

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

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

**КАЛИМОЛДАЕВ 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

**ЦЕПЕТКИН 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

**МАЛЪМ 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 Жаббаевич**, 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, Казахстано-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

**RAMANKULOV 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), 50–62

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1483.256>

UDK 52-384

© V.Yu. Kim\*, Ch.T. Omarov, 2024

Fesenkov Astrophysical institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: kim@fai.kz

## FIELD DEROTATOR FOR A TELESCOPE WITH ALTAZIMUTH MOUNT

**Kim V.Yu.** — candidate of physics and mathematics, a leading researcher at the Laboratory of physics of stars and nebulae at Fesenkov Astrophysical Institute. 050020, Observatoriya 23, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: kim@fai.kz, ORCID:0000-0003-1202-9751;

**Omarov Ch.T.** — professor, candidate of physics and mathematics, director of Fesenkov Astrophysical Institute. 050020, Observatoriya 23, Almaty, Kazakhstan

E-mail: chingis.omarov@fai.kz, ORCID:0000-0002-1672-894X.

**Abstract.** The article discusses a technique for determining the rotation angles and field rotation speed of a telescope's photographic sensors on an alt-azimuth mount. Rotation of the photographic sensors according to the specified parameters must be done to compensate for side effects associated with the non-parallelism of the axis of rotation of the celestial sphere and the axis of rotation of the telescope. Mechanical devices designed to compensate for these side effects are called field derotators. The relevance of the problem is due to the need to study dim deep space objects (active galactic nuclei, optical afterglows of gamma-ray bursts, etc.) on large telescopes with alt-azimuth mounts, on which it is impossible to carry out long-term observations without rotating the camera field. This technique can be used to design derotators and create accompanying programs necessary for obtaining high-quality photographic images of astronomical objects with long exposures.

**Keywords:** astronomical observations, derotator, telescope, observatory

**Acknowledgments.** *The research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant No. AP19676713 and program No. BR21881880).*

© В.Ю. Ким\*, Ш.Т. Омаров, 2024

В.Г. Фесенков атындағы астрофизика институты.

E-mail: kim@fai.kz

## АЛТ-АЗИМУТАЛДЫ МОНТАЖДАУДАН ӨТКЕН ТЕЛЕСКОПТЫҢ ДЕРОТАТОРЛЫ ӨРІСІ

**Ким В.Ю.** — физика-математика ғылымдарының кандидаты, В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институтының жетекші ғылыми қызметкері. 050020, Обсерватория көш. 23, Алматы, Қазақстан

E-mail: kim@fai.kz, ORCID:0000-0003-1202-9751;

**Омаров Ш.Т.** — профессор, физика-математика ғылымдарының кандидаты, В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институтының директоры. 050020, Обсерватория көш. 23, Алматы, Қазақстан

E-mail: chingis.omarov@fai.kz, ORCID:0000-0002-1672-894X.

**Аннотация.** Мақалада, альт-азимуталды монтаждаудан өткен телескоптың фотографиялық матрица өрісінің айналу жылдамдығы және бұрылу бұрыштарын анықтауға әдістер қарастырылған. Берілген параметрлер бойынша фотографиялық матрицаның айналуы аспан сферасының айналу осі мен телескоптың айналу осіне параллель болмауына байланысты жанама әсерлердің орнын толтыруға жасалуы керек. Көрсетілген жанама әсерлердің орнын толтыруға арналған механикалық өріс деротаторлары деп аталады. Тапсырманың өзектілігі камераның өрісін айналдырмай ұзақ мерзімді бақылаулар жүргізу мүмкін болмайтын альт-азимуталды қондырғылары бар үлкен телескоптарда алыс ғарыштың әлсіз объектілерін (ядролары белсенді галактикаларды, гамма-сәулелерінің оптикалық кейінгі жарқылдары және т.б.) зерттеу қажеттілігіне байланысты қарастырылды. Бұл әдісті деротаторларды жобалау және ұзақ экспозициялары бар астрономиялық объектілердің жоғары сапалы фотографиялық кескіндерін алуға қажетті ұқсас бағдарламаларды жасау кезінде қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** астрономиялық бақылаулар, деротатор, телескоп, обсерватория

*Алғыс. Зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант № AP19676713 және бағдарлама № BR21881880).*

© **В.Ю. Ким\***, **Ч.Т. Омаров**, 2024

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова.

E-mail: kim@fai.kz

## **ДЕРОТАТОР ПОЛЯ ДЛЯ ТЕЛЕСКОПА НА АЛЬТ-АЗИМУТАЛЬНОЙ МОНТИРОВКЕ**

**Ким В.Ю.** — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории физики звезд и туманностей Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова. 050020, ул. Обсерватория 23, Алматы, Казахстан

E-mail: kim@fai.kz, ORCID:0000-0003-1202-9751;

**Омаров Ч.Т.** — профессор, кандидат физико-математических наук, директор Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова. 050020, ул. Обсерватория 23, Алматы, Казахстан

E-mail: chingis.omarov@fai.kz, ORCID:0000-0002-1672-894X.

**Аннотация.** В статье рассматривается методика определения углов поворота и скорости вращения поля фотографической матрицы телескопа на



альт-азимутальной монтировке. Вращение фотографической матрицы по указанным параметрам необходимо производить для компенсации побочных эффектов, связанных с непараллельностью оси вращения небесной сферы и оси вращения телескопа. Механические устройства, предназначенные для компенсации указанных побочных эффектов, называются деротаторами поля. Актуальность задачи обусловлена необходимостью исследования тусклых объектов дальнего космоса (активные ядра галактик, оптические послесвечения гамма-всплесков и пр.) на больших телескопах с альт-азимутальными монтировками, на которых невозможно проводить длительные наблюдения без ротации поля камеры. Данная методика может быть применена при проектировании деротаторов и создания сопутствующих программ, необходимых для получения качественных фотографических изображений астрономических объектов с длительными экспозициями.

**Ключевые слова:** астрономические наблюдения, деротатор, телескоп, обсерватория

**Финансирование.** Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19676713 и программа № BR21881880).

### **Введение**

Деротатор поля телескопа, также известный как ротатор поля зрения или изображения, является устройством, используемым в астрономии для компенсации вращения небесной сферы во время фотографических съемок с длительной выдержкой на телескопах с альт-азимутальной монтировкой. Это устройство необходимо для удержания поля изображения звезд без искажений, которые имеют место при непараллельности плоскости вращения телескопа и плоскости небесного экватора (Barboza, 2018; Brunelli, 2012; Keskin, 2020). Без деротатора, изображение звезд, располагающихся не на оптической оси, даже при точном ведении телескопа по азимуту и высоте, имели бы не точечные контуры, а представляли бы собой дуги окружностей с центром, совпадающим с точкой пересечения оптической оси и плоскости матрицы. В данной работе предлагается алгоритм для расчета вышеуказанных параметров, необходимых при проектировании деротатора поля телескопа и создания сопутствующего программного обеспечения. Актуальность задачи обусловлена необходимостью создания наземных телескопов с большими апертурами для исследования слабых объектов дальнего космоса (Bezawada, 2023; Green, 2023). Современные большие телескопы функционируют с использованием альт-азимутальных монтировок, что требует привлечения деротаторов поля для получения корректных астрономических снимков (Barboza, 2018; Brunelli, 2012; Keskin, 2020).

### **Материалы и основные методы**

Деротатор квази-непрерывно вращает поле зрения (поле фотографической

матрицы) телескопа. На рисунке 1 показано положение фотографической матрицы относительно плоскости альмукантарата  $a$  для центральной точки  $O$  (точки пересечения оптической оси с плоскостью матрицы). Из геометрических соображений ясно, что горизонтальная линия матрицы  $d$  должна лежать в плоскости суточного круга точки  $O$ , соответственно вертикальная линия матрицы  $c$  должна быть касательной к кругу склонения точки  $O$ . Здесь под точкой  $O$  правильнее понимать ее проекцию на небесную сферу. Следовательно угол поворота поля  $\gamma$  соответствует углу между прямыми  $a$  и  $d$ , что эквивалентно углу между прямыми  $c$  и  $b$  на рисунке.

В последующих формулах будем придерживаться следующих обозначений:

LST - Локальное звездное время

$\alpha$  - Прямое восхождение (RA)

$\delta$  - Склонение (DEC)

$t$  - Часовой угол

$z$  - Зенитное расстояние

$\varphi$  - Широта местности

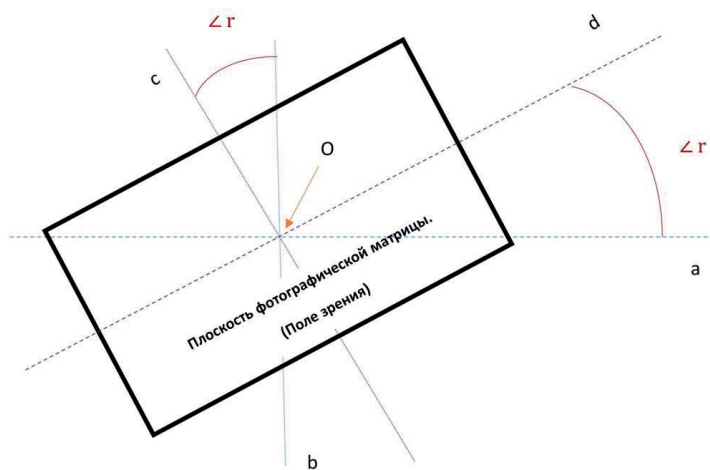


Рисунок 1. – Схематическое изображение поля матрицы относительно математического горизонта. Условные обозначения:  $a$  - линия альмукантарата, которая соответствует пересечению плоскостей альмукантарата для точки  $O$  (центра поля зрения) и плоскости поля зрения телескопа (плоскости матрицы),  $b$  - линия отвеса,  $c$  - вертикальная линия матрицы,  $d$  - горизонтальная линия матрицы. Все линии пересекаются в одной точке  $O$ . Угол  $\gamma$  и есть искомый угол поворота поля зрения, на который должна повернуться матрица деротатором поля для объекта с координатами  $\alpha$  и  $\delta$ , положением наблюдателя на широте  $\varphi$  и локальным звездным временем LST.

### **Вывод формулы для расчета угла поворота фотографической матрицы**

Теорема синусов для сферического треугольника имеет следующий вид (Жаров, 2022; Кононович, 2022; Блажко, 1948):

$$\frac{\sin x}{\sin X} = \frac{\sin y}{\sin Y} = \frac{\sin z}{\sin Z} \quad (1)$$

В свою очередь теорема косинусов для сферического треугольника (Жаров, 2022; Кононович, 2022; Блажко, 1948):

$$\cos X = -\cos Y \times \cos Z + \sin Y \times \sin Z \times \cos x \quad (2)$$

Здесь  $X, Y, Z$  - двугранные углы;  $x, y, z$  - дуги сторон, выражаемые в угловой мере (см. Рис. 2). В сферическом треугольнике отношение синуса стороны к синусу противоположного угла есть величина постоянная.

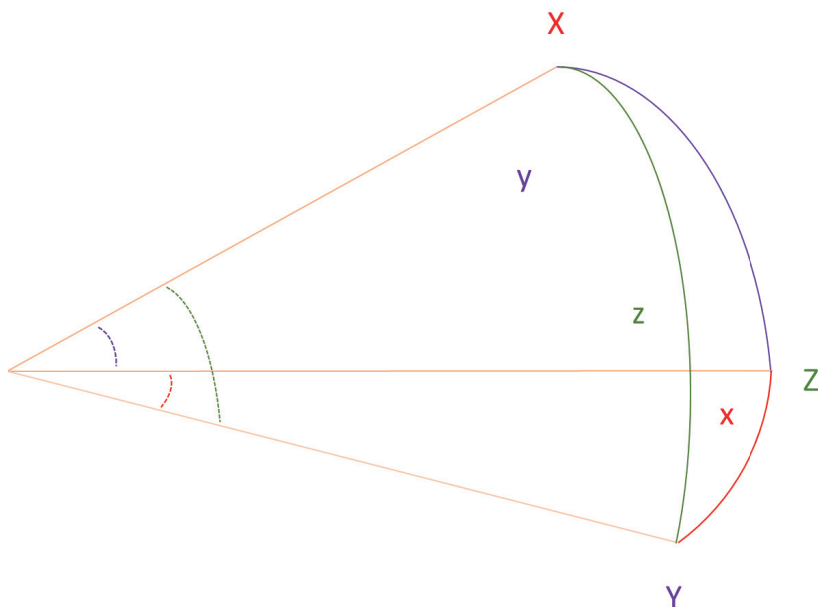


Рисунок 2. – Схематическое изображение сферического треугольника XYZ.

Теперь перенесем эти свойства на небесную сферу. На рисунке 3 нас интересует сферический треугольник с вершинами PZΣ. Используя формулу 1, выразим синус угла  $\gamma$ .

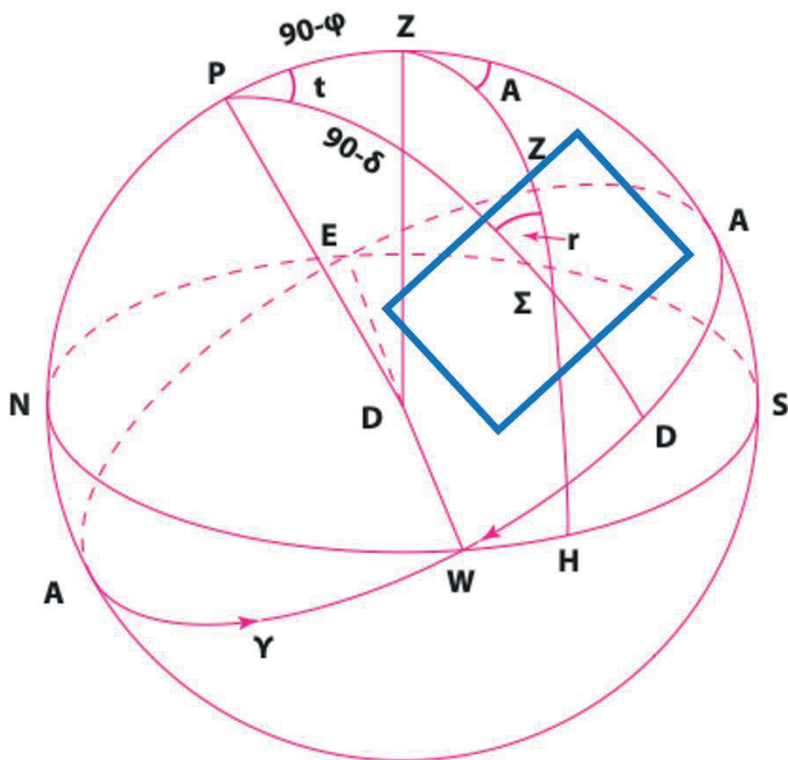


Рисунок 3. – Небесная сфера. Синяя рамка - проекция фотографической матрицы на небесную сферу. Точка  $\Sigma$  - проекция оптической оси телескопа (центральная звезда) на рисунке 1 обозначается как точка O, круг SWNE - математический горизонт, AWAE - небесный экватор, A - азимут точки  $\Sigma$ ,  $\delta$  - ее склонение,  $t$  - часовой угол,  $\phi$  - широта места наблюдения,  $r$  - искомый угол поворота матрицы.

$$\sin r = \frac{\sin t \times \cos \phi}{\sqrt{1 - (\cos t \times \cos \delta \times \cos \phi + \sin \delta \times \sin \phi)^2}} \quad (3)$$

Так как часовой угол светила связан с локальным звездным временем (LST) и прямым восхождением  $\alpha$  формулой:  $t = LST - \alpha$ , то произведем замену и выразим синус угла  $r$ :

$$\sin r = \frac{\sin(LST - \alpha) \times \cos \phi}{\sqrt{1 - [\cos(LST - \alpha) \times \cos \delta \times \cos \phi + \sin \delta \times \sin \phi]^2}} \quad (4)$$

Таким образом мы получили одну из формул для расчета угла поворота фотографической матрицы телескопа с альт-азимутальной монтировкой в зависимости от звездного времени для заданного центра и положения наблюдателя. Для устранения неопределённости квадранта угла  $r$  необходимо вычислить его косинус угла  $r$  из теоремы косинусов для сферического треугольника (используя формулу 2). Получаем:

$$\cos r = \cos t \times \cos A + \sin t \times \sin A \times \cos \phi \quad (5)$$

Из формулы (5) удобно найти производную по часовому углу (по времени)  $t$ :

$$\frac{dr}{dt} = - \frac{\sin A \times \cos t \times \cos \phi - \cos A \times \sin t}{\sqrt{1 - [\sin A \times \sin t \times \cos \phi + \cos A \times \cos t]^2}} \quad (6)$$

### Обсуждение и результаты

Интересно рассмотреть крайние случаи. Например, когда телескоп наблюдает в момент кульминации светила, соответственно часовой угол равен нулю или  $180^\circ$  ( $t = LST - \alpha = 0$  или  $180^\circ$ ), в этом случае угол  $\gamma$  обращается в нуль. Когда наблюдатель находится на северном или южном полюсе (т. е.  $\phi = 90^\circ$  или  $\phi = -90^\circ$ ), то  $\cos \phi = 0$  и тогда угол  $\gamma$  всегда равен нулю, что неудивительно, так как в этом случае установка альт-азимутальной монтировки телескопа будет совпадать с экваториальной.

Для создания программного обеспечения управления деротатором поля необходимо с достаточной точностью вычислять локальное звездное время (LST) из местного времени и координат места наблюдения. Для полноты информации в разделе Приложения размещены алгоритмы вычисления различных типов времени и юлианских дат (Duffett-Smith, 2011; Meeus, 1998; Brumberg, 2004). В совокупности с формулами, приведенными в предыдущем разделе это позволит создать полностью автономный программный пакет управления, не требующий привлечения внешних интернет-ресурсов.

### Заключение

В сети интернет встречается множество различных предложений по уже готовым устройствам ротации астрономических камер, которые напрямую можно использовать для соответствующего оборудования (Optcorp; Prima luce lab; Swiss optic; Robotics, 2024). Однако, при необходимости самостоятельного изготовления такого устройства, возникают вопросы по вычислению угла поворота поля в зависимости от времени и координат звезд и наблюдателя, а также вопрос об угловой скорости вращения фотографической матрицы в конкретный момент времени. В данной работе мы приводим математическую интерпретацию параметров вращения поля зрения телескопа на альт-азимутальной монтировке. На этой основе возможно создание собственного автономного программного обеспечения для вычислений и управления ротацией поля, а также для предпроектных исследований и конструирования астрономических деротаторов.

### Приложения

*Вспомогательные алгоритмы, необходимые для корректной работы деротатора поля телескопа* (Duffett-Smith, 2011; Meeus, 1998; Brumberg, 2004).

*Алгоритм нахождения юлианской даты (JD) из календарной даты*

Пусть дан год (year), месяц (month), день (day) и всемирное время UTC (hh:mm:ss). Необходимо найти юлианскую дату (JD), соответствующую этому времени.

Примечание: юлианская дата — это число суток, прошедших начиная с

полудня понедельника, 01 января 4713 года до н. э. юлианского календаря или, что то же самое, 24 ноября 4714 года до н. э. григорианского календаря до какой-либо даты.

Шаг 1. Если month равен 1 или 2, то положить  $year = year - 1$ , а также  $month = month + 12$ , для всех остальных случаев month ничего не менять.

Шаг 2. Вводим целочисленную переменную  $int a = year / 100$ . Здесь при целочисленном делении year на 100 отбрасываем остаток.

Шаг 3. Вводим целочисленную переменную  $int b = 2 - a + [int](a / 4)$ . Здесь при целочисленном делении отбрасываем остаток.

Шаг 4. Вводим целочисленную переменную  $int c = (365.25 * year)$ . Здесь при целочисленном умножении отбрасываем остаток.

Шаг 5. Вводим целочисленную переменную  $int d = 30.6001 * (month + 1)$ . Здесь при целочисленном умножении отбрасываем остаток.

Шаг 6. Вводим переменную с плавающей запятой float t и присваиваем ей значение равное времени UTC (hh:mm:ss), но в десятичной системе. Например, 14:30:00 будет соответствовать в десятичных единицах 14.5

Шаг 7. Рассчитываем юлианскую дату JD как переменную с плавающей запятой (float):

$$float JD = 1720994.5 + b + c + d + day + t/24$$

Шаг 8. Возвращаем юлианскую дату JD

Пример: для календарной даты 31 марта 2023 и времени UTC 12:17:45 (Здесь  $year = 2023$ ,  $month = 3$ ,  $day = 31$ ,  $t = 12.2958333$ ) юлианская дата соответствует:  $JD = 2460035.0123264$

*Алгоритм нахождения календарной даты из юлианской даты (JD)*

Пусть дана юлианская дата (JD), необходимо найти календарную дату (year, month, day) и время UTC из нее.

Шаг 1. Положим  $JD = JD + 0.5$

Шаг 2. Введем целочисленную переменную  $JD_{int}$ , присвоив ей значение целой части JD:

$$int JD_{int} = [int]JD$$

Шаг 3. Введем переменную с плавающей запятой  $frac_{JD}$ :

$$float frac_{JD} = JD - JD_{int}$$

Шаг 4. Объявляем целочисленную переменную  $int A = 1$ . Объявляем целочисленную переменную B:

$$int B = JD_{int} + 1 + A - [int](A/4)$$

Шаг 5. Если удовлетворяется условие  $JD_{int} > 2299160$ , тогда A присвоить значение с отбрасыванием дробной части:

$$A = [int]((JD_{int} - 1867216.25)/36524.25)$$

Если же условие не выполняется ( $JD_{int} > 2299160$ ), тогда A остается равным единице ( $A = 1$ )

Шаг 6. Введем целочисленную переменную C:

$$\text{int } C = B + 1524$$

Шаг 7. Введем целочисленную переменную D (здесь также отбрасывается дробная часть):

$$\text{int } D = (C - 122.1)/365.25$$

Шаг 8. Введем целочисленную переменную E (здесь также отбрасывается дробная часть):

$$\text{int } E = 365.25 * D$$

Шаг 9. Введем целочисленную переменную G (здесь также отбрасывается дробная часть):

$$\text{int } G = (C - E)/30.6001$$

Шаг 10. Введем переменную с плавающей запятой, соответствующую дню с дробной частью ( $\text{day}_{wt}$ ):

$$\text{float } \text{day}_{wt} = C - E + \text{frac}_{JD} - [\text{int}](30.6001 * G)$$

Шаг 11. Находим месяц (month) как целочисленную переменную. Если ( $G > 13.5$ ), тогда:

$$\text{int } \text{month} = G - 13$$

Если не выполняется условие ( $G > 13.5$ ), тогда:

$$\text{int } \text{month} = G - 1$$

Шаг 12. Находим год (year) как целочисленную переменную. Если ( $\text{month} < 2.5$ ), тогда:

$$\text{int } \text{year} = D - 4715$$

Если не выполняется условие ( $\text{month} < 2.5$ ), тогда:

$$\text{int } \text{year} = D - 4716$$

Шаг 13. Находим целочисленный день (day), путем отбрасывания дробного остатка от ( $\text{day}_{wt}$ ):

$$\text{int } \text{day} = [\text{int}]\text{day}_{wt}$$

Шаг 14. Находим время UTC (часы с десятичной дробной частью)

$$\text{float } \text{hours}_{dec} = (\text{day}_{wt} - \text{day}) * 24$$

Шаг 15. Возвращаем значения трех переменных: year, month, day,  $\text{hours}_{dec}$

Пример: для юлианской даты  $JD = 2460035.0123264$ , соответствующая календарная дата и время: year = 2023, month = 3, day = 31,  $\text{hours}_{dec} = 12.295833595$  или 31 марта 2023 года UTC 12:17:45

*Алгоритм нахождения глобального звездного времени (GST) из всемирного времени (UTC)*

Пусть дан год (year), месяц (month), день (day) и всемирное время UTC (hh:mm:ss). Необходимо найти из этих данных глобальное звездное время (GST)

Шаг 1. Для year, month, day находим юлианскую дату JD (см. Предыдущий алгоритм) без учета UTC (здесь UTC не учитываем, то есть  $UTC=0$ , но только на этом шаге).

Шаг 2. Вводим переменную с плавающей запятой centuries:  
 $float\ centuries = (JD - 2451545)/36525$

Шаг 3. Вводим переменную с плавающей запятой  $T_0$ :  
 $float\ T_0 = 6.697374558 + (2400.051336 * centuries) +$   
 $+ (0.000025862 * centuries^2)$

Шаг 4. Находим остаток от деления на 24:  
 $T_0 = T_0 \% 24$

Шаг 5. Если  $T_0$  меньше нуля ( $T_0 < 0$ ), тогда положить:  
 $T_0 = T_0 + 24$

Шаг 6. UTC переводим в десятичную систему. Вводим новую переменную с плавающей запятой:

$$float\ UTC_{corr} = UTC * 1.002737909$$

Шаг 7. Находим глобальное звездное время (GST) в десятичной системе как переменную с плавающей запятой:

$$float\ GST = T_0 + UTC_{corr}$$

Шаг 8. Если GST больше 24 ( $GST > 24$ ), то  
 $GST = GST - 24$

или если GST меньше нуля ( $GST < 0$ ), то:  
 $GST = GST + 24$

Шаг 9 Возвращаем значение GST

Пример: 31 марта 2023 при UTC 12:17:45 соответствует GST = 0.87042835622799 или GST = 00:52:13.54

*Алгоритм нахождения локального звездного времени (LST) из всемирного времени (UTC)*

Пусть дан год (year), месяц (month), день (day), всемирное время (UTC) (hh:mm:ss) и долгота места наблюдения ( $\lambda$ ) в градусах. Необходимо найти из этих данных локальное звездное время LST.

Примечание. Здесь важно учитывать тип долготы местности (восточная или западная).

Шаг 1. Для даты и времени, которое дано на входе находим глобальное звездное время (GST) (см. предыдущий алгоритм).

Шаг 2. Если долгота места наблюдения западная, то положить  $\lambda = -\lambda$ , если восточная, то ничего не менять.

Шаг 3. Вводим переменную с плавающей запятой LST, которая и будет локальным звездным временем.

$$float\ LST = GST + (\lambda/15)$$

Примечание. Здесь выражение ( $\lambda / 15$ ) дает преобразование градусов долготы в часы. То есть 360 градусов это 24 часа, следовательно 15 градусов соответствуют 1 часу



Шаг 4. Если LST больше 24 часов ( $LST > 24$ ), то  $LST = LST - 24$ . Или если LST меньше нуля ( $LST < 0$ ), то  $LST = LST + 24$

Шаг 5. Возвращаем значение LST

Пример: локальное звездное время LST на 01 апреля 2023, UTC 04:50:10 если наблюдатель находится на долготе  $\lambda = 76.92$  восточной долготы (E) соответствует  $LST = 22.583991918119$  или  $LST = 22:35:02$

Примечание. Если требуется найти локальное звездное время (LST) из местного времени (LT), то из местного времени находим всемирное время (UTC) путем вычитания часового пояса ( $UTC = LT - \text{Time\_zone}$ ) и далее следуя этому алгоритму, находим LST

*Алгоритм нахождения всемирного времени (UTC) из глобального звездного времени (GST)*

Пусть дан год (year), месяц (month), день (day) и глобальное звездное время (GST) (hh:mm:ss). Необходимо найти из этих данных всемирное время UTC.

Шаг 1. Для year, month, day находим юлианскую дату JD (см. алгоритмы выше) без учета GST (здесь GST не учитываем, то есть  $GST=0$ , но только на этом шаге)

Шаг 2. Вводим переменную с плавающей запятой centuries:

$$\text{float centuries} = (JD - 2451545) / 36525$$

Шаг 3. Вводим переменную с плавающей запятой  $T_0$ :

$$T_0 = 6.697374558 + (2400.051336 * \text{centuries}) + (0.000025862 * \text{centuries}^2)$$

Шаг 4. Находим остаток от деления на 24

$$T_0 = T_0 \% 24$$

Шаг 5. Если  $T_0$  меньше нуля ( $T_0 < 0$ ), тогда положить

$$T_0 = T_0 + 24$$

Шаг 6. GST переводим в десятичную систему (если еще не переведена). Вводим новую переменную с плавающей запятой  $UTC_{corr}$ :

$$\text{float } UTC_{corr} = GST - T_0$$

Шаг 7. Если  $UTC_{corr}$  больше 24 ( $UTC_{corr} > 24$ ), то

$$UTC_{corr} = UTC_{corr} - 24$$

или если  $UTC_{corr}$  меньше нуля ( $UTC_{corr} < 0$ ), то

$$UTC_{corr} = UTC_{corr} + 24$$

Шаг 8. Вводим переменную с плавающей запятой UTC, которая и соответствует времени UTC в десятичной системе:

$$UTC = UTC_{corr} * 0.9972695663$$

Шаг 9. Возвращаем значение UTC.

Пример: 02 апреля 2023 при глобальном звездном времени GST 16:27:15 время UTC = 3.7714908668499 или UTC = 03:46:17

*Алгоритм нахождения всемирного времени (UTC) из локального звездного времени (LST)*

Пусть дан год (year), месяц (month), день (day), локальное звездное время LST и долгота места наблюдения ( $\lambda$ ) в градусах. Необходимо найти из этих данных всемирное время (UTC) (hh:mm:ss).

Шаг 1. Переводим локальное звездное время LST в десятичную систему (если еще не переведено).

Шаг 2. Если долгота места наблюдения восточная, то положить  $\lambda = -\lambda$ , если западная, то ничего не менять.

Шаг 3. Вводим переменную с плавающей запятой GST, которая будет глобальным звездным временем

$$\text{float GST} = \text{LST} + (\lambda/15)$$

Примечание. Здесь выражение  $(\lambda/15)$  дает преобразование градусов долготы в часы.

Шаг 4. Если GST больше 24 часов (GST > 24), то отнять от GST 24, то есть GST = GST - 24. Или если GST меньше нуля (GST < 0), то прибавить к GST 24 часа, то есть GST = GST + 24

Шаг 5. Зная значение GST для определенного года (year), месяца (month), дня (day) по алгоритму, изложенному выше находим всемирное время UTC.

Шаг 5. Возвращаем значение UTC.

Пример: если наблюдатель находится на долготе  $\lambda = 76.92$  восточной долготы (E) на 01 апреля 2023, локальное звездное время 14:34:10, то международное время будет соответствовать значению UTC = 20.777916417316 или UTC = 20:46:40

#### ЛИТЕРАТУРА

Barboza S., Pott J.-U., Rohloff R.-R., Müller F., Hofferbert R., Münch N., Mohr L., Ramos J., Ebert M., Glück M., Wagner J., Kärcher H. J., Schlossmacher W., Häberle M. (2018). The MICADO first light imager for ELT: derotator design status and prototype results., Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy VII, — 10702: 107028T. — DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2311683> (in Eng.)

Bezawada N., George E., Ives D., Alvarez D., Serra B., Mehrgan L., Müller E., Haug M., Leveratto S., Pfuhl O., Guzman R., Guidolin I., Jost A., Popovic D., Moins C., Klein B., Conzelmann R., Accardo M., Brinkmann M. (2023). Infrared detectors for first generation extremely large telescope instruments and their characterization program, Astronomische Nachrichten, — 344:e20230061. — DOI: <https://doi.org/10.1002/asna.20230061> (in Eng.)

Brumberg V.A., Glebova N.I., Lukashova M.V., Malkov A.A., Pitjeva E.V., Rumjantseva L.I., Sveshnikov M.L., Fursenko M.A. (2004). Ephemeris astronomy, Transactions of the Institute of Applied Astronomy RAS, — 10:1–479. — DOI: no DOI (in Russ.)

Brunelli A., Bergomi M., Dima M., Farinato J., Magrin D., Maraffatto L., Ragazzoni R., Viotto V., Bertram T., Bizenberger P., Conrad A., Herbst T., Meschke D. (2012). Tips and tricks for aligning an image derotator., Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy IV, — 8446: 84464L. — DOI: <https://doi.org/10.1117/12.926884> (in Eng.)

Duffett-Smith P., Zwart J. (2011). *Practical Astronomy with your Calculator or Spreadsheet. Fourth edition*, Cambridge University Press, United Kingdom. — ISBN 978-0-521-14654-8 (in Eng.)

Green R. (2023). Update on the US Extremely Large Telescope Program, The NOIRLab Mirror, — 5:44. — DOI: no DOI (in Eng.)

Keskin O., Unal A.C., Koc I.M., Jolissaint L., Yesilyaprak C. (2020). Advances for the 4m

DAG Telescope in Flange derotator., Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, — 11445: 1144545. — DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2560247> (in Eng.)

Meeus J. (1998). *Astronomical algorithms*. Second edition. Richmond: Willmann-Bell, USA. — ISBN: 0943396611 (in Eng.)

Optcorp (2024). — <https://optcorp.com/collections/camera-angle-adjusters-rotators>

Prima luce lab (2024). — <https://www.primalucelab.com/rotators/>

Robotics (2024). — <https://www.robotics.nl/en/8573-rotators>

Swiss optic (2024). — <https://swissopticsystem.com/portfolio-items/derotator-for-4m-ground-telescope-dag/>

Блажко С.Н. (1948). *Курс сферической астрономии*, — Москва, Гостехиздат. (in Russ.)

Жаров В.Е. (2022). *Сферическая астрономия*, — Москва, Изд. ДМК-пресс. — ISBN 978-5-89818-109-3 (in Russ.)

Кононович Э.В., Мороз В.И. (2022). *Общий курс астрономии*, — Москва, Изд. URSS. — ISBN 978-5-9519-2335-6 (in Russ.)

#### REFERENCES

Barboza S., Pott J.-U., Rohloff R.-R., Müller F., Hofferbert R., Münch N., Mohr L., Ramos J., Ebert M., Glück M., Wagner J., Kärcher H.J., Schlossmacher W., Häberle M. (2018). The MICADO first light imager for ELT: derotator design status and prototype results., *Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy VII*, — 10702: 107028T. — DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2311683> (in Eng.)

Bezawada N., George E., Ives D., Alvarez D., Serra B., Mehrgan L., Müller E., Haug M., Leveratto S., Pfühl O., Guzman R., Guidolin I., Jost A., Popovic D., Moins C., Klein B., Conzelmann R., Accardo M., Brinkmann M. (2023). Infrared detectors for first generation extremely large telescope instruments and their characterization program, *Astronomische Nachrichten*, — 344:e20230061. — DOI: <https://doi.org/10.1002/asna.20230061> (in Eng.)

Brumberg V.A., Glebova N.I., Lukashova M.V., Malkov A.A., Pitjeva E.V., Rumjantseva L.I., Sveshnikov M.L., Fursenko M.A. (2004). Ephemeric astronomy, *Transactions of the Institute of Applied Astronomy RAS*, — 10:1-479. — DOI: no DOI (in Russ.)

Brunelli A., Bergomi M., Dima M., Farinato J., Magrin D., Maraffatto L., Ragazzoni R., Viotto V., Bertram T., Bizenberger P., Conrad A., Herbst T., Meschke D. (2012). Tips and tricks for aligning an image derotator., *Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy IV*, — 8446: 84464L. — DOI: <https://doi.org/10.1117/12.926884> (in Eng.)

Duffett-Smith P., Zwart J. (2011). *Practical Astronomy with your Calculator or Spreadsheet. Fourth edition*, Cambridge University Press, United Kingdom. — ISBN 978-0-521-14654-8 (in Eng.)

Green R. (2023.). Update on the US Extremely Large Telescope Program, *The NOIRLab Mirror*, — 5:44. DOI: no DOI (in Eng.)

Keskin O., Unal A.C., Koc I.M., Jolissaint L., Yesilyaprak C. (2020). Advances for the 4m DAG Telescope in Flange derotator., Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, — 11445: 1144545. — DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2560247> (in Eng.)

Meeus J. (1998). *Astronomical algorithms*. Second edition. Richmond: — Willmann-Bell, USA. — ISBN: 0943396611 (in Eng.)

Optcorp (2024). — <https://optcorp.com/collections/camera-angle-adjusters-rotators>

Prima luce lab (2024). — <https://www.primalucelab.com/rotators/>

Robotics (2024). — <https://www.robotics.nl/en/8573-rotators>

Swiss optic (2024). — <https://swissopticsystem.com/portfolio-items/derotator-for-4m-ground-telescope-dag/>

Blazhko S.N. (1948). *Course of spherical astronomy*, — Moscow, Gostekhizdat, — ISBN no (in Russ.)

Zharov V.E. (2022). *Spherical astronomy*, — Moscow, Publishing house. ДМК-пресс. — ISBN 978-5-89818-109-3 (in Russ.)

Kononovich E.V., Moroz V.I. (2022). *General course in astronomy*, — Moscow, Ed. URSS. — ISBN 978-5-9519-2335-6 (in Russ.)



**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

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

### ХИМИЯ

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

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



## СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИКА

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

## ХИМИЯ

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

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

**CONTENTS**  
**PHYSICAL**

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

**CHEMISTRY**

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

<b>A.T. Takibayeva, O.V. Demets, A.A. Zhorabek, A. Karilkhan, D.A. Rajabova</b> SYNTHESIS AND RESEARCH OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF LUPAN TRITERPENOIDS.....	244
<b>B.R. Taussarova, M.Sh. Suleimenova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina</b> STUDY OF PROPERTIES OF CELLULOSE TEXTILE MATERIALS BASED ON COPPER NANOPARTICLES.....	259
<b>B.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy, A.S. Sass, I.I. Torlopov, K.R. Rakhmetova</b> PRELIMINARY TREATMENT OF THERMAL DEVICES' EMISSIONS IN DECARBONIZATION TECHNOLOGY.....	271
<b>AKISHEV BAYAN RAKISHEVICH</b> (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](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 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.