

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, Корея 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

ЖҮСІПОВ 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 № KZ93ZYU00025418 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 Нурғали Жабағевич, 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>

IRSTI 89.21.51, 89.25.47

A.V. Serebryanskiy*, Ch.T. Omarov, G.K. Aimanova, M.A. Krugov, 2024.

Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aserebryanskiy@gmail.com

SPECTRAL OBSERVATIONS OF GEOSTATIONARY SATELLITES AT THE ASSY-TURGEN OBSERVATORY IN KAZAKHSTAN

A.V. Serebryanskiy – corresponding author, PhD in physics-astronomy, Head of Observational Astrophysics Department of the Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan, E-mail: aserebryanskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4313-7416>;

Ch.T. Omarov – candidate of physical-mathematical sciences, Professor, Director of the Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan, E-mail: chingis.omarov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1672-894X>;

G.K. Aimanova - candidate of physical-mathematical sciences, Leading Research Associate of the Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan, E-mail: gauharaimanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3869-8913>;

M.A. Krugov – Engineer of the Fesenkov Astrophysical Institute, Observatory 23, 050020, Almaty, Kazakhstan, E-mail: maximkrugov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2788-2176>.

Abstract. Spectral and photometric observations are a unique tool for studying the Resident Space Objects (RSO). Spectral observations are of particular value. They are precious sources of information in identifying and classifying RSO by their spectral features and studying the variation of these features caused by the influence of space weathering. The paper we present shows the results of the geostationary satellite (GEO) reflection spectra analysis. We use spectral observations to analyze reflective spectra and relevant parameters to develop the methodology of satellite identification. Spectral observations were obtained on the spectrograph mounted on a 1.5-meter telescope AZT-20 of the Assy-Turgen Observatory. Photometric characteristics derived from spectral observations show signs of dependence on the platform of a satellite and its service life in orbit. Comparison of observed and model reflective spectra indicates the possibility of identifying the satellite shape and its composite materials. The results of the work will be of interest for the study of space weathering on materials, will allow us to better understand the situation in GEO orbits, and refine the methods for near-miss events prediction, taking into account the geometry of objects and the properties of their surfaces.

Keywords: GEO observations, Spectroscopy, Reflective Spectra, Photometry, Space weathering

Acknowledgement

This research has is funded by the Aerospace Committee of the Ministry of Digital

Development, Innovations and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR20381077).

А.В. Серебрянский*, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов, 2024.

«В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институты» ЖШС,

Алматы, Қазақстан.

E-mail: aserebryanskiy@gmail.com

ҚАЗАҚСТАНДА АССЫ-ТҮРГЕН ОБСЕРВАТОРИЯСЫНДА ГЕОТҰРАҚТЫ СЕРІКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК БАҚЫЛАУЛАРЫ

Серебрянский А.В. – коореспондент автор, физика-астрономия бойынша PhD, “В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институт” ЖШС, Астрофизика бақылау бөлімінің бастығы, Алматы, Қазақстан, E-mail: aserebryanskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4313-7416>;

Омаров Ч.Т. – профессор, PhD, В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан. e-mail: chingis.omarov@fai.kz, ORCID: 0000-0002-1672-894X;

Айманова Г.К. – физика-математика ғылымдарының кандидаты, Бас ғылыми қызметкер, доцент, “В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институт” ЖШС, Алматы, Қазақстан, E-mail: gauharaimanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3869-8913>;

М.А. Кругов – инженер “В.Г. Фесенков атындағы Астрофизикалық институт” ЖШС, Алматы, Қазақстан, E-mail: maximkrugov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2788-2176>.

Аннотация. Ғарыштық объектілерді (ФО) зерттеуге спектрлік және фотометрлік бақылаулар ерекші негізгі құрал болып табылады. Спектрлік бақылаулар ерекше маңызды. Олар ФО спектрлік сипаттамалары бойынша анықтау және жіктеу, сондай-ақ ғарыштық ауа-райының аппараттық материалдарға әсерінен туындаған осы сипаттамалардың өзгеруін зерттеу үшін құнды ақпарат көзі болып табылады. Біз ұсынған мақалада геотұрақты серіктердің (ГТС) шағылысу спектрлерін талдау нәтижелері көрсетілген. Біз серіктерді сәйкестендіру әдістемесін әзірлеуге шағылысу спектрлерін және сәйкес параметрлерді талдауға спектрлік бақылауларды қолданамыз. Спектрлік бақылаулар Ассы-Түрген обсерваториясының 1,5 метрлік АЗТ-20 телескопында орнатылған спектрографтың көмегімен алынды. Спектрлік бақылаулардан алынған фотометрлік сипаттамалар серіктердің платформасына және оның орбитадағы қызмет ету мерзіміне тәуелділік белгілерін көрсетеді. Бақыланып және модельдік шағылысу спектрлерін салыстыру серіктің пішінін және қолданылатын материалдарды анықтау мүмкіндігін көрсетеді. Жұмыстың нәтижелері ғарыштық ортаның материалдарға әсерін талдауға қызықты болады және геотұрақты орбиталардағы жағдайды жақсы түсінуге және объектілердің геометриясы мен олардың беттерінің қасиеттерін ескере отырып, жақын жақындықтарды есептеу әдістерін жетілдіруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: геотұрақты серіктерді бақылау, спектроскопия, шағылысу спектрлері, фотометрия, ғарыштық үгілу

А.В. Серебрянский*, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов, 2024.

ТОО «Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова»,

Алматы, Казахстан.

E-mail: aserebryanskiy@gmail.com

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ НА ОБСЕРВАТОРИИ АССЫ-ТУРГЕНЬ В КАЗАХСТАНЕ

А.В. Серебрянский – автор для корреспонденций, PhD в физике-астрономии, Заведующий отделом наблюдательной астрофизии ТОО «Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова», Алматы, Казахстан, E-mail: aserebryanskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4313-7416>;

Ч.Т. Омаров – профессор, PhD, Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан, e-mail: chingis.omarov@fai.kz, ORCID ID: 0000-0002-1672-894X;

Г.К. Айманова – кандидат физико-математических наук, главный научный сотрудник, доцент, ТОО «Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова», Алматы, Казахстан, E-mail: gauharaimanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3869-8913>;

М.А. Кругов – инженер ТОО «Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова», Алматы, Казахстан, E-mail: maximkrugov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2788-2176>.

Аннотация. Спектральные и фотометрические наблюдения являются уникальным инструментом для изучения космических объектов (КО). Спектральные наблюдения имеют особую ценность. Они являются ценным источником информации для идентификации и классификации КО по их спектральным характеристикам, а также для изучения изменений этих характеристик, вызванных влиянием космической погоды на материалы аппаратов. В представленной нами статье показаны результаты анализа спектров отражения геостационарных спутников (ГСО). Мы используем спектральные наблюдения для анализа спектров отражения и соответствующих параметров для разработки методологии идентификации спутников. Спектральные наблюдения получены на спектрографе, установленном на 1,5-метровом телескопе АЗТ-20 обсерватории Ассы-Тургень. Фотометрические характеристики, полученные из спектральных наблюдений, показывают признаки зависимости от платформы спутника и срока его службы на орбите. Сравнение наблюдаемых и модельных спектров отражения указывает на возможность определения формы спутника и используемых материалов. Результаты работы будут интересны для анализа влияния космической среды на материалы и позволят лучше понять ситуацию на геостационарных орбитах и усовершенствовать методы расчета близких сближений с учетом геометрии объектов и свойств их поверхностей.

Ключевые слова: наблюдения геостационарных спутников, спектроскопия, отражательные спектры, фотометрия, космическое выветривание.

Introduction. The Fesenkov Astrophysical Institute (FAI) completed the first stage of creating a Space Situational Awareness (SSA) system in Kazakhstan in 2021-2023. The goal of this stage was to deploy the Space Surveillance and Tracking (SST) segment of SSA at the Assy-Turgen Observatory. One of the tasks of the SSA system

being developed includes assessing the threats in near-Earth space posed by space debris, as well as nonfunctional satellites. To do this, it is necessary to estimate the probabilities of near-miss events (NME) between residence space objects (RSO) and the consequences of such events, as well as the likelihood of destruction of the satellites. To refine predictions of NMEs and possible events of RSO destruction, it is necessary to know the geometry of the objects, their composition (material properties), orientation and dynamics (such as rotation, for example). For objects in geostationary orbit (GEO) and beyond, the main source of such information is optical observations. In particular, optical observations provide photometric estimates of their brightness, as well as astrometric information, which is used to determine the orbital parameters of RSO and to calculate mutual trajectories for the probabilities of NME evaluation.

Moreover, the spectrophotometric characteristics of RSO, such as light curves, colour indices, and reflective spectra, play a key role in identifying satellites (Vananti, et al., 2009; Cowardin et al., 2010; Hejduk et al., 2012; Vananti, et al., 2017; Sukhov, et al., 2017; Šilha, et al., 2021; Zigo, et al., 2021). At the same time, spectrophotometry makes it possible to study the influence of outer space on the properties of materials (Reyes, et al., 2021; Castro, et al., 2023). Some kind of time-resolved analysis was already performed for a single satellite to study the different effects in detail (Bédard, et al., 2017).

Photometric information allows us to estimate key RSO parameters such as the area-to-mass ratio (AMR) (Schildknecht, et al., 2008), its size and geometry, which are of great importance for the accuracy of orbital propagation and the identification of RSO. However, it should be noted that to complete such a task for GEO, when direct imaging of objects is impossible, additional information is required about the properties of the surface of the RSO, such as, for example, albedo, reflection coefficients and their dependence on the wavelength of incident light. In addition, a large limitation on the accuracy of determining these parameters is due to the illumination conditions of the object, which change over time due to the phase angle variation and the unstable position of the RSO itself (for example, due to its rotation). Despite such difficulties, attempts have been made to determine material properties based on colour characteristics from photometric observations (Cardona, et al., 2016; Zhao, et al., 2016). However, considering the difficulties mentioned above, implementing accurate and, most importantly, simultaneous photometry in several filters (wavelength bands) is a rather challenging observational task. In this regard, the technique for analysis of the reflective spectra of RSO looks more promising because it allows one to simultaneously obtain information throughout the entire wavelength range of the spectrum (Bédard et al., 2017; Jorgensen et al., 2004; Seitzer et al., 2012).

In the context of SSA development, we proposed an algorithm to identify the type of RSO presented in Figure 1. In this paper, we focused on two aspects of the presented scheme: the analysis of the reflective spectra and the comparison of the observed characteristics of the reflective spectra with the modelling results. Spectroscopic observation campaigns were performed with the 1.5-meter AZT-20 telescope in Assy-Turgen Observatory (Kazakhstan). The model reflective spectra are obtained using RaySect (Meakins et al., 2023) software.

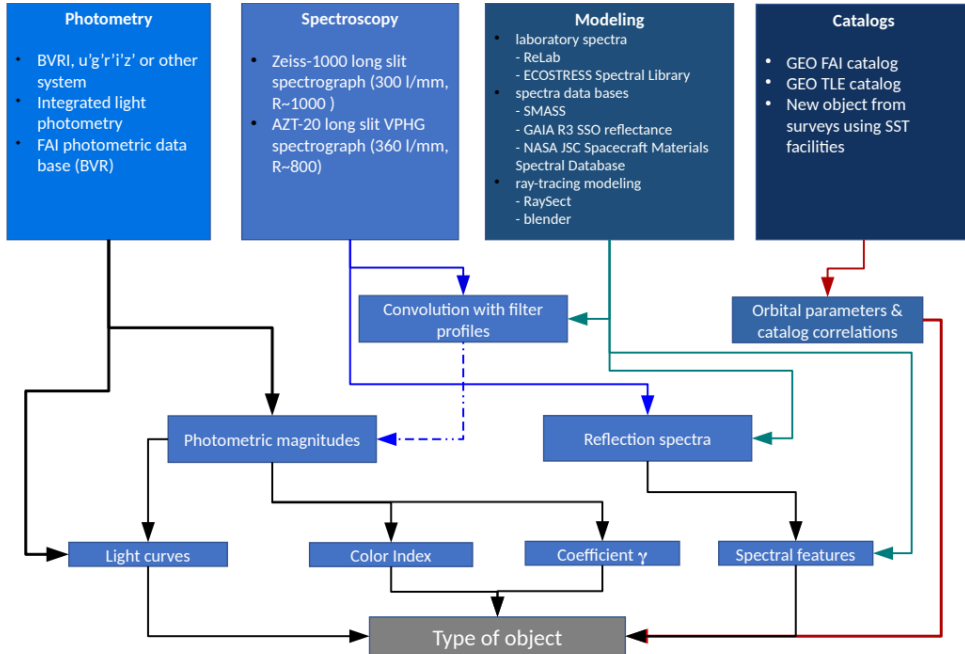


Figure 1. RSO identification scheme in developing SSA

Materials and Method. The monochromatic intensity of the RSO may be written as:

$$E_{\lambda} = E_{\lambda}^{Sun} \frac{\gamma S F_{\lambda}(\phi)}{d^2} p_{\lambda}^{M(z)} \quad (1),$$

where p_{λ} and $M(z)$ is the transparency of an atmosphere and its air mass, respectively; E_{λ}^{Sun} - object's monochromatic illumination by the Sun; d - topocentric distance to the object; γ_{λ} - geometrical albedo of the object; S - an area of the visible part of sunlit object's surface; $F_{\lambda}(\phi)$ - phase function. The parameters γ_{λ} , S , and $F_{\lambda}(\phi)$ depend on the geometry of the object, its coating properties, and the orientation of the object in space.

Usually, when we process observation of the satellite, instead of using known function E_{λ}^{Sun} and compensating for $p_{\lambda}^{M(z)}$ we simply use the luminosity of the reference star of solar spectral type. Then we may write:

$$E_{\lambda} = E_{\lambda}^{star} \frac{\gamma S F_{\lambda}(\phi)}{d^2} \quad (2)$$

The reflective spectra, $R_{\lambda}(\phi)$, is simply:

$$R_{\lambda}(\phi) \equiv \frac{E_{\lambda}}{E_{\lambda}^{star}} = \frac{\gamma_{\lambda} S F_{\lambda}(\phi)}{d^2} \quad (3)$$

During spectral observation, all fluxes are observed for the same phase angle ϕ , the same surface S and the same distance d . We might know the value of d , but the value of S for most RSO is rarely known.

Also, we may assume that $F_\lambda(\varphi)$ does not depend on λ , as, for example, for the plate or the Lambert sphere when this function depends only on the phase angle. With these assumptions the relative reflectivity, $R_{\Delta\lambda}(\phi)$ is

$$R_{\Delta\lambda} \equiv \frac{R_{\lambda_1}(\phi)}{R_{\lambda_2}(\phi)} = \frac{\gamma_{\lambda_1}}{\gamma_{\lambda_2}} \quad (4),$$

where i and j are different wavelength regions (spectral bands or photometric filters).

Reflective spectra for different phase angles may show a strong variation in shape as the relative reflective spectra do. This shape, in the first approximation using the assumptions mentioned above, will depend on the parameters of coating materials, including the effect of space weathering (Reyes, et al., 2021; Schildknecht, et al., 2009). To characterize this dependence, we may use the variation of slope of the relative spectra using relation $R_{\Delta\lambda_i}$ vs $R_{\Delta\lambda_j}$ for different spectral bands i and j .

Considering the wavelength range from 400 to 800 nm for slit spectra with grating 360 lines per mm obtained on AZT-20 we choose four different "filters" with equal bandwidth of 80 nm starting at 400 nm. This allows us to reduce the dimension of the task to up to 2 parameters for each spectrum obtained in a particular moment (phase angle). We then analyze $R_{\Delta\lambda_i}$ vs $R_{\Delta\lambda_j}$ for different phase angles of a particular object as well as for different objects obtained at the same phase angle.

Yet, there is another interpretation for the relative reflectivity $R_{\Delta\lambda}$, using the definition of stellar magnitude and colour index. The stellar magnitude of a satellite is

$$m_\lambda = m_\lambda^{Sun} - 2.5 \log \left[\frac{\gamma_\lambda S F_\lambda(\phi)}{d^2} \right] \quad (5),$$

where, γ_λ is an effective reflective surface. This coefficient depends on the difference between the topocentric (φ_t) and geocentric (φ_g) phase angles $\gamma_\lambda S = \gamma_\lambda S_{obs} \cos(\phi_t - \phi_g)$, where S_{obs} - observable area of the satellite.

Then we may rewrite (5) as:

$$(m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2}) - (m_{\lambda_1}^{Sun} - m_{\lambda_2}^{Sun}) = -2.5 \log \left[\frac{\gamma_{\lambda_1}}{\gamma_{\lambda_2}} \right] \equiv -2.5 \log [R_{\Delta\lambda}], \quad (6)$$

where C.I. = $m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2}$ and hence

$$R_{\Delta\lambda} = 10^{0.4(C.I. - C.I.^{Sun})} \quad (7)$$

We interpret it $R_{\Delta\lambda}$ as a variation of the colour change of the reflected light compared to incident light in the "blue" and "red" regions of the satellite spectra.

To successfully apply the described method, it is necessary to obtain information about the brightness of the object simultaneously in all spectral bands. This task is not trivial for GEO from the observer's point of view. To do this, it is necessary to simultaneously satisfy the following requirements for the instrumentation: high permeability and minimal losses in optics for the possibility of monitoring objects with low bright-

ness, the necessity to promptly obtain spectrophotometric characteristics for objects in rapidly changing illumination conditions (phase angle variation, RSO rotation). To fulfil these requirements, we use the most powerful telescope in Kazakhstan - AZT-20 with an aperture of 1.5 meters equipped with a high-efficiency spectrograph and EMCCD detector with the possibility to get spectra in high-speed readout mode.

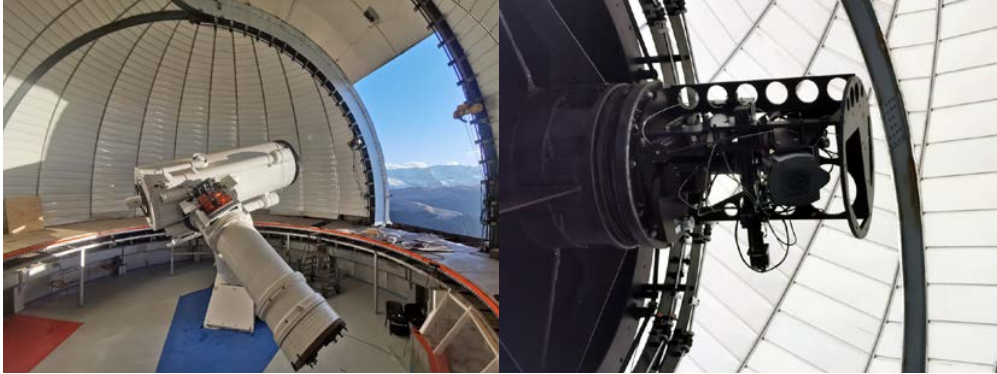


Figure 2. A general view of the AZT-20 (left) and the VPHG spectrograph mounted in the primary focus of AZT-20, with an open casing for visibility of the internal components of the device (right).

The initial optical layout of AZT-20 was changed to operate in primary focus. For this, the optical 4-lenses field corrector with the function of focal length reduction was designed and installed at the prime focus of the telescope (see Figure 2 on the left). The resulting parameters of AZT-20 are: $D_{primary} = 1560$ mm, $f = 1:3.7$, $D_{secondary} = 280$ mm. For the detector, we use EMCCD iXon 888 1024×1024 pixels with the ability to suppress effective readout noise in the high-speed spectrum acquisition mode. The spectrograph is manufactured using volume phase holographic gratings with 360 lines per mm ($R = 600$) with a dispersion of 4.25\AA per pixel (see Figure 2 on the right). This configuration allows us to obtain spectra of GEO with exposure time of about 2 seconds for sufficient signal-to-noise ratio.

Spectra were processed using the standard IRAF package (onedspec subpackage). Atmospheric extinction was corrected using mean extinction coefficients for the Asy-Turgen observatory. The reflective spectra are derived from the extinction-corrected spectra divided by the spectra of the solar-analogue stars. This procedure also removes the systematic instrumental noise. We then use the Butterworth filter to remove high-frequency noise in reflective spectra since we are interested in the general distribution of reflection and not in some high-resolution features like, for instance, spectral lines.

Result and Discussion. As was mentioned above the parameter $R_{\Delta\lambda}$ allows us to compensate for the lack of knowledge about the geometry of the object and the properties of its surface. It also gives more flexibility in choosing spectral bands - "filters".

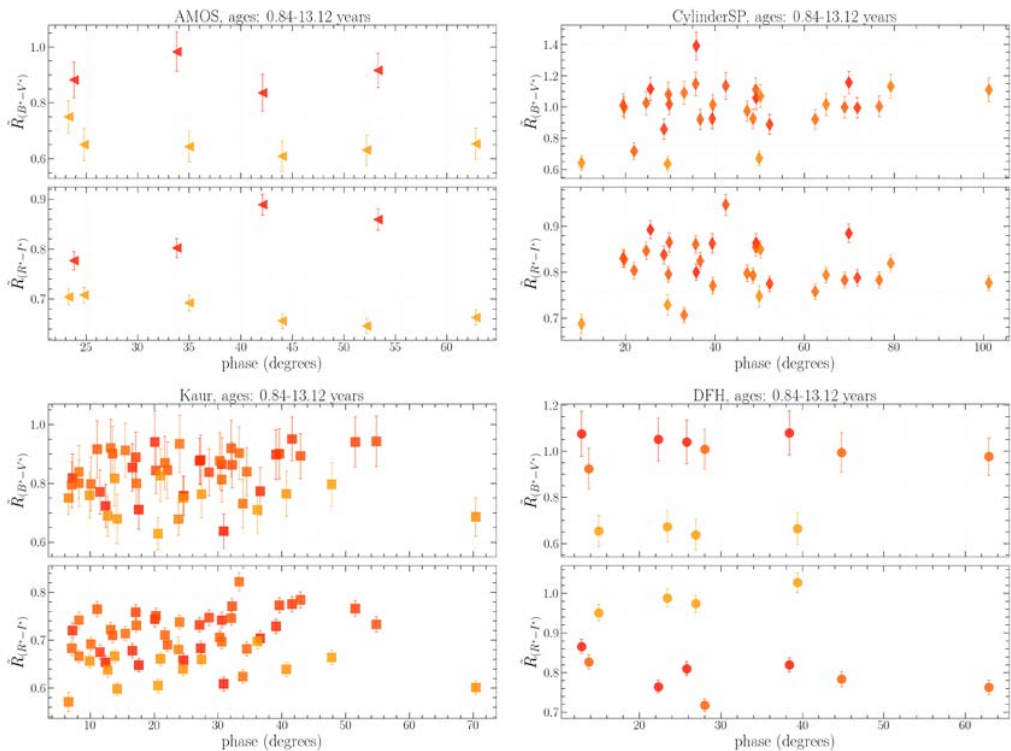
Since the spectral range of our spectrograph with sufficient signal-to-noise ratio lies in the range from $\lambda 3800\text{\AA}$ to roughly $\lambda 3800\text{\AA}$ we cannot use the conventional photometric

system as, for example, BVRI or u'g'r'i'z'. Instead, in our analysis we use four color bands designated as β ($\lambda < 4800\text{\AA}$), V ($4800\text{\AA} < \lambda < 5600\text{\AA}$), R ($5600\text{\AA} < \lambda < 6400\text{\AA}$) and I ($\lambda > 6400\text{\AA}$). As for the shape of transparency for each band, we use a simple step function.

The dependence of $\tilde{R}_{\Delta\lambda}$ on phase and angle on the satellite's age indicated by the colour gradient for different platforms (provided in the title for each panel) is shown in Figure 3. We did not find a dependence of the parameter on the phase angle, but the dependence of this parameter on the age of the RSO is noticeable.

The dependence of $\tilde{R}_{\Delta\lambda}$, averaged over all phases, on different platforms with a colour indication of the satellite's age is shown in Figure 4. There is a noticeable sign of clustering of the parameters for different platforms.

The dependence of $\tilde{R}_{\Delta\lambda}$, averaged over all phases, on different RSO's countries of origin with a colour indication of the satellite's age is shown in Figure 5. This result should be considered rather arbitrary, since the statistics of spectral observations of all RSO for different "countries" is not complete and, in addition, as can be seen from Figure 4, it can be greatly distorted by the dependence on the specific platform (in the case where different platforms belong to different manufacturers, i.e. companies and/or countries).



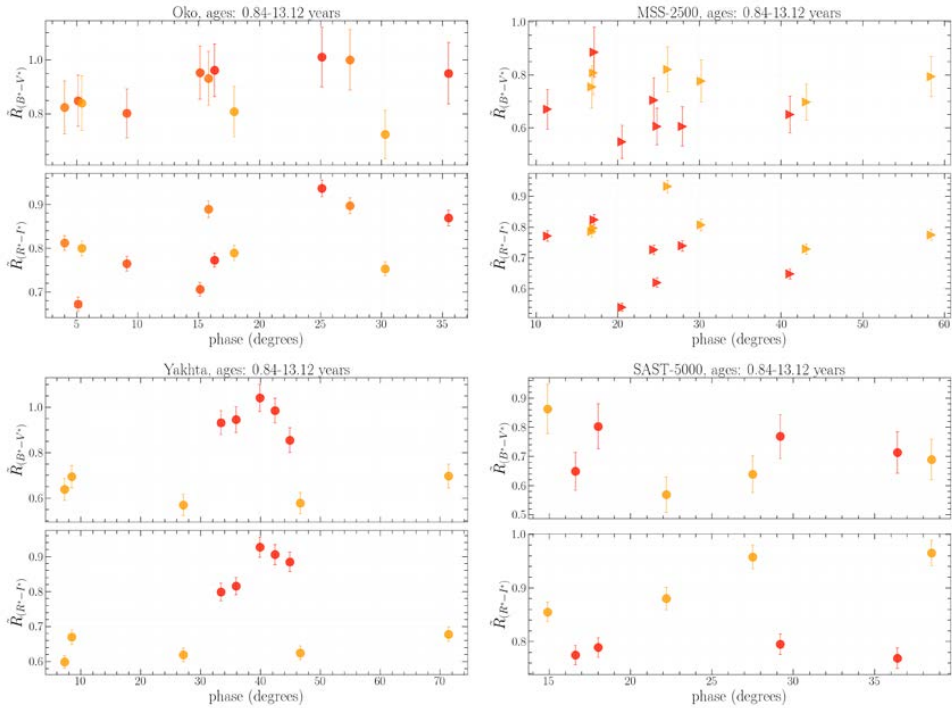


Figure 3. The dependence of parameter $\tilde{R}_{\Delta\lambda}$ on phase angle and age (indicated by color gradient) for different platforms (shown in different color and symbols).

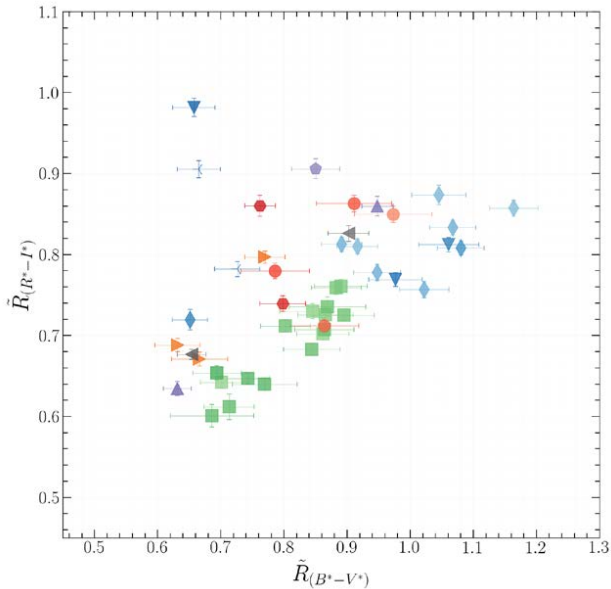


Figure 4. The dependence of parameter $\tilde{R}_{\Delta\lambda}$ on age (indicated by color gradient) and platform (shown in different color symbols).

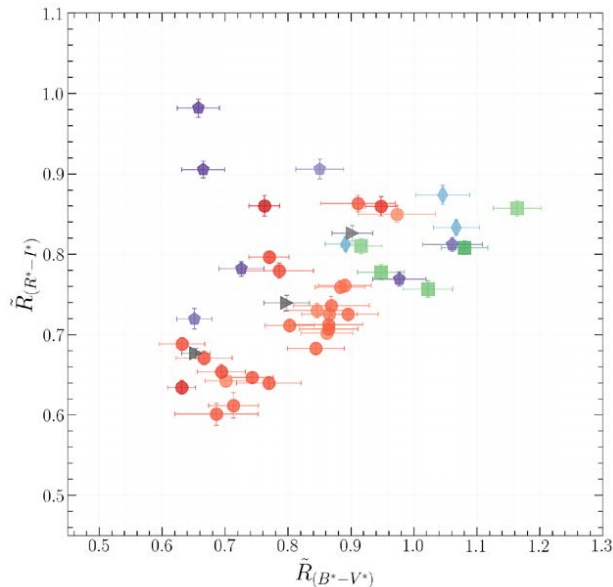


Figure 5. The dependence of parameter $\tilde{R}_{\Delta\lambda}$ on age (indicated by color gradient) and country of origin (shown in different color symbols).

Conclusion. We carried out spectral observations of GEO satellites on a new spectrograph at the Assy-Turgen Observatory, mounted on an AZT-20 telescope with an aperture of 1.5 meters. The corresponding GEO reflective spectra were obtained to develop a methodology for RSO identification in near-Earth space by their spectral features. For these purposes, it is proposed to use a parameter that does not depend on the usually unknown characteristics of the satellites such as shape, size and orientation.

Analysis of how this parameter depends on phase angle for some bus platforms like AMOS, Yakhta and DFH, shows the space weathering effect, whilst for other platforms it is less noticeable. We see this dependence for several platforms but in general, the result is inconclusive since the variation of the parameters with age becomes large which is probably caused by the instability of the satellite when it is out of service or malfunctioning, as, for example, its rotation. This demands additional investigation.

We show that using the dependence of parameters on the satellite bus (or country of origin) and its age it is possible to roughly identify the GEO's platform. It is mandatory to get more observational spectral data to further investigate the relation of reflective spectra parameters for different shapes and material compositions. Accumulation of observational data together with modelling and machine learning methodology application efforts (Gazak, et al., 2022; Yee, et al., 2023) will help to improve the GEO and other satellite identification methodologies. The modelling is a significant tool to further improve the methodology and analyses the time-dependent features (Velez-Reyes et al., 2023). For spectral modeling-related results see (Lersch, et al., 2023) and in particular how the spectra might depend on phase angle.

One possibility we are currently working on is modelling using an open-source RaySect (Meakins, et al., 2023). For example, we use a glass-covered Gallium arsenide phosphate mixture to model solar cells and different mixtures of materials (for instance, Aluminum as suggested in (Gazak, et al., 2022) for bus modelling). The resulting reflective spectra for various mixtures of materials (see Table 1) as functions of phase angle are shown in Figure 6. One can see that reflective spectra indeed show different overall shapes for different platform compositions. We hope that various efforts, such as building a spectral library (Pearson, et al., 2023), modelling, spectral observation in a wider spectral range, and applying machine learning algorithms will significantly improve the RSO identification methodology.

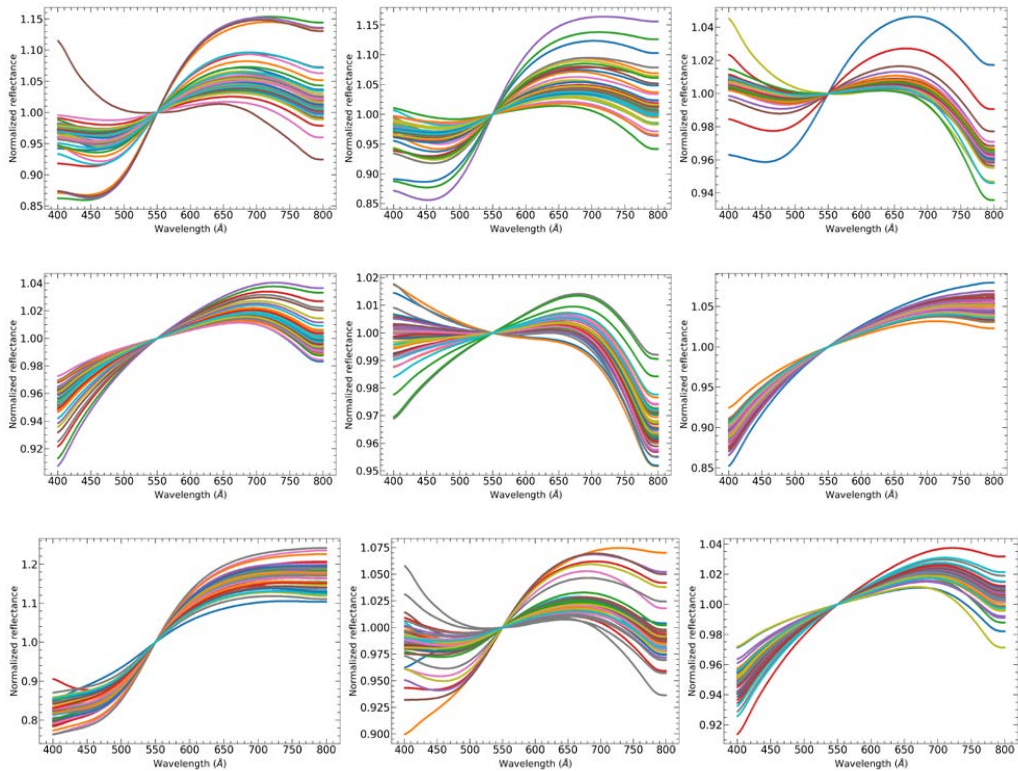


Figure 6. RaySect modeled reflective spectra for different camera rotation angles (phase angle) and different materials (see Table 1).

Table 1. Composition of materials used in modeling with RaySect

Model	material, %	material, %	material, %	Solar panel model
Model-1	MyLar□, 16%	Kapton□, 64%	Cu0.1, 20%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-2	MyLar□, 64%	Kapton□, 16%	Cu0.1, 20%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%

Model-3	MyLar□, 54%	Al0.3, 36%	Cu0.1, 10%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-4	Ni0.3, 25%	Al0.3, 25%	MyLar□, 50%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-5	Ni0.3, 6%	Al0.3, 24%	MyLar□, 70%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-6	Ni0.3, 64%	Al0.3, 16%	MyLar□, 20%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-7	Ni0.3, 21%	Kapton□, 49%	Cu0.3, 30%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-8	Ni0.1, 9%	MyLar□, 81%	Cu0.1, 10%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%
Model-9	Ti, 20%	Al0.3, 30%	Al0.01, 50%	Front: InGaP + Schott “N-BK7” Back: Kapton□ 50% + Cu0.02, 50%

References

- Vananti A., Schidknecht T., Krag H., Erd C. (2009). Preliminary Results from Reflectance Spectroscopy Observations of Space Debris in GEO. Fifth European Conference on Space Debris, Vol. 672., p.41.
- Cowardin H., Seitzer P., Abercromby K., Barker E., Schildknecht T. (2010). Characterization of Orbital Debris Photometric Properties Derived from Laboratory-Based Measurements. Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, p.E47.
- Hejduk M., Cowardin H., Stansbery E. (2012). Satellite Material Type and Phase Function Determination in Support of Orbital Debris Size Estimation. Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, p.14.
- Vananti A., Schildknecht T., Krag H. (2017). Reflectance spectroscopy characterization of space debris. Advances in Space Research, Vol. 59, p.2488-2500.
- Sukhov P., Kouprianov V., Sukhov K. (2017). Photometrical Database of GSS and methods of identification satellites on their photometrical characteristics. 7th European Conference on Space Debris, p.64.
- Šilha J., Zigo M., Hrobár T., Jevčák P., Verešvárska M. (2021). Light curves application to space debris characterization and classification. 8th European Conference on Space Debris, p.116.
- Zigo M., Žilková D., Šilha J., Tóth J., Matlovič P. (2021). Combined effort of reflectance spectroscopy and BVRI photometry in the field of space debris characterization. 8th European Conference on Space Debris, p.140.
- Reyes J. A., Fulford K. W., Plis E. A., Hoffmann R. C., Murray V. J., Cowardin H. M., Cone D., Ferguson D. C., Bengtson M. T., Shah J. R., Engelhart D. P. (2021). Spectroscopic behavior of various materials in a GEO simulated environment. Acta Astronautica, Vol. 189, pp.576-583.
- Castro P., Wetterer C. J., Strong D., Schuetz-Christy C., Chun F. (2023). Analysis of Age-Related Color Change of GEO Satellites via Spectroscopy. Proceedings of the Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, p.85.
- Bédard D., Wade G. A. (2017). Time-resolved visible/near-infrared spectrometric observations of the Galaxy 11 geostationary satellite. Advances in Space Research, Vol. 59, pp.212-229.
- Schildknecht T., Musci R., Flohrer T. (2008). Properties of the high area-to-mass ratio space debris population at high altitudes. Advances in Space Research, Vol. 41, pp.1039-1045.
- Cardona T., Seitzer P., Rossi A., Piergentili F., Santoni F. (2016). BVRI photometric observations and light-curve analysis of GEO objects. Advances in Space Research, Vol. 58, pp.514-527
- Zhao X.-F., Zhang H.-Y., Yu Y., Mao Y.-D. (2016). Multicolor photometry of geosynchronous satellites and application on feature recognition. Advances in Space Research, Vol. 58, pp.2269-2279.
- Jorgensen K., Africano J., Hamada K., Stansbery E., Sydney P., Kervin P. (2004). Physical properties of orbital debris from spectroscopic observations. Advances in Space Research, Vol. 34, pp.1021-1025

Seitzer P., Abercromby K. J., Barker E. S., Cardona T., Lederer S. M., Cowardin H. (2012). Visible Light Spectroscopy of GEO Debris. Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, p.9

Meakins D. A., Carr M., Sorchard1, Lovell J., Neverov V., Munechika k., Tomes M., Von Essen M. (2023). raysect/source: v0.8.1 Release. Zenodo

Schildknecht T., Vannanti A., Krag H., Erd C. (2009). Reflectance Spectra of Space Debris in GEO. Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, p.E24.

Lersch R., Campbell T., Battle A., Pearson N., Reddy V. (2023). Linear Spectral Mixing for Spacecraft Characterization. Proceedings of the Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, p.131.

Gazak J. Z., McQuaid I., Swindle R., Phelps M., Fletcher J. (2022). SpectraNet: Learned Recognition of Artificial Satellites from High Contrast Spectroscopic Imagery. arXiv e-prints, arXiv:2201.03614.

Yee X., Dao P., Strong D., Wetterer C., Roth B., Chun F. (2023). Machine Learning Classification GEOs Using Spectral Data. Proceedings of the Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, p.209.

Velez-Reyes M., Najera A., Porras L., DeBlasio D., Erives H. (2023). Understanding Spectro-Temporal Signature Variability of Unresolved Resident Space Objects using a Simulation Model. Proceedings of the Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, p.193.

Pearson N., Sharkey B., Campbell T., Battle A., Jacobson C., Reddy V., Furfaro R. (2023). Building a Laboratory Spectral Library of Spacecraft Materials in Vacuum at Variable Phase Angle. Proceedings of the Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, p.153.

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. Алимқулова, 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.