parvulescu, G. Poncet, Dirk De Vos, Pierre Jacobs (2009). Heterogeneous Catalytic Transformation of Citronellal to Menthol in a Single Step on Ir—Beta Zeolite Catalysts, *Top Catal.*, — 52, — 1292–1300.
- Dong—Lin Shieh, Chia—Chun Tsai and An—Nan Ko, (2003). Liquid — phase synthesis of isopulegol from citronellal using mesoporous molecular sieves mcm — 41 and zeolites, *React.Kinet. Catal.Lett.*, — 79 (2), — 381–389.
- Iosif F., Coman S., Pârvolescu V., Grange P., Delsarte S., Vos D., Jacobs P. (2004). Ir—Beta zeolite as a heterogeneous catalyst for the one-pot transformation of citronellal to menthol, *Chem. Commun.*, — 11, — 1292–1293.
- Jutta Plößler, Fatma Dedeaga, Martin Lucas, Peter Claus (2016). The effect of catalyst preparation conditions on the synthesis of menthol from citronellal on Ru/H—BEA. *Applied Catalysis A: General*, — 516, — 100–108.
- Bernd Schäfer. Menthol (2013). *Nützliche naturstoffe // Chem. Unserer Zeit*, — 47, — 174–182.
- Matthias Vandichel, Frederik Vermoortele, Stijn Cottenie, Dirk E. De Vos, Michel Waroquier, Veronique Van Speybroeck. (2013). Insight in the activity and diastereoselectivity of various Lewis acid catalysts for the citronellal cyclization, *Journal of Catalysis*, — 305, — 118–129.

Cortés C.B. et al. (2011). One pot synthesis of menthol from (±) — citronellal on nickel sulfated zirconia catalysts, *Catalysis Today*, — 172, — 21–26.

Leffingwell J.C. (2009). Cooling Ingredients and Their Mechanism of Action, *Handbook of Cosmetic Science and Technology*, — 3, — 661–675.

Nicolás M. Bertero, Andrés F. Trasarti, María C. Acevedo, Alberto J. Marchi, Carlos R. Apesteguía. (2020). Solvent effects in solid acid-catalyzed reactions: The case of the liquid-phase isomerization/cyclization of citronellal over $\text{SiO}_2\text{—Al}_2\text{O}_3$, *Molecular Catalysis*, — 481, — 110–192.

Simona M. Coman, Pratap Patil, Stefan Wuttke, Erhard Kemnitz (2009). Cyclisation of citronellal over heterogeneous inorganic fluorides-highly chemo- and diastereoselective catalysts for (±)-isopulegol, *Chemical Communications*, — 4, — 460–462.

Philipp Müller, Patrick Wolf, and Ive Hermans (2016). Insights into the Complexity of Heterogeneous Liquid-Phase Catalysis: Case Study on the Cyclization of Citronellal, *ACS Catal.*, — 6, 5, — 2760–2769.



РАКИШЕВ БАЯН РАКИШЕВИЧ
(к 90-летию со дня рождения)

Выдающийся ученый-горняк, действительный член Национальной академии наук Республики Казахстан, заслуженный деятель РК, доктор технических наук, профессор, почетный ректор Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева Баян Ракишевич Ракишев родился 15 марта 1934 года.

После окончания с отличием Казахского горно-металлургического института с 1957 по 1965 годы он работал на Коунрадском руднике Балхашского горно-металлургического комбината в должностях начальника смены, начальника цеха и карьера. В 1964 году без отрыва от производства успешно защитил кандидатскую диссертацию.

Дальнейшая его трудовая деятельность связана с родным вузом. С 1966 по 1987 годы доцент, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики, в период с 1988 по 2016 год заведующий кафедрой открытых горных работ, с 1980 по 1993 год научный руководитель проблемной лаборатории новых физических методов разрушения горных пород и отраслевой лаборатории технологии буровзрывных работ КазПТИ им. В.И. Ленина. С 2016 года по настоящее время он профессор кафедры «Горное дело», почетный ректор Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева.

Под руководством Б. Ракишева факультет Автоматики и вычислительной техники занимал передовые позиции в научно-исследовательской, учебно-производственной и общественной деятельности. Факультетский ансамбль «Досмукасан» сформировался, состоялся как творческий самостоятельный коллектив и стал популярным в странах СНГ. О творческой деятельности

«Досмукасан» и роли декана Баяна Ракишева в его становлении рассказывается в кинофильме «Досмукасан», выпущенном Казахфильмом в 2020 году.

В должностиректора он всю свою силу и энергию отдавал расширению связей науки с производством, практической подготовке будущих специалистов. Тогда в КазПТИ впервые в Казахстане были организованы специализированные студенческие отряды для прохождения производственных практик, открылось несколько филиалов кафедр на базе предприятий и НИИ. Активно внедрялись договоры о научно-техническом содружестве и подготовке специалистов по прямым связям с предприятиями. Контингент иностранных студентов из 37 стран в то время составлял внушительную цифру – более 300 человек. Существенно улучшилось состояние материально-технической базы института. КазПТИ им. В.И. Ленина был одним из ведущих высших учебных заведений СССР.

Баян Ракишевич создал стройную теорию разрушения реального массива горных пород действием взрыва ВВ. Разработал аналитические методы определения расположения зарядов ВВ в массиве, гранулометрического состава взорванной горной массы, затрат энергии ВВ на дробление, перемещение и графо-аналитические методы определения размещения разнородных пород в развале, параметров технологий буровзрывных и экскаваторных работ, обеспечивающих наименьшие количественные и качественные потери.

Баяном Ракишевым сформулированы стратегические задачи рационального освоения недр и комплексного использования полезных ископаемых, обоснованы системы их обеспечения, разработаны горно-геологические, геометрические модели сложноструктурных блоков месторождений, математические модели минерального сырья на различных этапах его переработки, позволяющие управлять уровнем извлечения как основных, так и сопутствующих полезных компонентов в концентрат, в металл, что чрезвычайно важно в условиях систематического снижения содержания профильных металлов в руде и увеличения спроса на редкие металлы в связи с развитием высоких технологий.

Разработанные математические модели стабилизации качества многокомпонентной руды для оперативного управления внутрикарьерным усреднением и состоянием минерального сырья на каждом из этапов его переработки способствуют совершенствованию экономически эффективных технологий добычи и переработки полезных ископаемых.

Научными работами, выполненными на высоком теоретическом уровне и оригинальными практическими разработками, получившими признание горной общественности, академик Б.Р. Ракишев внес большой вклад в горную науку и промышленность, создал научную школу в области эффективного разрушения массивов пород и разработки полезных ископаемых в режиме их рационального использования недр, подготовил 9 докторов, 30 кандидатов технических наук, 9 докторов PhD, сотни магистров и инженеров.

Академик НАН РК Б.Р. Ракишев является автором около 800 научных и учебно-методических работ, в том числе 15 монографий, 6 аналитических обзоров, 14 учебников и учебных пособий, 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения, более 100 статей в изданиях в базе данных Scopus и Web of Science.

За заслуги в области научной, педагогической и организационной деятельности Б. Р. Ракишев награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Парасат», шестью медалями СССР и РК, Почетной грамотой Верховного Совета Казахской ССР, удостоен почетного звания «Заслуженный деятель РК», является лауреатом Республиканской премии им. К.И. Сатпаева.

Баян Ракишевич и сейчас ведет активную научно-исследовательскую, научно-организационную работу, являясь научным руководителем проектов Министерства науки и высшего образования РК, председателем диссертационного совета по защите докторских диссертаций, руководителем докторантов PhD, вице-президентом ОО «Союз ученых Казахстана», почетным президентом Горнопромышленного союза Казахстана, членом редколлегий журналов Казахстана, России, Украины и Узбекистана.

Поздравляя Баяна Ракишевича с юбилеем, желаем ему здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

*Министерство высшего образования и науки РК,
Национальная академия наук РК,
Казахский национальный исследовательский
технический университет им. К.И. Сатпаева,
редакции журналов «Доклады НАН РК» и
«Вестник НАН РК»*

МАЗМУНЫ

ФИЗИКА

Ж.С. Байымбетова, Н.А. Сандибаева, Е.А. Склярова, Н.Ж. Ахметова ОРТА МЕКТЕП ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ: ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ.....	7
Е.А. Дмитриева, А.Е. Кемелбекова, Е.С. Отунчи, А.Қ. Шонғалова, А.Г. Умирзаков АТОМДЫҚ ДЕҢГЕЙДЕ АЛКИЛ АРАЛЫҚТАРЫ АРҚЫЛЫ WS_2 НАНОПАРАҚТАРЫНЫҢ ФОТОСЕЗІМТАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АРТТЫРУ.....	16
А.А. Жадыранова, Д.К. Аншокова МОДИФИЦИРОВАННОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКИ СКОРРЕКТИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ СО СТЕПЕННЫМ ЗАКОНОМ.....	31
В.Ю. Ким, Ш.Т. Омаров АЛЫТ-АЗИМУТАЛДЫ МОНТАЖДАУДАН ӨТКЕН ТЕЛЕСКОПТЫҢ ДЕРОТАТОРЛЫ ӨРІСІ.....	50
А. Марасулов, И.И. Сафаров, М.Х. Тешаев, Ә.С. Төлеп, Г.А. Абдраимова ҚАБАТТЫ ТҮТҚЫР СЕРПІМДІ ЦИЛИНДРДЕ СТАЦИОНАРЛЫҚ ЕМЕС ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫ.....	63
М. Пахомов, Ү. Жапбасбаев, Г. Рамазанова ҚҰБЫРДАҒЫ ТҮТҚЫР-ПЛАСТИКАЛЫҚ СҮЙІҚТЫҚТЫҢ ИЗОТЕРМИЯЛЫҚ ЕМЕС ТУРБУЛЕНТТІК АҒЫСЫН ЕСЕПТЕУГЕ АРНАЛҒАН РЕЙНОЛЬДС КЕРНЕУІ МОДЕЛІ.....	79
К. Саурова, С. Нысанбаева, Н. Сейдахмет, Г. Турлыбекова, Қ. Астемесова ҒАРЫШ АППАРАТЫНЫҢ ОРБИТАЛДЫҚ ҚОЗҒАЛЫС ДИНАМИКАСЫН СИМУЛЯЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	95
Е.О. Шаленов, Е.С. Сейтқожанов, М.М. Сейсембаева, К.Н. Джумагулова СЭНДВИЧ ПЕН КЕРІ КОНТАКТЫ ПЕРОВСКИТ КҮН ЭЛЕМЕНТТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	109
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк КОМЕТАЛАРДЫҢ ТЕРМИЯЛЫҚ КЕРНЕУЛЕРМЕН ЖОЙЫЛУЫ.....	123
С.А. Шомшекеева, М.А. Кругов, Ч.Т. Омаров, Е.К. Аймуратов АСТРОХАБ ШЕҢБЕРІНДЕ ҒЫЛЫМДЫ НАСИХАТТАУ.....	139

ХИМИЯ

Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс, И.С. Сапарбекова ПОЛИМЕТАКРИЛ ҚЫШҚЫЛЫ МЕН ПОЛИ-2-МЕТИЛ-5-ВИНИЛПИРИДИН ГЕЛЬДЕРІНІҢ ҚАШЫҚТЫҚТАН ӨРЕКЕТТЕСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	155
Ә. Қаппасұлы, Д. Махаева, Ж. Қожантаева, Ғ. Ирмухаметова ДӘРІЛІК ЗАТТАРДЫ ЖЕТКІЗУДІҢ ОФТАЛЬМОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ӨЗІРЛЕУ ҮШІН МЕТАКРИЛДЕНГЕН АЛГИН ҚЫШҚЫЛЫН АЛУ.....	167
А. Карилхан, А. Турсынова МОНОТЕРПЕНДІК ЦИТРОНЕЛЛАЛДАН ИЗОПУЛЕГОЛ ЖӘНЕ МЕНТОЛ СИНТЕЗІН ЗЕРТТЕУ.....	186
А.А. Құдайбергелі, А.К. Нурлыбекова, Ж. Жеңіс, М.А. Дюсебаева ARTEMISIA TERRAE-ALBAE МАЙДА ЕРИТІН СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	195
М.Г. Мурзагалиева, Н.С. Ашимхан, А.О. Сапиева АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАБИҒИ АДСОРБЕНТТЕРМЕН ТАЗАЛАУДЫҢ КОЛЛОИДТЫ – ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	204

Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Б.А. Сақыбаев, З.А. Емқұлова, В.Ю. Морозова БУТАДИЕН-НИТРИЛДІ КАУЧУКТАР МЕН ТОЛЫҚТЫРҒЫШТАР НЕГІЗІНДЕГІ ТЫҒЫЗДАҒЫШ РЕЗИНАЛАРДЫ ӨЗІРЛЕУ.....	219
Б. Серикбаева, Р. Абжалов, А. Колесников, Ш. Кошкарбаева, М. Сатаев ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ТІКЕЛЕЙ ФОТОХИМИЯЛЫҚ КҮМІСТЕНУІ.....	230
А.Т. Такибаева, О.В. Демец, А.А. Жорабек, А. Карилхан, Д.А. Ражабова ЛУПАН ТРИТЕРПЕНОИДТАРЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	244
Б.Р. Таусарова, М.Ш. Сулейменова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина МЫС НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕГІ ЦЕЛЛЮЛОЗАЛЫҚ ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	259
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.Р. Рахметова КӨМІРТЕКСІЗДЕНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ГАЗДАРЫН АЛДЫН АЛА ӨҢДЕУ.....	271
РАКИШЕВ БАЯН РАКИШЕВИЧ (90 жас).....	283

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Ж.С. Байымбетова, Н.А. Сандибаева, Е.А. Склярова, Н.Ж. Ахметова СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ ФИЗИКОЙ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
Е.А. Дмитриева, А.Е. Кемелбекова, Е.С. Отунчи, А.Қ. Шонгалова, А.Г. Умирзаков УЛУЧШЕНИЕ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОЛИСТОВ WS ₂ С ПОМОЩЬЮ АЛКИЛЬНЫХ СПЕЙСЕРОВ НА АТОМИСТИЧЕСКОМ УРОВНЕ.....	16
А.А. Жадыранова, Д.К. Аншокова ДӘРЕЖЕЛІК ЗАҢЫ БАР ЛОГАРИФМДІК МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН СҮЙІҚТЫҚ КҮЙІНІҢ ӨЗГЕРТІЛГЕН ТЕНДЕУІ.....	31
В.Ю. Ким, Ч.Т. Омаров ДЕРОТАТОР ПОЛЯ ДЛЯ ТЕЛЕСКОПА НА АЛЬТ-АЗИМУТАЛЬНОЙ МОНТИРОВКЕ.....	50
А. Марасулов, И.И. Сафаров, М.Х. Тешаев, А.С. Тулеп, Г.А. Абдраимова РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН В СЛОИСТОМ ВЯЗКОУПРУГОМ ЦИЛИНДРЕ.....	63
М. Пахомов, У. Жапбасбаев, Г. Рамазанова МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЙ РЕЙНОЛЬДСА ДЛЯ РАСЧЕТА НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ.....	79
К. Саурова, С. Нысанбаева, Н. Сейдахмет, Г. Турлыбекова, Қ. Астемесова ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА.....	95
Е.О. Шаленов, Е.С. Сейткочанов, М.М. Сейсембаева, К.Н. Джумагулова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЭНДВИЧ И ОБРАТНО-КОНТАКТНЫХ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	109
Л.И. Шестакова, Р.Р. Спасюк РАЗРУШЕНИЕ КОМЕТ ТЕРМИЧЕСКИМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ.....	123
С.А. Шомшекова, М.А. Кругов, Ч.Т. Омаров, Е.К. Аймуратов ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ В РАМКАХ АСТРОХАБА.....	139

ХИМИЯ

Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс, И.С. Сапарбекова ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОГЕЛЕЙ ПОЛИМЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ПОЛИ-2-МЕТИЛ-5-ВИНИЛПИРИДИНОМ.....	155
Ә. Қаппасұлы, Д.Н. Махаева, Ж. Кожантаева, Г.С. Ирмухаметова ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАКРИЛИРОВАННОЙ АЛЬГИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ.....	167
А. Карилхан А. Турсынова ИЗУЧЕНИЕ СИНТЕЗА ИЗОПУЛЕГОЛА И МЕНТОЛА ИЗ МОНОТЕРПЕНОВОГО ЦИТРОНЕЛЛАЛЯ.....	186
А.А. Кудайбергел, А.К. Нурлыбекова, Ж. Женис, М.А. Дюсебаева ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИРОРАСТВОРИМОГО ЭКСТРАКТА ARTEMISIA TERRAE-ALBAE.....	195
М.Г. Мурзагалиева, Н.С. Ашимхан, А.О. Сапиева ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМИ АДсорбЕНТАМИ.....	204
Г.Ф. Сагитова, С.А. Сакибаева, Б.А. Сақыбаев, З.А. Емкулова, В.Ю. Морозова РАЗРАБОТКА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ И НАПОЛНИТЕЛЕЙ.....	219

Б.С. Серикбаева, Р. Абжалов, А.В. Колесников, Ш.Т. Кошкарбаева, М.С. Сатаев ПРЯМОЕ ФОТОХИМИЧЕСКОЕ СЕРЕБРЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ.....	230
А.Т. Такибаева, О.В. Демец, А.А. Жорабек, А. Карилхан, Д.А. Ражабова СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛУПАНОВЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ.....	244
Б.Р. Таусарова, М.Ш. Сулейменова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ.....	259
Б.Х. Хусаин, А.Р. Бродский, А.С. Сасс, И.И. Торлопов, К.Р. Рахметова ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ТЕПЛОВЫХ УСТРОЙСТВ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ.....	271
РАКИШЕВ БАЯН РАКИШЕВИЧ (к 90-летию со дня рождения).....	283

CONTENTS
PHYSICAL

Zh.S. Baiymbetova, N.A. Sandibaeva, E.A. Sklyarova, N.Zh. Akhmetova THE SECONDARY SCHOOL PHYSICS LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS): LITERATURE REVIEW.....	7
E.A. Dmitriyeva, A.E. Kemelbekova, Ye.S. Otunchi, A.K. Shongalova, A.G. Umirzakov ENHANCING PHOTSENSITIVE PROPERTIES OF WS ₂ NANOSHEETS VIA ALKYL SPACERS AT THE ATOMISTIC LEVEL.....	16
A.A. Zhadyranova, D.K. Anshokova MODIFIED EQUATION OF STATE OF A LOGARITHMICALLY VISCOUS FLUID WITH A POWER LAW.....	31
V.Yu. Kim, Ch.T. Omarov FIELD DEROTATOR FOR A TELESCOPE WITH ALTAZIMUTH MOUNT.....	50
A. Marasulov, I.I. Safarov, M.Kh. Tshaev, A.S. Tolep, G.A. Abdraimova PROPAGATION OF NON-STATIONARY WAVES IN A LAYERED VISCOELASTIC CYLINDER.....	63
M. Pakhomov, U. Zhapbasbayev, G. Ramazanova RSM MODEL FOR CALCULATING NON-ISOTHERMAL TURBULENT FLOW OF A VISCOPLASTIC FLUID IN A PIPE.....	79
K. Saurova, S. Nysanbaeva, N. Seidakhmet, G. Turlybekova, K. Astemesova SIMULATION MODELING OF ORBITAL MOTION DYNAMICS SPACE CAR.....	95
E.O. Shalenov, Ye.S. Seitkozhanov, M.M. Seisembayeva, K.N. Dzhumagulova COMPARATIVE ANALYSIS OF SANDWICH AND BACK-CONTACT PEROVSKITE SOLAR CELLS.....	109
L.I. Shestakova, R.R. Spassyyk DESTRUCTION OF COMETS BY THERMAL STRESSES.....	123
S.A. Shomshekova, M.A. Krugov, Ch.T. Omarov, Y.K. Aimuratov POPULARIZATION OF SCIENCE WITHIN ASTROHUB.....	139

CHEMISTRY

T.K. Jumadilov, G.T. Dyussebayeva, Zh.S. Mukataeva, J.V. Gražulevicius, I.S. Saparbekova FEATURES OF REMOTE INTERACTION BETWEEN HYDROGELS OF POLYMETHACRYLIC ACID AND POLY-2-METHYL-5-VINYLPYRIDINE.....	155
A. Kappasuly, D. Makhayeva, Zh. Kozhantayeva, G. Irmukhametova PREPARATION OF METHACRYLATED ALGINIC ACID FOR THE DEVELOPMENT OF OPHTHALMOLOGICAL DRUG DELIVERY SYSTEMS.....	167
A. Karilkhan, A. Tursynova STUDY OF THE SYNTHESIS OF ISOPULEGOL AND MENTHOL FROM MONOTERPENE CITRONELLAL.....	186
A.A. Kudaibergen, A.K. Nurlybekova, J. Jenis, M.A. Dyusebaeva CHEMICAL CONSTITUENTS OF LIPOSOLUBLE EXTRACT OF ARTEMISIA TERRAE-ALBAE.....	195
M.G. Murzagaliyeva, N.S. Ashimkhan, A.O. Sapieva INVESTIGATION OF COLLOID-CHEMICAL PROCESSES OF WASTERWATER TREATMENT WITH NATURAL ADSORBENTS.....	204
G.F. Sagitova, S.A. Sakibayeva, B.A. Sakybayev, Z.A. Emkulova, V.Yu. Morozova DEVELOPMENT OF SEALING RUBBERS BASED ON BUTADIENE-NITRILE RUBBERS AND FILLERS.....	219
B.S. Serikbayeva, R. Abzhalov, A.V. Kolesnikov, Sh.T. Koshkarbayeva, M.S. Satayev DIRECT PHOTOCHEMICAL SILVERATION OF POLYMERS.....	230

A.T. Takibayeva, O.V. Demets, A.A. Zhorabek, A. Karilkhan, D.A. Rajabova SYNTHESIS AND RESEARCH OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF LUPAN TRITERPENOIDS.....	244
B.R. Taussarova, M.Sh. Suleimenova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina STUDY OF PROPERTIES OF CELLULOSE TEXTILE MATERIALS BASED ON COPPER NANOPARTICLES.....	259
B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.R. Rakhmetova PRELIMINARY TREATMENT OF THERMAL DEVICES' EMISSIONS IN DECARBONIZATION TECHNOLOGY.....	271
AKISHEV BAYAN RAKISHEVICH (on the 90th anniversary of birth)	283

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](http://www.nauka-nanrk.kz)

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

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

Подписано в печать 29.03.2024.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.