

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

2024 • 4



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

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 Тілекқабыл 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 оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Ноганович, 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 Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжін профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

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

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (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

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

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

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

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

ЖҮСПІНОВ 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 № KZ93VУУ00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы құалық.

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

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

ЛОКШИН 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 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

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (СПША), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктур-рваных 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 ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр 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 Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСУНОВ 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 Жабагаевич, 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

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 Rakhmetkazi 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 4. Number 352 (2024), 90–102

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.310>

УДК 524.3-13; 629.78.075.001.14

МРПТИ 41.23.29; 89.17.15

S.A. Shomshekova*, **L.K. Kondratyeva**, **I.M. Izmailova**, **C.T. Omarov**, 2024.

Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail:shomshekova.saule@gmail.com

INFRARED OBSERVATIONS OF SYMBIOTIC STARS FROM A CISLUNAR ORBIT: OBJECTIVES AND PROSPECTS

Shomshekova S.A. - PhD, Lead Researcher. Fesenkov Astrophysical Institute, 050020, Almaty, Kazakhstan, E-mail: shomshekova.saule@gmail.com, shomshekova@fai.kz. <https://orcid.org/0000-0002-9841-453X>;

Kondratyeva L.N. - c.ph.-m.sc, Chief Researcher. Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan, email: kondratyeva@fai.kz. <https://orcid.org/0000-0002-6302-2851>;

Izmailova I.M. - JR. Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan. e-mail: izmailova.ildana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9878-0989>;

Omarov C.T. - Professor, PhD, Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan, e-mail: chingis.omarov@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1672-894X>.

Abstract. This article outlines observation tasks for studying symbiotic stars using a cislunar-orbit telescope with a 20–30 cm aperture. The aim is to define optimal observation objectives for such a telescope. Symbiotic stars are vital to modern astrophysics, serving as unique laboratories for studying binary system interactions at various evolutionary stages, with some acting as supernova precursors. Based on infrared (IR) radiation presence, symbiotic stars are classified into D-type (dusty) and S-type (stellar). Observations will focus on D-type stars, characterized by excess IR radiation, to explore pulsations, dust shell formation, and system evolution. Key objectives for IR studies include analyzing the physical properties of symbiotic stars during the pre-outburst and outburst phases and examining the structure and distribution of their dust components. Telescope specifications include a 20–30 cm aperture, 0.8–25 μm wavelength range, angular resolution of 0.8–1.2 arcseconds, spectral resolution of $R=1000\text{--}3000$, and sensitivity of $10^{-15}\text{--}10^{-13}$ W/m^2 . The optimal field of view is 0.5–1 arcminutes for spectroscopy and up to 10 arcminutes for photometry. Cooling to 50 K for near-IR and 10 K for mid-IR is required for detector sensitivity. These parameters will enable detailed studies of D-type symbiotic stars, offering valuable insights into their evolution and dynamic processes.

Keywords: symbiotic stars, infrared range, cislunar orbit, space telescope.

С.А. Шомшекова*, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров, 2024.

¹В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан.

E-mail:shomshekova.saule@gmail.com

АЙҒА ЖАҚЫН ОРБИТАДАҒЫ СИМБИОТИКАЛЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ИНФРАҚЫЗЫЛ БАҚЫЛАУЛАРЫ: МІНДЕТТЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ

Шомшекова С.А - PhD, ЖФК, В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан, E-mail:shomshekova.saule@gmail.com, shomshekova@fai.kz/. <https://orcid.org/0000-0002-9841-453X>;

Кондратьева Л.Н. - ф.-м.ғ.к., БФК, В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институты, kondratyeva@fai.kz. <https://orcid.org/0000-0002-6302-2851>;

Измайлова И.М. - КФК, В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан. e-mail: izmailova.ildana@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9878-0989>;

Омаров Ч.Т. - профессор, PhD, В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан. e-mail: chingis.omarov@fai.kz. <https://orcid.org/0000-0002-1672-894X>.

Аннотация. Бұл мақалада Айға жақын орбитада орналасатын телескопты қолдана отырып, симбиотикалық жұлдыздарды бақылауға арналған ғылыми міндеттер қарастырылады. Мақсат – Ай орбитасына орналастырылған апертурасы 20-30 см жабдықталған телескоптың көмегімен бақылаудың оңтайлы міндеттерін қою. Симбиотикалық жұлдыздарды зерттеу қазіргі астрономияға қатысты, өйткені олардың кейбіреулері аса жаңа жұлдыздардың ізашары бола алады, сонымен қатар эволюцияның әртүрлі кезеңдерінде қос жұлдыздардың өзара әрекеттесуін зерттеуге арналған бірегей зертхана болып табылады. ИҚ сәулеленуінің болуына немесе болмауына байланысты симбиотикалық жұлдыздар екі түрге бөлінеді: D типті (dusty) және S типті (stellar). Айға жақын орбитадағы телескоптың жұмысы үшін міндеттердің бірі ИҚ сәулеленуі артық болуымен ерекшеленетін D типті объектілер қарастырылады, бұл пульсация, шаң қабықтарының пайда болуы және осы жүйелердің эволюциясы сияқты процестерді егжей-тегжейлі зерттеуге мүмкіндік береді. Айға жақын орбитасында ИҚ аймақта зерттеудің негізгі міндеттері қойылған: жарқыл алдындағы кезеңде және тікелей жарқыл кезінде симбиотикалық объектілердің физикалық сипаттамаларын зерттеу және осы жүйелердегі шаң-тозаң құраушыларының құрылымы мен таралуын талдау. Қойылған міндеттерді шешу үшін телескоптың параметрлері анықталды: апертурасы 20-30 см, толқын ұзындығының диапазоны 0.8-25 мкм, бұрыштық ажыратымдылығы 0.8-1.2 доға секунды, спектрлік ажыратымдылық $R=1000-3000$ және $10^{-15}-10^{-13}$ Вт/м²диапазонындағы сезімталдық. Спектроскопия үшін оңтайлы көру өрісі 0.5–1 доғалық минут, ал фотометрия үшін 10 доғалық минутқа дейін. Детекторлардың қажетті сезімталдығына қол жеткізу үшін жақын ИҚ диапазоны үшін 50 К дейін және орташа ИҚ диапазоны үшін 10 К дейін салқындату қажет. Бұл сипаттамалар симбиотикалық жұлдыздардың D типті егжей-тегжейлі зерттеулеріне мүмкіндік береді, олардың эволюциясы мен динамикалық процестері туралы құнды мәліметтер береді.

Түйін сөздер: симбиотикалық жұлдыздар, Инфрақызыл аймақ, айға жақын орбита, ғарыш телескобы

С.А. Шомшекова*, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров, 2024.

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан.

E-mail: shomshekova.saule@gmail.com

ИНФРАКРАСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД С ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЫ: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С.А. Шомшекова – PhD, ВНС, Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан, E-mail: shomshekova.saule@gmail.com, shomshekova@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9841-453X>;

Л.Н. Кондратьева – к.ф.м.н., ГНС, Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан, kondratyeva@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6302-2851>;

И.М. Измайлова – МН, Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан, e-mail: izmailova.ildana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9878-0989>;

Ч.Т. Омаров – профессор, PhD, Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан. e-mail: chingis.omarov@fai.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1672-894X>.

Аннотация. В данной статье рассматривается постановка задач для проведения наблюдений симбиотических звезд с использованием окололунного телескопа. Целью является определение оптимальных задач для наблюдений с помощью телескопа, размещенного на окололунной орбите с апертурой 20–30 см. Исследования симбиотических звезд актуальны для современной астрофизики, поскольку они представляют собой уникальные лаборатории для изучения взаимодействия компонентов двойных систем на различных этапах эволюции, а некоторые из них могут служить предшественниками сверхновых. В зависимости от наличия или отсутствия ИК-излучения симбиотические звезды подразделяются на два типа: D-тип (dusty) и S-тип (stellar). Для работы окололунного телескопа рассматриваются объекты D-типа, отличающиеся избытком ИК-излучения, что позволяет детально изучить процессы, такие как пульсации, образование пылевых оболочек и эволюция этих систем. Предлагаются следующие задачи для ИК-исследований с окололунной орбиты: изучение физических характеристик симбиотических объектов в предвспышечный период и непосредственно во время вспышки, а также анализ структуры и распределения пылевой составляющей в этих системах. Для решения поставленных задач определены необходимые параметры телескопа: апертура 20-30 см, диапазон длин волн 0.8–25 мкм, угловое разрешение 0.8–1.2 секунды дуги, спектральное разрешение $R=1000-3000$ и чувствительность в диапазоне $10^{-15}-10^{-13}$ Вт/м². Оптимальное поле зрения для спектроскопии составляет 0.5–1 угловых минут, а для фотометрии – до 10 угловых минут. Охлаждение до 50 К для ближнего ИК-диапазона и до 10 К для среднего ИК-диапазона необходимо для достижения требуемой чувствительности детекторов. Эти характеристики позволят проводить детальные исследования D-типа симбиотических звезд и получать ценные данные об их эволюции и динамических процессах.

Ключевые слова: симбиотические звезды, ИК-диапазон, окололунная орбита, космический телескоп.

Информация о финансировании. Работа выполняется в рамках Программы № BR24992759 «Разработка концепции первого казахстанского орбитального окололунного телескопа - Этап I», финансируемого МНВО РК.

Введение

Исследование переменных звезд, особенно симбиотических звезд, является важной областью современной астрофизики. Симбиотические звезды представляют собой бинарные системы, состоящие из красного гиганта (красный гигант, желтый гигант, сверхгигант (пульсирующая переменная)) и горячей компоненты (белый карлик, нейтронная звезда или звезда Главной Последовательности) (Рисунок 1). Исследование симбиотических звезд является актуальной задачей в астрономии, так как некоторые из них считаются предшественниками сверхновых Ia (SN Ia) (Miszalski, 2013). Эти объекты предоставляют важную информацию о физических и динамических процессах взаимодействия компонентов в двойных звёздных системах на различных этапах их эволюции. В частности, изучение симбиотических звезд может помочь при исследовании механизмов, ведущих к выбросам вещества и, в конечном итоге, к взрывам сверхновых.

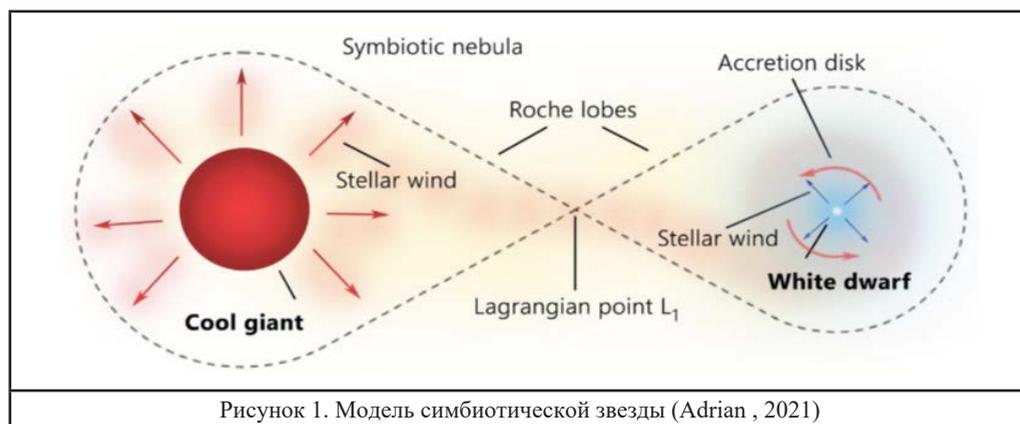


Рисунок 1. Модель симбиотической звезды (Adrian, 2021)

В начале 1930-х годов были открыты первые симбиотические звезды, такие как CI Cyg и AX Per, однако исследование этих объектов получило значительное развитие лишь спустя несколько десятилетий. Сейчас известно более 400 подтвержденных симбиотических звезд, включая как галактические, так и внегалактические объекты. В последние десятилетия вышло несколько каталогов симбиотических звезд: каталог Аллена (Allen, 1983), каталог Кениона (Kenyon, 1986) и каталог Бельчински и др. (Belczynski, 2000). Впервые модель двойной звездной системы для описания наблюдавшихся особенностей звезд с комбинационным спектром предложил Берман (Berman, 1932). Спектроскопические исследования выявили в

спектрах некоторых симбиотических звезд эмиссионные линии высокой степени ионизации NeV, OVI и FeVII, что указывает на высокую температуру центрального источника, порядка 130 000 К.

В зависимости от характера активности, симбиотические звезды делятся на несколько подгрупп:

1) Классические симбиотические звезды время от времени демонстрируют вспышки с амплитудой до 3 звездных величин.

2) Симбиотические новые: за весь период наблюдений фиксируется только одна вспышка, похожая на вспышку Новой, после которой звезда возвращается к исходной яркости в течение сотен лет.

3) Повторяющиеся (рекуррентные) симбиотические новые характеризуются несколькими мощными новоподобными вспышками.

4) Пекулярные симбиотические звезды проявляют аномальные характеристики, отличающие их от других типов.

5) Симбиотические звезды с неактивным горячим компонентом не демонстрируют вспышек и остаются стабильными по яркости.

В зависимости от наличия или отсутствия ИК-излучения, симбиотические звезды делятся на: D-тип (dusty) и S-тип (stellar).

D-тип (dusty) - звезды обладают пылевой оболочкой и излучением в ИК-диапазоне. Наблюдения таких звезд могут дать ценную информацию о пылевом окружении и его взаимодействии с полем излучения (Шенаврн, 2011; Bogdanov, 2017; Schild, 2001).

S-тип (stellar) - звезды не имеют явных признаков пылевой оболочки. Хотя они составляют большую часть известных симбиотических звезд (около 80%), их исследование может быть менее интересным по сравнению с D-типом (Belczynski, 2000).

Исследования в ближнем инфракрасном диапазоне показывают, что излучение в этой области спектра часто доминирует за счет холодных компонентов системы. Пульсационная активность таких звезд может вызывать циклические колебания потока, что было продемонстрировано в ряде исследований (Feast, 1997; Chen, 2019). Многие системы с компонентами типа Миры также обладают плотными пылевыми оболочками, что может влиять на наблюдаемые потоки излучения (Allen, 1983; Belczynski, 2000). В инфракрасной области пыль регистрируется как в ближнем, так и в далеком диапазонах. Для регулярного мониторинга, оптимальным может быть использование J или K-фильтров, так как они обеспечивают информацию об изменениях излучения как от холодных компонентов, так и от возможного излучения пыли (Chen, 2019; Ananth, 1993; Mikołajewska, 2001).

Таким образом, инфракрасные наблюдения симбиотических звезд предоставляют важную информацию о физических процессах в этих системах, включая пульсации, образование пылевых оболочек и эволюцию системы в целом.

Материалы и методы

Наблюдения на околосолнечных телескопах реально расширяют наши возможности поскольку, исключается влияние земной атмосферы, и появляется возможность

проводить непрерывные круглосуточные наблюдения переменных объектов. Одна из наиболее актуальных задач заключается в получении информации о состоянии симбиотической звезды накануне вспышки. Эта стадия до сих пор остаётся неизученной, поскольку вспышки, как правило, происходят внезапно. Тем не менее, такие данные необходимы для понимания причин и механизмов вспышечной активности.

Инфракрасная космическая обсерватория (ISO) был выведен на высокоэллиптическую орбиту в ноябре 1995 года с помощью ракеты-носителя Ariane 4. Задача ISO заключалась в исследовании космоса в инфракрасном диапазоне волн (от 2,5 до 240 мкм), позволяя астрономам наблюдать объекты, не видимые в оптическом диапазоне, и изучать состав и структуру космических тел и пылевых облаков (Kessler, 1996).

Космические наблюдения симбиотических звезд

Для изучения симбиотических звезд в инфракрасном диапазоне в настоящее время используются несколько космических телескопов, которые предоставляют данные о таких системах. Вот основные действующие космические телескопы (Таблица 1), которые работают в инфракрасной области спектра и могут быть использованы для исследования симбиотических звезд:

Таблица 1. Действующие космические телескопы для изучения симбиотических звезд в инфракрасном диапазоне

Космические телескопы	Запуск (год)	Организация	ИК-диапазон	Приборы	Назначения
Джеймса Уэбба (JWST ¹)	2021	NASA, ESA, CSA	0.6–28.3 мкм	NIRCam, MIRI, NIRSpec	Аккреционные процессы, изучать холодные компоненты системы, пылевые оболочки и тепловое излучение
SPHEREx ²	ожи- дается 2025	NASA	0.75–5 мкм		изучения всего неба в ближнем ИК диапазоне, спектроскопические данные
Хаббл (HST) ³	1990	NASA, ESA	0.8–2.5 мкм	NICMOS — инфракрасная камера и спектрограф	могут использоваться для изучения аккреционных процессов и пылевых оболочек симбиотических звезд
WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) ⁴	2009	NASA	3.4, 4.6, 12, и 22 мкм	NEOWISE -в среднем ИК диапазоне	для поиска малых тел в Солнечной системе, в том числе в среднем инфракрасном диапазоне (особенно в 12 и 22 мкм) полезны для исследования теплового излучения пылевых оболочек в симбиотических звездах

Результаты и обсуждения

Результатом данной работы является формулировка ключевых задач и выбор оптимального оборудования для фотометрических и спектральных наблюдений

симбиотических звезд в инфракрасном диапазоне с использованием телескопа с апертурой 20–30 см. Это позволит обеспечить эффективность и успешное выполнение научных исследований с окололунной орбиты первого космического телескопа, разрабатываемого консорциумом «Галам¹» и «АФИФ²».

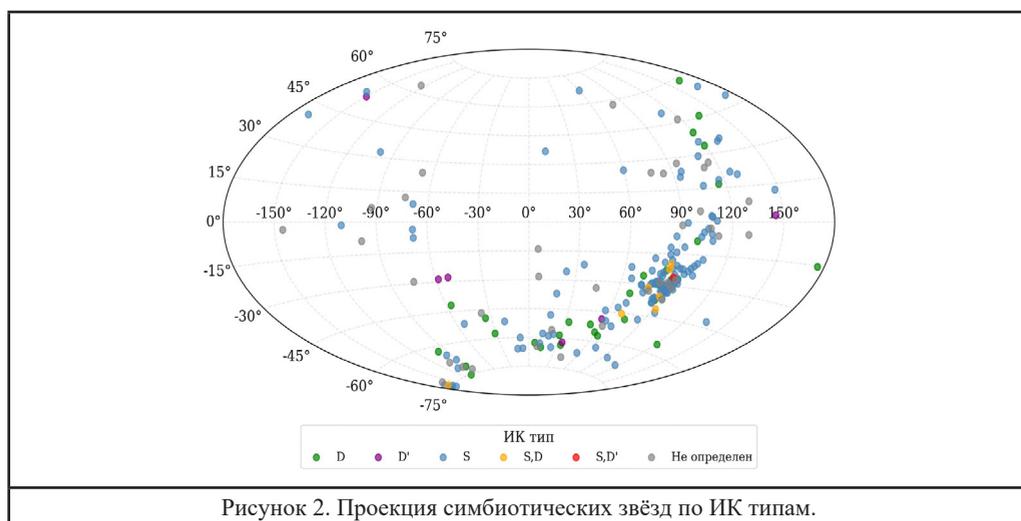
Планируемые задачи для наблюдений симбиотических объектов на окололунном телескопе:

1. Исследование физического состояния симбиотических объектов накануне вспышки и во время нее. Для своевременного выявления активных процессов:

- планируются патрульные (1 раз в 3–4 дня) фотометрические наблюдения в V V R фильтрах группы симбиотических звезд (яркость выбранных объектов будет определяться возможностями телескопа). Распределение симбиотических звезд в зависимости от их ИК типа согласно каталогу (Belczynski, 2000) отражено на Рисунке 2.

- При изменении блеска какого-либо объекта, потребуются круглосуточные фотометрические наблюдения с кратностью 20 наблюдений в сутки (кратность 20 наблюдений в сутки означает, что вы планируете осуществить 20 отдельных наблюдений за один цикл, который длится 24 часа (одно наблюдение примерно каждые 1,2 часа или каждые 72 минуты). При наличии спектрального канала будут нужны оптические спектры с разрешением не хуже 1 Å (разрешение в 1 Å означает, что спектрометр способен различать длины волн, отличающиеся друг от друга на единицу ангстрема). В этом случае необходима быстрая наземная обработка данных для установления причины наблюдаемых изменений.

Для выполнения первой задачи необходимо следующее оборудование: зеркало телескопа диаметром 20 - 30см, CCD камера для работы в оптическом диапазоне, набор фильтров V V R, спектрограф, работающий в диапазоне 3700 - 7500Å.

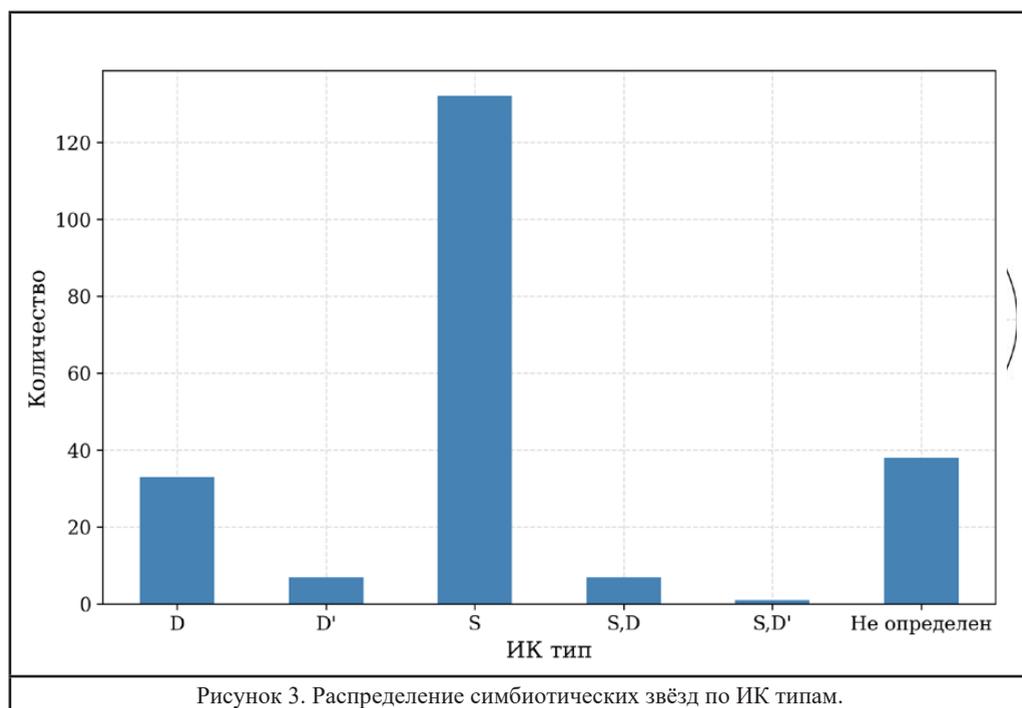


¹ <https://ghalam.kz/>

² <https://fai.kz/>

2. Исследование структуры пылевой составляющей и ее распределения в составе симбиотических объектов. Распределение симбиотических звезд с пылевыми составляющими и без них, классифицированных по ИК типу, представлено на Рисунке 3.

- Планируются наблюдения в ближнем ИК диапазоне для обнаружения пылевых оболочек во внешних и внутренних зонах симбиотического объекта.
- Полученные результаты будут использованы для определения химического состава и плотности пылевой составляющей
- Сравнение характеристик пылевых составляющих, полученных для симбиотических объектов разного типа.



Выбор оборудования для окололунного телескопа

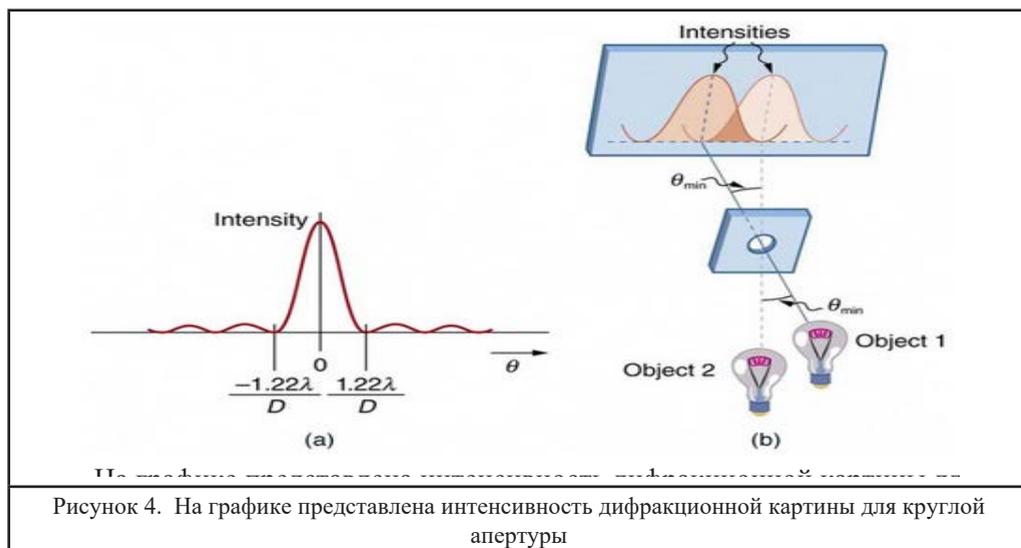
Для проведения фотометрических и спектральных наблюдений симбиотических звезд в инфракрасном диапазоне с использованием телескопа с апертурой 20-30 см на геостационарной орбите и в точке Лагранжа L1 (Солнце – Земля), ключевыми параметрами, являются диапазоны, охватывающие как ближний, так и средний инфракрасный спектр:

Ближний инфракрасный диапазон (NIR): 0.8–5 мкм (важен для исследования пылевых оболочек, аккреционных дисков и холодных компонентов).

Средний инфракрасный диапазон (MIR): 5–25 мкм (для изучения теплового излучения пыли и низкотемпературных процессов). При апертуре 20-30 см телескоп будет иметь чувствительность, достаточную для наблюдения умеренно

ярких объектов в этих диапазонах, но для более слабых симбиотических звезд потребуются более чувствительные приемники и меньшая разрешающая способность спектрограмм.

На рисунке 4 представлена интенсивность дифракционной картины для круглой апертуры. Как и в случае (а) дифракции на одной щели, центральный максимум здесь шире и ярче по сравнению с боковыми максимумами. При наложении дифракционных картин от двух точечных объектов (b) наблюдается их перекрытие. Здесь показан критерий Рэля для предела разрешения: центральный максимум одной дифракционной картины совпадает с первым минимумом другой (Physics. Simple Book Production, Query date: 24.10.2024).



Разрешение телескопа зависит от апертуры и длины волны. Оно выражается через формулу Рэля, формула 1. При длине волны 2 мкм угловое разрешение будет определяться по формуле:

$$\theta = \frac{1.22\lambda}{D} \quad (1)$$

где, θ - угловое разрешение телескопа в радианах, λ - длина волны излучения (в метрах), D - диаметр апертуры (в метрах), 1.22-числовой коэффициент, связанный с дифракционным пределом для круговой апертуры (это коэффициент первой нулевой точки функции Бесселя для круглой апертуры). Формула 1 представляет собой приближенное выражение для дифракционного предела разрешения телескопа [16] Теперь для нашего телескопа примерно с апертурой 20 см (0,2 метр) (при $\lambda = 2\mu\text{m}$ или 2 микрометра) и длиной волны $\lambda = 2\mu = 2 \times 10^{-6}\text{м}$ таким образом используя формулу 1 для телескопа с апертурой 20 см угловое разрешение составляет 1.22×10^{-5} радиан = 2×52 . Соответственно для апертуры 30 см — около 1×68 угловых секунд при длине волны 2 мкм.

Спектральное разрешение (R) для симбиотических звезд важны наблюдения линий эмиссии и поглощения. Чем выше R , тем лучше прибор различает близко расположенные спектральные линии. Спектральное разрешения R определяется как отношение длины волны (λ) к минимальной разнице длин волн ($\Delta\lambda$), которые может различить данный спектрограф:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \quad (2)$$

Например, если у спектрографа разрешение $R=1000$, это означает, что при длине волны 1 мкм на спектрограмме будут разделяться линии с длинами волн, отличающихся на $1/1000$ т.е. 0.001 мкм. Оптимальное разрешение для широкополосной фотометрии $R \sim 100 - 500$, оно позволяет различить основные особенности спектра в инфракрасном диапазоне. (например, пылевые эмиссии или холодные компоненты в симбиотических звездах). Для симбиотических звезд важны детализированные спектры, поскольку разные события (аккреция и выбросы вещества) сопровождаются появлением различных спектральных линий (например, He II, O VI и других). Для их измерений требуется разрешение $R \sim 1000 - 3000$.

Чувствительность инфракрасного телескопа определяется несколькими ключевыми факторами, включая систему детекторов, условия наблюдений и параметры телескопа, такие как апертура и система охлаждения. Предел обнаружения указывает на минимальный поток излучения, который может быть зафиксирован телескопом. Этот параметр обычно измеряется в ваттах на квадратный метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$) или в величинах Янского ($1 \text{ Янс} = 10^{-26} \text{ Вт}/\text{м}^2/\text{Гц}$), при его вычислении используется отношение сигнал/шум (S/N):

$$S/N = \frac{F \cdot A \cdot \eta \cdot \sqrt{t}}{\sqrt{F_{\text{фон}} + N_{\text{шум}}}} \quad (3)$$

где, F - поток от объекта ($\text{Вт}/\text{м}^2$), A - эффективная площадь апертуры телескопа ($A = \pi D^2/4$), η - квантовая эффективность детектора, t - время накопления (в секундах), F - поток фонового излучения (аппаратуры телескопа или космического фона), N - шум детектора.

Чем больше апертура телескопа и дольше время экспозиции, тем выше отношение сигнал/шум и лучше возможность для обнаружения более слабых объектов.

Детекторы HgCdTe (ртуть-кадмий-теллурид) используются для ближнего инфракрасного диапазона (0.8–5 мкм). Эти детекторы обладают высокой чувствительностью к инфракрасному излучению при температуре около 77 К (температура жидкого азота). Они обеспечивают хорошее соотношение сигнал/шум при низких потоках излучения.

Детекторы Si или Ge (кремний-мишметалл и германий) используются для среднего инфракрасного диапазона (5–25 мкм). Эти детекторы требуют активного

охлаждения до температуры 4-10 К, чтобы минимизировать тепловой шум, и они обеспечивают высокую чувствительность для более длинных волн инфракрасного диапазона

Для исследования симбиотических звезд, которые могут быть окружены пылевыми оболочками и дисками, важно достичь высокой чувствительности, чтобы наблюдать слабые компоненты системы. Предел обнаружения 10^{-16} Вт/м² в ближнем инфракрасном диапазоне позволяет изучать тепловое излучение от холодных компонентов и пылевых оболочек в таких системах. В среднем инфракрасном диапазоне важны наблюдения пылевых оболочек, которые излучают на длинах волн 10-20 мкм, и для этого требуется чувствительность порядка 10^{-14} Вт/м².

Поле зрения для фотометрии (до 10 угловых минут) позволяет исследовать большие области неба, что важно для поиска и мониторинга объектов, для спектроскопии предпочтительно узкое поле зрения (~0.5–1 угловых минут), так как оно помогает сфокусироваться на целевом объекте и избежать фона. Кроме того, телескоп должен быть оснащен пассивной или активной системой охлаждения, чтобы минимизировать тепловое излучение от самого телескопа, которое может мешать наблюдениям. Обычно используется пассивное охлаждение до температур порядка 50 К для детекторов в ближнем ИК-диапазоне и активное охлаждение (с помощью жидкого гелия или замкнутых систем) для среднего ИК-диапазона до температур порядка 10 К.

Находясь на высоте около 36 000 км, телескоп на геостационарной орбите имеет стабильное положение относительно Земли. Основным преимуществом такой орбиты является возможность непрерывных наблюдений определенного участка неба, но она может быть ограничена фоновым излучением от Земли и требует защиты от собственного теплового излучения. Точка Лагранжа L1-орбита (~1.5 млн км от Земли) обеспечивает стабильные условия наблюдений без влияния Земли, что делает её более привлекательной для чувствительных инфракрасных наблюдений. В L1 телескоп будет находиться в зоне минимального температурного и радиационного фона, что значительно повысит точность инфракрасных наблюдений.

Для большинства симбиотических звезд время экспозиции может составлять от нескольких секунд до минут для фотометрии и до десятков минут для высокочувствительной спектроскопии.

Заключение

В заключении представлен анализ исследований симбиотических звезд в инфракрасном диапазоне, что позволяет сформулировать основные задачи для наблюдений с окологалактического телескопа, размещенного на окологалактической орбите с апертурой 20–30 см. Предложенные наблюдения направлены на глубокое изучение физических процессов и динамики симбиотических систем, что позволит детально исследовать их эволюцию, пылевые оболочки и природу вспышек. Подбор параметров телескопа, таких как диапазон длин волн, разрешающая

способность и чувствительность, подтверждает его готовность к реализации поставленных задач и эффективному изучению объектов D-типа. Таким образом, основные параметры инфракрасного телескопа: апертура 20–30 см, для работы в диапазоне 0.8–25 мкм требуется угловое разрешение 0.8–1.2», спектральное разрешение $R=1000-3000$, и чувствительность от 10^{-15} до 10^{-13} Вт/м². Оптимальное поле зрения для спектроскопии составляет 0.5–1 угловых минут, а для фотометрии — до 10 угловых минут. Системы охлаждения, активные или пассивные, должны обеспечивать температуры детекторов до 50 К для ближнего ИК диапазона и до 10 К для среднего ИК диапазона. Эти параметры позволят детально изучать симбиотические звезды и их пылевую составляющую.

Литература

- Адриан Б. Люси. (2021). Обнаружение и описание симбиотического аккреционного процесса у холодных эволюционирующих звёзд // Диссертация на соискание степени доктора философии, Колумбийский университет. DOI:10.7916/d8-352d-xr22
- Аллен, Д. А. (1983). Симбиотическая звезда H1-36 // Ежемесячные уведомления Королевского астрономического общества. – Vol. 204. – P.113-127 DOI:10.1093/mnras/204.1.113
- Ананта, А. Г.; Лихи, Д. А. (1993). Инфракрасные наблюдения симбиотических звёзд // Журнал астрофизики и астрономии, том 14, выпуск 1, стр. 37–44. DOI:10.1007/BF02702279
- Бельчинский К., Миколайевска Я. (2000). Каталог симбиотических звезд // Приложение к серии «Астрономия и астрофизика».. 146, 407–435. DOI:10.1051/aas:2000280
- Берман, Л. (1932). 70 Офиучи как тройная система // Бюллетень Ликской обсерватории. № 443. – С. 24–30. url:<https://adsabs.harvard.edu/full/1932LicOB..16...24B>
- Богданов, М.Б., Таранова, О.Г., Шенаврин, В.И. (2017). Результаты инфракрасной фотометрии и модель пылевой оболочки для кандидата в симбиотические звёзды типа Мира V 335 Vul. Астрофизический бюллетень. – Том 72. – С. 447–451. <https://doi.org/10.1134/S1990341317040071>
- Чен П.С., Лю Ц.Ю., Шань Х.Г. (2019). Инфракрасное фотометрическое исследование симбиотических звёзд. Астрофизика и космические науки, том 364, стр. 132. <https://doi.org/10.1007/s10509-019-3620-2>
- Фист, М. В., Робертсон, Б.С.К., Кэтчпоул, Р.М. (1997). Инфракрасная переменность и природа симбиотических звёзд. // Ежемесячные уведомления Королевского астрономического общества, – Том 179, Выпуск 3. – С. 499–508. <https://doi.org/10.1093/mnras/179.3.499>
- Ковалевский Ж. (2004). Современная астрометрия // ISBN 5-85099-147-6. С.480
- Кеньон С. Дж. (1986). Симбиотические звёзды. // Кембридж: Издательство Кембриджского университета. DOI:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511586071>
- Кесслер М.Ф., Штайнц Дж.А., Андерегт М.Е. и др. (1996). Миссия Инфракрасной космической обсерватории (ISO). Астрономия и астрофизика. – Том 315, № 2, – С. L27–L31. 1996A&A...315L..27K.
- Мишальски Б., Миколайевска Я., Удальский А. (2013). Симбиотические звёзды и другие звёзды с эмиссией в линии H α в направлении галактического балджа // Ежемесячные уведомления Королевского астрономического общества. – Том 432, Выпуск 4. – С. 3186–3217. DOI:10.1093/mnras/stt673
- Миколайевска, Я. (2001). Коллоквиум Международного астрономического союза. Том 183: Астрономия с использованием малых телескопов в глобальном масштабе – С. 167–176. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0252921100078805>
- Физика. Простое создание книги. url: <https://courses.lumenlearning.com/suny-physics/chapter/27-6-limits-of-resolution-the-rayleigh-criterion/> Дата запроса: 24.10.2024
- Шенаврин В. И., Таранова О. Г., Наджип А. Э. (2011). Поиск и исследования горячих околзвездных пылевых оболочек //Астрономический журнал. - Том 88. - No 1. - С. 34–85.
- Шильд Х., Айрес С. (2001). Наблюдения симбиотических звёзд с помощью ISO // Астрономия и астрофизика. – Том 378. – С. 146–152. DOI: 10.1051/0004-6361:20011155

References

- Adrian B. Lucy. (2021). The Detection and Description of Symbiotic Accretion from Cool Evolved Stars. PhD Thesis, Columbia University, DOI:10.7916/d8-352d-xr22
- Allen, D. A. (1983). The symbiotic star H1-36 // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – Vol.204. – P.113-127 DOI:10.1093/mnras/204.1.113
- Ananth, A. G. ; Leahy, D. A. (1993). Infrared Observations of Symbiotic Stars // *Journal of Astrophysics and Astronomy*, Volume 14, Issue 1, pp. 37-44. DOI:10.1007/BF02702279
- Belczynski K., Mikołajewska J. A. (2000). Catalogue of symbiotic stars // *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*. 146, 407–435. DOI:10.1051/aas:2000280
- Berman, L. (1932). 70 Ophiuchi as a triple system // *Lick Observatory bulletin*. No. 443; - P. 24-30 url:<https://adsabs.harvard.edu/full/1932LicOB..16...24B>
- Bogdanov, M.B., Taranova, O.G. & Shenavrin, V.I. (2017). IR photometry results and dust envelope model for symbiotic Mira star candidate V 335 Vul. *Astrophysical Bulletin*. –Vol.72. –P 447–451. <https://doi.org/10.1134/S1990341317040071>
- Chen, P.S., Liu, J.Y. & Shan, H.G. (2019). Infrared photometric study of symbiotic stars. *Astrophys Space Sci* 364, -P. 132. <https://doi.org/10.1007/s10509-019-3620-2>
- Feast, M. W., Robertson, B.S.C, Catchpole R.M. (1997). The infrared variability and nature of symbiotic stars. // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, – Vol. 179. Issue 3. P. 499–508. <https://doi.org/10.1093/mnras/179.3.499>
- Kovalevsky J. (2004). *Modern Astrometry* // ISBN 5-85099-147-6. P.480 (in RUSS)
- Kenyon S. J. (1986). *The symbiotic stars*. // Cambridge: Cambridge University Press. DOI:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511586071>
- Kessler M.F., Steinz J.A., Anderegg M.E. et al. (1996). The Infrared Space Observatory (ISO) mission. *Astronomy and Astrophysics*. – Vol. 315, No. 2, – P. L27 - L31. 1996A&A...315L..27K
- Miszalski B., Mikołajewska, J., Udalski A. (2013). Symbiotic stars and other H α emission line stars towards the Galactic Bulge // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – Vol. 432. Issue 4. – P.3186-3217. DOI:10.1093/mnras/stt673
- Mikołajewska, J. , (2001). *International Astronomical Union Colloquium*. Vol. 183: Small-Telescope Astronomy on Global Scales – P. 167 - 176. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0252921100078805>
- Physics. Simple Book Production. url: <https://courses.lumenlearning.com/suny-physics/chapter/27-6-limits-of-resolution-the-rayleigh-criterion/> Query date: 24.10.2024
- Shenavrin V. I., Taranova O. G., Najip A. E. (2011). Search and Study of Hot Circumstellar Dust Envelopes // *Astronomy Journal*. – Vol. 88. – No. 1. – P. 34–85. (in RUSS)
- Schild H, Eyres. S. (2001). ISO observations of symbiotic stars // *A&A*. –Vol.378. –P.146–152 DOI: 10.1051/0004-6361:20011155

CONTENTS

PHYSICS

- A. Bekeshev, A. Mostovoy, M. Akhmetova, L. Tastanova**
RESEARCH ON THE PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS
INCORPORATING MODIFIED MINERAL FILLERS.....5
- G. Yensebaeva, I. Makhambayeva, A.Seitmuratov, K. Kanibaikyzy,
Z. Suleimenova**
PROBLEMS ON THE PROPAGATION OF HARMONIC WAVES UNDER
RHEOLOGICAL VISCOUS PROPERTIES OF A MATERIAL.....16
- A.A. Zhadyranova, V. Zhumabekova, U. Ismail, D. Nassirova**
EXPLORING THE POTENTIAL OF YUKAWA USING THE FIZO EFFECT.....33
- A. Istlyaup, L. Myasnikova, A. Lushchik**
COMPUTER SIMULATION OF THE DENSITY OF STATE NaX (X = F, Cl)
NANOOBJECTS.....49
- G.T. Omarova, Zh.T. Omarova**
TO THE ORBITAL DYNAMICS WITH VARIABLE ECCENTRICITY.....61
- A.V. Serebryanskiy, Ch.T. Omarov, G.K. Aimanova, M.A. Krugov**
SPECTRAL OBSERVATIONS OF GEOSTATIONARY SATELLITES AT THE
ASSY-TURGEN OBSERVATORY IN KAZAKHSTAN.....69
- A.K. Shongalova, A. Sailaubek, A.E. Kemelbekova**
OBTAINING BULK CRYSTALS OF ANTIMONY OXYCHLORIDE AND
STUDYING ITS STRUCTURAL CHARACTERISTICS.....82
- S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.M. Izmailova, C.T. Omarov**
INFRARED OBSERVATIONS OF SYMBIOTIC STARS FROM A CISLUNAR
ORBIT: OBJECTIVES AND PROSPECTS.....90

CHEMISTRY

- A. Abdullin, ©N. Zhanikulov, B. Taimasov, E. Potapova**
INVESTIGATION OF CHEMICAL RESISTANCE OF ZINC-PHOSPHATE
CEMENT UNDER INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS.....103
- G. Baisalova, Zh. Tukhmetova, B. Torsykbaeva, A. Shukirbekova, Zh. Ussen**
CHEMICAL CONSTITUENTS OF HEXANE EXTRACT OF LYTHRUM
SALICARIA L. ROOTS.....115

- N. Bolatkyzy, A.B. Amangeldi, B.E. Dyusebaev, G.E. Berganayeva, M.A. Dyusebaeva**
STUDY OF AMINO ACIDS AND FATTY ACIDS IN THE COMPOSITION OF THE AERIAL PART OF RUBUS HYBRID.....125
- A.A. Duisenbay, E.K. Assembayeva, M.O. Kozhakhliyeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.Zh. Bozhbanov**
PHYSICOCHEMICAL INDICATORS AND SAFETY OF SOURDOUGH BREAD.....135
- T.K. Jumadilov, G.T. Dyussebayeva, Zh.S. Mukatayeva, J.V. Gražulevicius**
INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL AND CONFORMATIONAL PROPERTIES OF INTERPOLYMER SYSTEMS OF CATIONITE KU-2-8 AND ANIONITE P4VP.....146
- V.N. Kryuchkov, I.V. Volkova, A.V. Mozharova, L.K. Seidaliyeva, F.K. Nurbayeva, K.A. Jumasheva**
MORPHOLOGY OF THE MESONEPHROS IN CARP UNDER EXPERIMENTAL INTOXICATION.....157
- M.K. Kurmanaliev, Zh.D. Alimkulova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova**
NEW SORBENTS BASED ON TIACROWN ETHERS: PREPARATION AND APPLICATION FOR SILBER EXTRACTION.....168
- M.T. Telmanov, B.Kh. Khussain, A.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy**
CREATION OF DIGITAL TWINS, INCLUDING THE DECARBONISATION MODULE, IN MODELLING AND VISUALISATION OF FLUE GAS CLEANING SYSTEMS IN INDUSTRIAL PLANTS.....179

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова
ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН МИНЕРАЛДЫ ТОЛТЫРҒЫШТАР ҚОСЫЛҒАН
ЭПОКСИДТІК КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН
ЗЕРТТЕУ.....5

Г. Еңсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмұратов, Қ. Қанибайқызы, Ж. Сүлейменова,
МАТЕРИАЛДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ТҮТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ
ГАРМОНИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕСЕБІ.....16

А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова
ФИЗО ЭФФЕКТИСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЮКАВА ПОТЕНЦИАЛЫН
ЗЕРТТЕУ.....33

А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик
NaX (X = F, Cl) НАНООБЪЕКТІЛЕРІНІҢ КҮЙ ТЫҒЫЗДЫҒЫН
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....49

Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова
АЙНЫМАЛЫ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТІ БАР ОРБИТАЛЫҚ ДИНАМИКАҒА.....61

А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов
ҚАЗАҚСТАНДА АССЫ-ТҮРГЕН ОБСЕРВАТОРИЯСЫНДА ГЕОТҰРАҚТЫ
СЕРІКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК БАҚЫЛАУЛАРЫ.....69

А.Қ. Шонғалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова
СУРЬМА ОКСИХЛОРИДІНІҢ КӨЛЕМДІ КРИСТАЛДАРЫН АЛУ ЖӘНЕ
ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....82

С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров
АЙҒА ЖАҚЫН ОРБИТАДАҒЫ СИМБИОТИКАЛЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ
ИНФРАҚЫЗЫЛ БАҚЫЛАУЛАРЫ: МІНДЕТТЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....90

ХИМИЯ

А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова
МЫРҒЫШ-ФОСФАТТЫ ЦЕМЕНТІНІҢ АГРЕССИВТІ ОРТАНЫҢ ӘСЕРІНЕ
ХИМИЯЛЫҚ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....103

Ғ. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен
LYTHRUM SALICARIA L. ТАМЫРЛАРЫНЫҢ ГЕКСАНДЫ СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ
ХИМИЯЛЫҚ КОМПОНЕНТТЕРІ.....115

- Н. Болатқызы, А.Б Амангелді, Б.Е Дюсебаев, Г.Е Берганаева, М.А Дюсебаева**
RUBUS HYBRID ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНІҢ ҚҰРАМЫНАН АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожახиева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Ж. Божбанов**
ҰЙЫТҚЫ ҚОСЫЛҒАН НАННЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**
КАТИОНИТ КУ-2-8 ЖӘНЕ АНИОНИТ П4ВП ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНФОРМАЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева, Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ИНТОКСИКАЦИЯ КЕЗІНДЕГІ ТҰҚЫ МЕЗОНЕФРОСЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ.....157
- М.Қ. Құрманалиев, Ж.Д. Алимқұлова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Әбілқасова,**
ТИАКРАУН-ЭФИРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА СОРБЕНТТЕР: АЛУ ЖӘНЕ КҮМІСТІ БӨЛУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....168
- М.Т. Тельманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**
ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕРДІ ҚҰРУ, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МОДУЛІМЕН БІРГЕ ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ТҮТІН ГАЗДАРЫН ТАЗАРТУ ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ.....179

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ
НАПОЛНИТЕЛЯМИ.....5

**Г. Енсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмуратов, К. Канибайкызы,
Ж. Сулейменова**
ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ
РЕОЛОГИЧЕСКИХ ВЯЗКИХ СВОЙСТВАХ МАТЕРИАЛА.....16

А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова
ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЮКАВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА
ФИЗО.....33

А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ СОСТОЯНИЯ
НАНООБЪЕКТОВ NaX (X = F, Cl).....49

Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова
К ОРБИТАЛЬНОЙ ДИНАМИКЕ С ПЕРЕМЕННЫМ
ЭКЦЕНТРИСИТЕТОМ.....61

А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов
СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ НА
ОБСЕРВАТОРИИ АССЫ-ТУРГЕНЬ В КАЗАХСТАНЕ.....69

С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров
ИНФРАКРАСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД
С ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЫ: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....82

А.К. Шонгалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова
ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ КРИСТАЛЛОВ ОКСИХОЛОРИДА СУРЬМЫ И
ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....90

ХИМИЯ

А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНК-ФОСФАТНОГО
ЦЕМЕНТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНЫХ СРЕД.....103

- Г. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен**
ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ГЕКСАНОВОГО ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ
LYTHRUM SALICARIA L.....115
- Н. Болаткызы, А.Б Амангелди, Б.Е. Дюсебаев, Г.Е Берганаева,
М.А Дюсебаева**
ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В
СОСТАВЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *RUBUS HYBRID*.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожахиева, Д.Е. Нурмуханбетова,
А.Ж. Божбанов**
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ХЛЕБА
С ЗАКВАСКОЙ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**
ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И КОНФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ КАТИОНИТА КУ-2-8 И АНИОНИТА
П4ВП.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**
МОРФОЛОГИЯ МЕЗОНЕФРОСА КАРПА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ИНТОКСИКАЦИИ.....157
- М.К. Курманалиев, Ж.Д. Алимкулова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова**
НОВЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТИАКРАУН-ЭФИРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ И
ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА.....168
- М.Т. Телманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ, ВКЛЮЧАЯ МОДУЛЬ
ДЕКАРБОНИЗАЦИИ, ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ
ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ.....179

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 13.12.2024.

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

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.