

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

5 (309)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2016**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

ҚР ҰҒА ХАБАРЛАРЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

Бас редакторы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошкаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. PhD докторы (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

ИЗВЕСТИЯ НАН РК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадилаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. доктор PhD (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
[www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

**NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN. SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS**

E d i t o r i n c h i e f

doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. PhD (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 309 (2016), 146 – 151

UDK 520.2

V. M. Tereschenko

Fesenkov Astrophysical Institute
volter2307@mail.ru

**THE CHARACTERISTICS AND PECULIARITIES OF THE
PHOTOELECTRICAL PHOTOMETER SSP-5A OPERATION**

Abstract. Photometric method of investigation is one of the most effective in astronomy. In the case of weak objects it is the only one that can be used to obtain some information on their physical nature. Photometric method is used in the various surveys; it is indispensable in the study of variable objects. Photometric observations are absolute and relative. Currently, the vast majority of photometric observations are performed by the differential method with the help of panoramic detectors – CCD cameras. Absolute measurements continue to be performed by the photoelectric photometers. Both methods complement each other.

In FAI two CCD photometers, some sets at two meter telescopes, works successfully. With their help by the differential method the background of gamma-ray bursts, the pulsations of white dwarfs, the changes in the nuclei of Seyfert galaxies and variable stars are observed. For absolute measurements FAI was acquired single-channel photoelectric UBVR-photometer SSP-5A of firm «Optec Inc». It is mainly designed for high-precision measurements of candidates for photometric and spectrophotometric standards. This article describes the photometer and its parameters. It also contains some of the features of its work. It is important for the planning of future observations on it.

Keywords: stars, photometry, photoelectrical photometer, characteristics of SSP-5A.

УДК 520.2

В.М. Терещенко

ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова», г. Алматы

**ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФОТОМЕТРА SSP-5A**

Аннотация. Фотометрический метод исследования - один из самых эффективных в астрономии. В случае слабых объектов он является единственным, с помощью которого можно получить какую-то информацию об их физической природе. Фотометрический метод используется в различных обзорах, он незаменим при исследовании переменных объектов. Фотометрические наблюдения бывают абсолютными и относительными. В настоящее время абсолютное большинство фотометрических наблюдений выполняется дифференциальным методом с помощью панорамных приемников излучения - ПЗС-камер. Абсолютные измерения продолжают выполняться с помощью фотоэлектрических фотометров. Оба метода дополняют друг друга.

В АФИФ успешно работают два ПЗС-фотометра, установленные на двух метровых телескопах. С их помощью дифференциальным методом наблюдают послесвечение гамма-всплесков, пульсации белых карликов, изменения в ядрах сейфертовских галактик и переменные звезды. Для абсолютных измерений АФИФ приобрел одноканальный фотоэлектрический UBVR-фотометр SSP-5A фирмы «Optec Inc». В основном он предназначен для прецизионных измерений кандидатов в фотометрические и спектрофотометрические стандарты. В данной статье приводится описание фотометра и его параметров. Также приведены некоторые особенности его работы. Это важно для планирования будущих наблюдений на нем.

Ключевые слова: звезды, фотометрия, фотоэлектрический фотометр, параметры SSP-5A.

Введение. Несмотря на широкое внедрение в практику астрономических наблюдений приборов с зарядовой связью (ПЗС-камер), фотоэлектрический метод наблюдений продолжает оставаться одним из наиболее используемых. Это обусловлено двумя факторами: во-первых, точность измерений потоков излучения с помощью фотоумножителей по сравнению с ПЗС-камерами более высокая и, во-вторых, стоимость фотоумножителей намного ниже стоимости профессиональных ПЗС-камер. Первый фактор особенно важен для фундаментальной фотометрии, когда стандарты и исследуемые объекты находятся на относительно больших угловых расстояниях друг от друга и не попадают в один и тот же кадр. Подчеркнем, что для прецизионных измерений в ближайшем будущем фотоэлектрическому методу альтернативы нет [1]. Не случайно, практически в каждой обсерватории имеется хотя бы один экземпляр фотоэлектрического фотометра. До начала 90-х годов в АФИФ достаточно эффективно работали два таких фотометра: фотометр-поляриметр на базе стандартного электрофотометра АФМ-6 [2] и ИК-фотометр, изготовленный в ГАО АН СССР [3]. В настоящее время в АФИФ успешно эксплуатируются две ПЗС-камеры, установленные на двух метровых телескопах ТШАО. Совместно с стандартным набором фильтров они образуют систему близкую к системе Джонсона BVRI [4]. С их помощью методами дифференциальной фотометрии проводятся наблюдения переменных объектов [5, 6]. Изготовленный недавно в АФИФ двухканальный семицветный фотометр [7] тоже рассчитан на работу с ПЗС-камерами, но и из-за отсутствия ИК-камеры в настоящее время не работает. К сожалению, по разным причинам так и не был доведен до рабочего состояния пятицветный фотоэлектрический фотометр, разработанный нами еще в начале 90-х годов [8]. Вместе с тем, в последнее время в институте появились задачи, решение которых требует проведения прецизионных фотометрических наблюдений звезд. Выше изложенное послужило аргументом для приобретения одноканального фотоэлектрического фотометра SSP-5A фирмы "Optec Inc". Фотометры данной серии используются профессионалами и любителями, они многократно апробированы и зарекомендовали себя как удобные и надежные инструменты. Приобретенный фотометр намечается использовать для исследований постоянства блеска звезд-стандартов. Естественно, что его можно использовать для решения других задач, требующих высокой точности измерений. Кроме того, ввиду относительной простоты, данный фотометр очень удобен для обучения молодых специалистов без риска потерять дорогостоящую ПЗС-камеру.

Фотометр SSP-5A

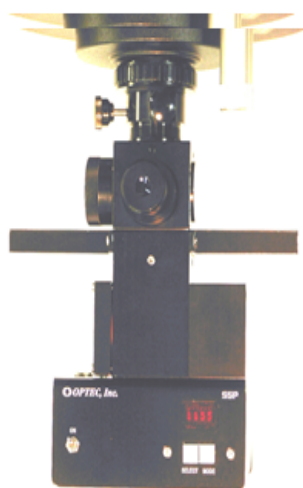


Рисунок 1 – Общий вид фотометра SSP-5A

На основе проведенных наблюдений и имеющегося описания фотометра SSP5-A [9] мы представляем основные характеристики и некоторые особенности работы фотоэлектрического фотометра SSP5-A. Приводимые в работе характеристики и особенности фотометра нужны, прежде всего, для планирования будущих наблюдений. Они позволяют заранее оценить проникающую силу, точность и производительность наблюдений с ним.

Оптико-механическая схема SSP-5A. Общий вид фотометра приведен на рисунке 1. С телескопом фотометр соединяется с помощью патрубка – переходника диаметром 1.25 дюйма (32 мм). Отметим

малые габариты и вес фотометра: размер - 25×20×20 см, вес – всего около одного килограмма. Оптико-механическая схема фотометра представлена на рисунке 2. Как видим, она классическая и предельно упрощена. Фотометр SSP-5A – одноканальный и конструктивно позволяет осуществить фотометрическую систему из пяти полос.

В фотометре предусмотрены сменные полевые диафрагмы - пластинки с отверстиями диаметром от 0.5 до 2мм, в нашем экземпляре установлена диафрагма диаметром 1мм. На пути прошедшего через диафрагму луча стоит откидное зеркало, которое направляет его либо в подсмотровый окуляр, либо через линзу Фабри на фотоумножитель. Зеркало поворачивается вручную, что не позволяет полностью автоматизировать процесс наблюдений. Подсмотровый фокусирующийся окуляр состоит из окуляра Рамседа с фокусным расстоянием 1 дюйм (25.4 мм) и освещаемой фотодиодом сетки с точно выгравированной окружностью, которая точно совпадает с границей полевой диафрагмы и определяет апертуру поля зрения. Сама же диафрагма при этом не засвечивается и, следовательно, отсчеты не искажаются.

Прошедший через диафрагму луч падает на плосковыпуклую линзу Фабри. Как известно, она строит изображение входного зрачка (объектива телескопа) в плоскости катода фотоумножителя и необходима для устранения влияния неоднородности чувствительности фотокатода. Линза

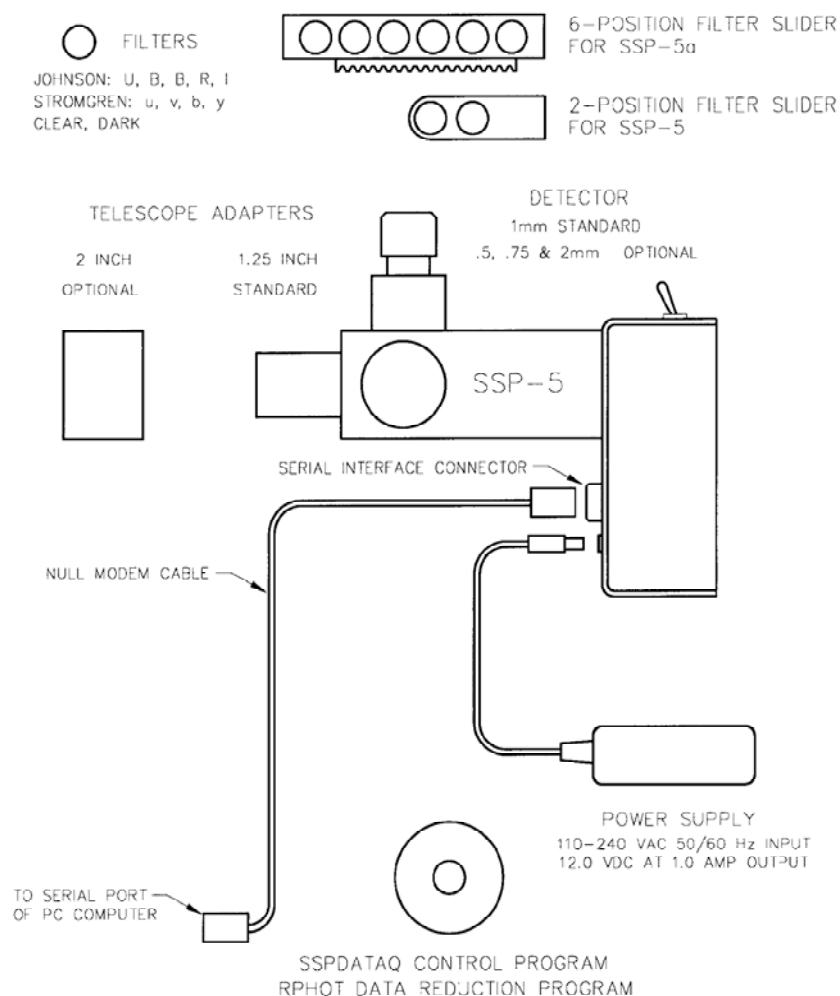


Рисунок 2 – Схема фотометра SSP-5A

изготовлена из стекла марки В270, пропускающего ультрафиолетовое излучение до 300нм. Диаметр линзы равен 9мм, толщина в центре - 2.9мм, фокусное расстояние - 25.4мм. Диаметр изображения зрачка на фотокатоде – около 2.5мм. Фотометр с такими параметрами линзы может устанавливаться на телескопах со светосилой от 1:7 до 1:20.

На пути от линзы до фотокатода луч проходит через фильтры, формирующие ту или иную фотометрическую систему. В данном экземпляре фильтры установлены в слайдере (скользящей линейке) с шестью гнездами для фильтров. Четыре фильтра формируют систему, близкую к стандартной UBVR. В пятом окне находится нейтральное прозрачное стекло, которое необходимо для соблюдения фокусного расстояния. Все фильтры, включая нейтральное стекло, имеют толщину 6-7мм. При отсутствии фильтров фокус смещается на 2.3мм от плоскости фотокатода. Именно по этой причине необходим нейтральный фильтр. В шестом гнезде помещена непрозрачная пластинка, которая служит затвором. Линейка передвигается шаговым двигателем, который управляется контроллером по заданной программе (автоматически). Положение фильтров однозначно фиксируется. Дополнительно к стандартным фильтрам Джонсона возможна установка фильтров системы Стремгрена: четырех цветных фильтров и двух НВ-фильтров: узкого и широкого. Фильтры для нее приобретаются за отдельную плату. Напомним, что система Стремгрена является среднеполосной и второй по популярности среди астрономов.

Приемно-регистрационный блок. Приемником излучения служит пальчиковый фотоумножитель фирмы "Hamamatsu" R6358. Фотоумножитель имеет боковой вход, его длина – 40мм, диаметр 13 мм, число каскадов усиления - 9. Напряжение питания фотоумножителя от 750 до 850в., усиление равно 6×10^5 , темновой ток – менее 2 пикоампер при температуре +25С. Катод фотоумножителя – мультищелочной, его спектральная чувствительность простирается от 185 до 830нм. Квантовая эффективность в центре полосы V на длине волны 540нм согласно паспортным данным составляет 17%. Для защиты фотоумножителя от различных магнитных полей служит колпак из мягкой стали, а от скачков напряжения внутри него имеется экран, который связан с источником напряжения через 22-мегаомное ограничивающее сопротивление. Для непрерывного просушивания фотоумножителя рядом с ним находится коробочка с силикагелем. Сам силикагель должен периодически просушиваться при температуре 120 С.

Фотоумножитель запитывается от портативного источника высокого напряжения с максимально хорошей регулировкой и низкими шумами. После 30-минутного прогрева стабильность напряжения источника составляет ± 0.2 в для промежутка времени менее 15 минут. В полосе пропускания от 1 до 0.05гц шум напряжения менее 0.1в, что соответствует ошибке 0.001 . Предусмотрена обратная связь между ФЭУ и источником, что страхует фотоумножитель от губительных для него токов (напряжение автоматически отключается при значениях выше 925в). Потребляемая мощность источника высокого напряжения составляет около 1.5вт. Отключение произойдет также и при экспонировании ярких объектов (на полуметровом телескопе это звезды ярче 3 величины). В течение миллисекунд, когда выходной ток предусилителя близок к точке насыщения, питание аварийно отключается.

Выходной ток ФЭУ очень мал - для слабых звезд он порядка пикоампер. В фотометре SSP-5A для его регистрации используется аналоговый метод. Предварительно сигнал (ток) усиливается низкочастотным усилителем в аналого-цифровом преобразователе (в 7.9×10^6 раз), а затем, совместно с инвертацией напряжения, - еще в 1.5 раза. Таким образом, общее усиление выходного тока превышает десять миллионов раз. Так называемое характерное время предусилителя составляет одну миллисекунду. За это время сигнал от уровня в 10% достигает 90% от его величины. По смыслу оно близкое к постоянной времени. Миллисекундное быстроедействие позволяет наблюдать, в частности, покрытия звезд Луной с целью определения их угловых диаметров. В конвертере V/F происходит преобразование напряжения в частоту. Не вдаваясь в подробности его работы, отметим, что в нашем случае возможны усиления в 1, 10 и 100 раз. Эти управляющие усиления устанавливают напряжение сигнала, которое приводит к полномасштабной частоте 10 килогерц. На первом, наименее чувствительном усилении, вход -6.6в соответствует 9999 импульсам. При установлении усилений равных 10 или 100 выход из V/F-конвертора 10 килогерц соответствует напряжениям -660мв и -66мв.

В фотометре имеется «стандартный» набор экспозиций: 0.02, 0.05, 0.10, 0.50, 1, 5 и 10с, но можно также выставить 0.002с. Время считывания сигнала составляет 0.0037с, а моменты времени фиксируются с точностью до 0.001с.

Фотометр работает в ручном и автоматизированном (с компьютером) режимах. В ручном режиме четырехзначный дисплей фотометра «захлебывается» при числе импульсов в секунду выше 9999, а в автоматизированном возникают существенные нелинейности при числе импульсов

в секунду выше 25 000. В зависимости от подбора экспозиций и усилений устанавливаются разные режимы работы фотометра: тестовый, «медленный», «быстрый» и «очень быстрый».

После включения питания фотометра, в том числе высокого напряжения на ФЭУ, выставляется пробный режим. С помощью нажатий двух кнопок на передней панели фотометра в тестовом режиме добиваемся, чтобы отсчеты на темновой ток составляли 2-3 импульса в секунду. Эта процедура аналогична установке нуля.

К сожалению, в фотометре отсутствует стандартный источник излучения для контроля общей чувствительности приемно-регистрирующего тракта. Обычно им служит либо люминофор, либо лампа накаливания или светодиод, запитываемые от стабилизированного источника питания. Как один из возможных вариантов контроля чувствительности фотометра мы рассматриваем установку светодиода на вторичном зеркале телескопа. Естественно, что необходимо обеспечить высокую стабилизацию его питания и воспроизводимость отсчетов на него.

С помощью специальных наблюдений уточнены, в частности, режим работы для объектов разного блеска, выявлены особенности работы, не указанные в его описании и паспортных данных. Они прилагаются к составленной нами инструкции наблюдателя. Это важно при составлении дальнейших программ наблюдений с ним.

Заключение. Проведены первые наблюдения звезд на новом фотометре SSP-5A. Они подтверждают ожидаемую точность измерений с ним. В настоящее время исследуется инструментальная система фотометра.

В заключение отметим, что в мире существует большое разнообразие многоканальных фотометров разных конструкций и назначений, например, [10,11]. Стоимость многих из них, как минимум, на порядок выше стоимости SSP-5A. В рыночных же условиях данное обстоятельство часто является определяющим фактором при их приобретении или изготовлении. В этом плане приобретение институтом фотометра SSP-5A является, на наш взгляд, оптимальным вариантом.

Работа выполнена по программе прикладных исследований 076 «Развитие методов мониторинга и исследований космического пространства на базе современных информационных технологий» (проект

N 0003-2/ПЦФ-15-АКМИР).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миронов А.В. Основы астрофотометрии. М., Физматлит, 2003г., 260с.
- [2] Курчаков А. В., Рспаев Ф. К. Электрополяриметр к однометровому телескопу Астрофизического института АН Каз ССР. // Сб. статей «Фотометрические и поляриметрические исследования небесных тел», Киев, Наукова думка, 1985, с. 178-181.
- [3] Бергнер Ю. К., Бондаренко С. Л., Мирошниченко А. С., Моралев Ю. Д., Шумахер А. В., Юдин Р. В., Ютанов Н. Ю. Многоцветный астрофотометр-поляриметр для синхронных наблюдений нестационарных объектов в видимом и ИК диапазонах спектра, Известия ГАО АН СССР, т. 205, 1988, с. 142-151.
- [4] Диденко А.В., Усольцева Л.А. Список фотометрических стандартов для наблюдений малоразмерных фрагментов космического мусора и фотометрическая система 1-м телескопа с ПЗС-матрицей, Известия НАН РК, серия физико-математическая, Т. 5, № 303, 2015, с. 109-114.
- [5] Кусакин А.В., Хруслов А.В., Кокумбаева Р.И., Рева И.В., Четыре новые долгопериодические переменные звезды. Известия НАН РК, серия физико-математическая, Т. 5, № 303, 2015, с. 49-54.
- [6] Кусакин А.В., Хруслов А.В., Кокумбаева Р.И. Поиск и исследование новых переменных на телескопе Zeiss-1000 Тянь-Шанской астрономической обсерватории, Известия НАН РК, серия физико-математическая, № 4 (296), 2014, с. 51-59.
- [7] Кругов М.А., Личкановский Н.В., Терещенко В.М. Двухканальный семицветный ПЗС-фотометр, Известия НАН РК, серия физико-математическая, Т. 5, № 303, 2015, с. 115-119.
- [8] Михайлов В. В., Терещенко В. М. Фотоэлектрический UBVR-I-фотометр. Конструкция и предварительные исследования, Сб. «Проблемы физики звезд и внегалактической астрономии». Алматы. «Гылым», 1993, с. 196 – 206.
- [9] <http://www.optecinc.com>
- [10] Kornilov V.G. Four-channel stellar photometer with dichroic beam-splitters, *Baltic astronomy*, 1998, V. 7, P. 513-524.
- [11] Kalitis R. and Meistas E. G. Photometric equipment for WET, *Baltic astronomy*, 1995, V. 4, P. 497- 509.

REFERENCES

- [1] Mironov A.V., *Osnovy astrofometrii*. M., Fizmatlit, **2003**, 260 s.
- [2] Kurchakov A.V., Rspaev F.K., *Elektropolyarimetr k odnometrovomu teleskopu Astrofizicheskogo instituta AN Kaz SSR, sb. statey «Fotometricheskie i polarymetricheskie issledovaniya nebesnykh tel»*, Kiev, Naukova dumka, **1985**, 200 s. (s. 178-181).

[3] Bergner Yu. K., Bondarenko S.L., Miroschnichenko A.S., Moralev Yu.D., Shumaker A.V., Yudin R. V., Yutanov N.Yu., Mnogotsvetny astrofotometr- polyarimetr dlya sinkhronnykh nabludeniy stacionarnykh obyektov v vidimom I IK-diapazonakh spectra, *Izvestiya GAO AN SSSR*, T. 205, **1988**, s. 142-151.

[4] Didenko A.V., Usoltseva L.A., Spisok fotometrcheskikh standartov dlya nablyudeniy malorazmernykh fragmentov kosmicheskogo musora I fotometrcheskaya sistema 1-m teleskopa s PZS-matritsey, *Izvestiya NAN RK, seriya fiziko-matematicheskaya*, T. 5, № 303, **2015**, s.109-114.

[5] Kusakin A.V., Khruslov A.V., Kokumbaeva R. I., Reva I. V. Chetyre novye dolgoperiodicheskiye peremenniye zvezdy. *Izvestiya NAN RK, seriya fiziko-matematicheskaya*, T. 5, № 303, **2015**, s. 49-54.

[6] Kusakin A.V., Khruslov A.V., Kokumbaeva R. I., Poisk i issledovanie novykh peremennykh na telescope Zeiss-1000 Tian-Shanskoy astronomicheskoy observatorii, *Izvestiya NAN RK, seriya fiziko-matematicheskaya*, № 4 (296), **2014**, s. 51-59.

[7] Krugov M. A., Lichkanovskiy N. V., Tereschenko V. M., Dvukhkanalnyi semitsvetniy PZS-fotometr, *Izvestiya NAN RK, seriya fiziko-matematicheskaya*, T. 5, № 303, **2015**, s.115-119.

[8] Mikhaylov V.V., Tereschenko V.M. Fotoelektricheskiy UBVR-fotometr. Konstruktsiya I predvaritelnie issledovaniya, Sb. «*Problemy fiziki zvezd I vnegalakticheskoy astronomii*». Almaty, «Gylym», **1993**, s. 196 – 206.

[9] <http://www.optecinc.com>

[10] Kornilov V.G. Four-channel stellar photometer with dichroic beam-splitters, *Baltic astronomy*, **1998**, V. 7, P. 513-524.

[11] Kalitis R. and Meistas E. G. Photometric equipment for WET, *Baltic astronomy*, **1995**, V. 4, P. 497- 509.

В.М. Терещенко

«В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты» ЕШЖС, Алматы

SSP-5A ФОТОЭЛЕКТРЛІК ФОТОМЕТРІ ЖҰМЫСЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация. Фотометрлік зерттеу әдістері – астрономиядағы бірден бір тиімділердің бірі. Әлсіз объектілер жағдайында оның көмегімен олардың физикалық табиғаты жөнінде қандай да бір ақпарат алуға болатын бірегей болып табылады. Фотометрлік әдіс әртүрлі шолуларда пайдаланылады, айнымалы объектілерді зерттеуде ол ауыстыруға келмейді. Фотометрлік бақылаулар абсолютті және салыстырмалы болып келеді. Қазіргі таңда көптеген фотометрлік бақылаулар көріністі сәуле қабылдағыштар - ПЗС-камералар көмегімен дифференциалды әдіспен орындалады. Абсолютті өлшеулер фотометрлік фотометрлер көмегімен орындалуы жалғасып келеді. Екі әдіс бір бірін толықтырады.

ФАФИ екі метрлік телескопта орналастырылған екі ПЗС-фотометр табысты жұмыс істейді. Дифференциалдық әдіс көмегімен гамма-жаркылдар сәуле түсу, ақ ергежейлілер пульсациясы, сейферт галактикалар және айнымалы жұлдыздар бақыланады. Абсолютті өлшемдер үшін ФАФИ «Ortec Inc» фирмасының UBVR-фотометр SSP-5A бірканалды фотометрлік UBVR-фотометрін сатып алды. Ол негізінен фотометрлік және спектрофотометрлік стандарттар кандидаттарының прецизиялық өлшемдері үшін арналған. Осы мақалада фотометрдің және оның параметрлерінің сипаттары келтіріледі. Сонымен қатар оның жұмысының бірнеше ерекшеліктері келтірілген. Бұл онымен жүргізілетін болашақ бақылауларды жоспарлау үшін өте маңызды.

Түйін сөздер: жұлдыздар, фотометрия, фотометрлік фотометр, SSP-5A параметрлер.

МАЗМҰНЫ

Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , ТУС3215-906-1 айнымалы жұлдыз: бүгілген жаркылдың талдауы және жіктеуі.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , V725 Тау объектісінің спектрлік және фотометрлік бақылауларының нәтижелері.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , M1-65 планеталық тұмандықтың айнымалылығы.....	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Жұлдыз маңындағы құрылымдардың қалыптасуына магниттік өрістердің әсері.....	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , GSC 3601-01531 және GSC 3601-01504 екі жаңа айнымалы жұлдыздар	35

Аспан механикасының және жұлдыздар жүйесінің мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Астрофизикалық энергия кезінде радиациялық ${}^2\text{H}^3\text{He}$ басып алу	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Қараңғы материя есебімен ғаламдар релаксацияларының уақытын бағалау.....	50

Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары дискілерінде атомдар мен иондар динамикасына бүгілген жарық қысымының әсері.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Күн маңындағы сублимация процессінде оливин тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары маңындағы сублимация процессінде силикатты тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы.....	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күннің минимум белсенді кезіндегі иондық энергиямен Fe/O қатынасының өзгеруі. I. күнде дақтар жоқ болғанда Fe және O иондарының энергетикалық спектрлері.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күн белсенділігі минимумында иондар қуатымен Fe/O мәнінің өзгеруі. II. Циклдің минимумында ғарыш сәулелерінің аномалды компоненттерінің ролі.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонов Г.А.</i> , Сатурндағы аммиактың жұтылуы – 2009 жылы күн мен түннің теңелуі кезеңінде ендік вариациялар асимметриясы	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Сатурнның солтүстік жартышары - 2015 жылы метан және аммиактың жұтылуы	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу I. Экватор аймағы	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу. II. Ендік вариациялар	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында Юпитерде метан-аммиак жұтылуын зерттеу III. Үлкен Қызыл Дақ (ҮҚД).....	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Көптеген геотұрақты серіктердің кейбір сипаттамалары.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Көру шегі аз CCD-матрицада ГТС бақылауларының астрометриялық өңдеулерінің әртүрлі әдістерінің салыстырмалы талдауы.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясы бекетінде геотұрақты серіктерді бақылау жағдайы.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясының 1-метрлік телескобында фотометрлік жүйесін стандарттау.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , SSP-5A фотоэлектрлік фотометрі жұмысының сипаттамасы және ерекшеліктері.....	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Абсолютті өлшемдер үшін спектрограф. Оптика-механикалық блоктың сызбасы және құрылымы.....	155

Теориялық зерттеулер

<i>Қалдыбекова Б.Қ., Решетова Г.В.</i> Арнайы ішектен жасалған тордың сандық нәтижелері.....	160
<i>Бакирова Э.А., Қадырбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің шешілімділігі туралы.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Гурса операторының Крейн кеңістігіндегі жалқылығы туралы.....	176
<i>Жұмәлі А.С., Решетова Г.В.</i> Жерасты ерітінділеудің микроскопиялық динамикасын сандық моделдеу.....	188
<i>Бақтыбаев Қ., Дәлелханқызы А., Қиқымова І., Мырзагулов А.</i> Әсерлесуші бозондар моделін уран ядросының деформацияланған изотоптарына қолдану.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты волтерлі есептерінің Крейннің кеңістігіндегі спектралдік таралымдары.....	203
<i>Шоманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқындық теңдеуінің шартарапты шекаралық есебінің спектрлік қасиеттері.....	213
Қазақстанның астрономиялық ғылым 75 жыл.	224

СОДЕРЖАНИЕ

Исследование звезд и туманностей

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , Переменная звезда TYC3215-906-1: анализ кривой блеска классификация.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , Результаты спектральных и фотометрических наблюдений объекта V725 Тау.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , Переменность планетарной туманности M1-65	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Влияние магнитных полей на формирование околосветных структур	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , Две новые переменные звезды GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504... ..	35

Проблемы небесной механики и динамики звездных систем

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Радиационный $^2\text{H}^3\text{He}$ захват при астрофизических энергиях	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Оценка времени релаксации галактик с учетом темной материи.....	50

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Действие светового давления на динамику атомов и ионов в осколочных дисках звезд класса А.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Орбитальная эволюция пылевых частиц оливина в процессе сублимации около Солнца	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Орбитальная эволюция силикатных пылевых частиц в процессе сублимации около звезд класса А	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. I. Энергетические спектры ионов Fe и O при отсутствии пятен на Солнце.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. II. Роль аномальной компоненты космических лучей в минимуме цикла.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Аммиачное поглощение на Сатурне - асимметрия широтных вариаций в период равноденствия 2009 года.....	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Северное полушарие Сатурна - поглощение метана и аммиака в 2015 году	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года I. экваториальная область.....	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> , Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года II. Широтные вариации.....	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года. III. Большое Красное Пятно (БКП)	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Некоторые характеристики множества геостационарных спутников.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Сравнительный анализ различных методов астрометрической обработки наблюдений ГСС на CCD-матрице с малым полем зрения.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Условия наблюдений геостационарных спутников на пункте Тянь-Шанская Астрономическая Обсерватория.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа Тянь-Шанской Астрономической Обсерватории.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , Характеристики и особенности работы фотоэлектрического фотометра SSP-5A	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Спектрограф для абсолютных измерений. Схема и конструкция оптико-механического блока.....	152

Теоретические исследования

<i>Калдыбекова Б. К., Решетова Г. В.</i> Численные результаты специальной сетки из струн.....	160
<i>Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М.</i> О разрешимости линейной многоточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> О самосоряженности оператора Гурса в пространстве Крейна.....	176
<i>Жумали А.С., Решетова Г.В.</i> Численное моделирование микроскопической динамики подземного выщелачивания.....	188
<i>Бактыбаев К., Далелханкызы А., Кикымова I., Мырзабаев А.</i> Применение модели взаимодействующих бозонов в деформированных изотопах ядра урана.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные разложения решения вольтерровых нелокальных краевых задач волнового уравнения.....	203
<i>Шомамбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные свойства нелокальной краевой задачи волнового уравнения	213
75 лет казахстанской астрономической науке.....	224

CONTENTS

Investigation of stars and nebulae

<i>Serebryanskiy A.V., Gaynullina E.R., Khalikova A.V.</i> Variable star TYC3215-906-1: light curve analyses and classification	5
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye., Otebay A.</i> Results of the spectral and photometric observations of the object V725 Tau	12
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye.</i> , Variability of the planetary nebula M1-65.....	22
<i>Pavlova L.A.</i> , The influents magnetic field on the forming circumstellar structure.....	29
<i>Kokumbaeva R.I., Khruslov A.V., Kusakin A.V.</i> , GSC 3601-01531 and GSC 3601-01504, two new variable stars.....	35

Problems of celestial mechanics and dynamics of stellar systems

<i>Dubovichenko S.B., Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Burkova N.A., Tkachenko A.S.</i> , Radiative ${}^2\text{H}^3\text{He}$ capture at astrophysical energies	41
<i>Zulpykharov A. T., Konysbayev T.K., Chechin L.M.</i> The relaxation time estimation for galaxies with account of Dark matter.....	50

Physics of sun and bodies of the Solar system

<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , The action of radiation pressure on the dynamics of atoms and ions in debris disks of A-type stars.....	55
<i>Demchenko B.I., Shestakova L.I.</i> , Orbital evolution of olivine dust grain during sublimation process near the Sun.....	64
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , Orbital evolution of silicate dust particles during sublimation near A-type stars.....	73
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. I. Energy Spectra of Fe and O Ions on the Spotless Sun	81
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. II. Role of anomalous component of the cosmic rays in a cycle minimum.....	86
<i>Tejfe V.G.I., Karimov A.M., Kharitonova G.A.</i> The ammonia absorption in Saturn – an asymmetry of latitudinal variations at the 2009 equinox.....	91
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfe V.G.I., Kharitonova G.A.</i> , Northern hemisphere of SATURN – the methane and ammonia absorption in 2015.....	97
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> , The study of molecular absorption over Jovian disk in season of 2016 visibility. I. Equatorial area.....	104
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. II. Latitudinal variations.....	110
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. III. Great Red Spot (GRS).....	118
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Molotov I. E., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I., Voropaev V.A.</i> Some features of geostationary satellites ensemble.....	124
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Nifontova M.V., Usoltseva L. I.</i> , Comparative analysis of several methods of astrometric processing of the GSS observations using CCD-cameras with narrow field of view.....	129
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I.</i> , Condition of observations of geostationary satellites at Tien Shan astronomical observatory.....	135
<i>Shomshenkova S. A., Reva I.V., Kondratyeva L.N., Otebay A.B.</i> , Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope of Tien-Shan Astronomical Observatory.....	140
<i>Tereschenko V. M.</i> , The characteristics and peculiarities of the photoelectrical photometer SSP-5A operation.....	146
<i>Tereschenko V. M., Shamro A. V.</i> , Spectrograph for absolute measurements. Scheme and construction of the optic-mechanic block.....	152

Theoretical studies

<i>Kaldybekova B.K., Reshetova G. V.</i> Numerical results of special grid of strings.....	160
<i>Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M.</i> On a solvability of linear multipoint boundary value problem for the loaded differential equations.....	168
<i>Besbayev G. A., Kopzhasarova A.A., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.</i> On self-conjugation of the operator of goursat in crane space	176
<i>Zhumali A.S., Reshetova G.V.</i> Numerical modelling of microscopic dynamics of in-situ leaching.....	188
<i>Baktybaev K., Dalelkhankyzy A., Kyqymova I., Myrzabaev A.</i> Applying the model of interacting bosons in a deformed nucleus of uranium isotopes.....	195
<i>Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Abylkassymova E.A., Shaldanbayev A.SH.</i> Spectral resolutions of solution of voltaire nonlocal boundary value problems of a wave equation.....	203
<i>Shomanbayeva M. T., Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Shaldanbayev A.Sh.</i> Spectral properties of a nonlocal boundary value problem of a wave equation.....	213
75 years of Kazakhstan's astronomical science	224

**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 described work 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 Cross Check originality detection service <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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

Редактор *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 25.09.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
14 п.л. Тираж 300. Заказ 5.