

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

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**

4 (314)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2017 Ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2017 Г.

JULY – AUGUST 2017

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

Б а с р е д а к т о р ы
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)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. корр.-мүшесі (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)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

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

Редакционная коллегия:

Джумадильдаев 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. чл.-корр. (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 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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. corr. member. (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 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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, 2017

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

**B. I. Demchenko¹⁾, A. A. Komarov¹⁾, A. V. Serebryansky¹⁾,
V. A. Voropaev²⁾, L. A. Usoltseva¹⁾, C. B. Akniyazov¹⁾**

¹⁾ Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan

²⁾ Keldysh Institute of Applied Mathematics, Moscow, Russia

E-mail: demchenko@aphi.kz, komarov@aphi.kz, alex@aphi.kz, usoltseva@aphi.kz, akniyazov@aphi.kz

GEOSTATIONARY SATELLITES, POTENTIALLY DANGEROUS FOR KAZAKHSTAN COMMUNICATION SATELLITES KAZSAT-2 AND KAZSAT-3

Annotation. We provide updated classification of GSS based on data from the GSS Zone Catalog available in AFIF at beginning of 2017. For each class, danger criteria in terms of too close passages are defined. The list of objects potentially dangerous for the corrected GSS, including for Kazsat-2 and Kazsat-3, is given, for the time of their operability at 10-15 years. It is shown that unguided satellites are no less dangerous than neighboring corrected geostationary ones. The table of really dangerous GSS for Kazsat-2 and Kazsat-3 for January and March 2017 is given. In these months Kazsat-2 and Kazsat-3 approaches with other GSS's to a distance of 50 km occurred approximately one time in 3-4 days.

Key words: geostationary object, geostationary orbit, dangerous approach, Kazsat-2, Kazsat-3.

УДК 629.21

**Б. И. Демченко¹⁾, В. А. Воропаев²⁾, А. А. Комаров¹⁾,
А. В. Серебрянский¹⁾, Л. А. Усольцева¹⁾, Ч. Б. Акниязов¹⁾**

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

ГЕОСТАЦИОНАРНЫЕ СПУТНИКИ, ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ ДЛЯ КАЗАХСТАНСКИХ СПУТНИКОВ СВЯЗИ KAZSAT-2 и KAZSAT-3

Аннотация. На основе данных из зонального Каталога ГСС, имеющегося в АФИФ на начало 2017г, дана обновленная классификация ГСС. По каждому классу определены критерии опасности в плане слишком близких прохождений. Приведен список объектов, потенциально опасных для корректируемых ГСС, в том числе для Kazsat-2 и Kazsat-3, за время их работоспособности в 10-15 лет. Показано, что неуправляемые спутники не менее опасны, чем соседние корректируемые геостационары. Дана таблица реально опасных ГСС для Kazsat-2 и Kazsat-3 на январь и март 2017 года. В эти месяцы сближения Kazsat-2 и Kazsat-3 с другими ГСС до расстояния 50 км происходили примерно 1 раз за 3-4 суток.

Ключевые слова: геостационарный объект, геостационарная орбита, опасное сближение, Kazsat-2, Kazsat-3.

В настоящей работе используются данные из Зонального Каталога геостационарных спутников (ГСС), имеющегося в АФИФ на январь-февраль 2017г. Общее количество объектов в Каталоге около 1900. Сюда включены спутники, традиционно относящиеся к геостационарным, а также некоторые нестационарные ИСЗ, способные проходить вблизи геостационарной зоны или пересекать ее. Каталог постоянно обновляется и дополняется как по собственным наблюдениям, [1], так и по информации из внешних источников: (<http://www.planet4589.org/space/log/geo.log>); (<http://celestrak.com/NORAD/elements/geo.txt>); (<http://spacedata.vimpel.ru/ru>).

Ниже приведена классификация ГСС и обновленные статистические характеристики множества ГСС из этого Каталога. В скобках указано процентное содержание каждого класса от общего количества.

Класс С. Корректируемые ГСС – 490 объектов (26%). Это реально работающие телекоммуникационные спутники. Время работоспособности оценивается в 10-15 лет от момента запуска. Из них 334 объекта корректируются в плоскости экватора (класс С0), то есть удерживаются на заданной долготе и нулевом наклоне плоскости орбиты к плоскости земного экватора. Для этих ГСС географическая широта подспутниковой точки близка к нулю. Спутники Kazsat-2 и Kazsat-3 относятся именно к этому классу.

Остальные 156 объектов класса С корректируются в плоскости своей орбиты (класс С1). Они удерживаются только по долготе, а плоскость орбиты эволюционирует примерно так же, как у неуправляемых стационаров. Среди этих ГСС довольно много объектов специального назначения. Геоцентрическая широта меняется в пределах $\pm i$ где i – угол наклона плоскости орбиты к плоскости земного экватора. Долгота восходящего узла Ω и наклон i для класса С1 (а также для неуправляемых ГСС, см. ниже) подвержены долгопериодическим колебаниям с периодом около 54 лет [2-4].

Класс L. Неуправляемые либрационные ГСС – 210 объектов (11%). Из них 156 ГСС принадлежат первой устойчивой точке либрации с долготой $\lambda_1=75^{\circ}\text{E}$ (класс L1), и лишь 54 объекта принадлежат второй точке $\lambda_2=255^{\circ}\text{E}$ (класс L2). Столь большая асимметрия между классами L1 и L2 требует своего объяснения, но этот вопрос здесь не рассматривается. Долготы двух точек неустойчивого равновесия для ГСС равны примерно 165°E и 345°E (более точные значения 161°E и 348°E).

Либрационные ГСС совершают долгопериодические колебания по долготе около одной из двух упомянутых выше устойчивых точек либрации. Период колебаний от 2 до 6 лет, амплитуда до 80° . Заметим, что географические долготы двух горных астрономических обсерваторий, расположенных вблизи Алматы (ТШАО и Ассы-Турген), равны примерно 77°E , то есть эти обсерватории находятся почти точно на долготе первой точки 75°E . Либрационные ГСС класса L1 можно наблюдать со всей территории Казахстана. Вторая точка либрации 255°E близка к средней долготе США. Все объекты класса L2 с территории Казахстана никогда не видны, и для отечественных спутников опасности не представляют.

Класс D. Неуправляемые дрейфующие ГСС – около 1190 объектов (63%). Это самый большой класс. Из них примерно 2/3 постоянно дрейфуют с востока на запад (класс D1, восточная долгота убывает), и 1/3 - в обратном направлении (класс D2, восточная долгота возрастает). Дрейфующие ГСС находятся на двух так называемых “орбитах захоронения”. Объекты класса D1 в среднем расположены дальше геостационарной зоны, а объекты класса D2 – ближе нее. Но многие из них имеют большой эксцентриситет орбиты, вследствие чего они способны приближаться к геостационарной зоне, или даже пересекать эту зону. С некоторыми оговорками можно считать, что дрейфующие ГСС примерно только 1/3 времени доступны для наблюдений с двух астрономических обсерваторий АФИФ, а 2/3 времени они недоступны для наблюдений (находятся под горизонтом).

Подавляющее большинство неуправляемых либрационных и дрейфующих ГСС представляют собой крупные фрагменты космического мусора (space debris). Это либо старые спутники, уже отработавшие свой ресурс и переведенные на орбиты захоронения, либо различные фрагменты (последние ступени ракетносителей, или разгонные блоки типа Transtage, apogee motor, fourth stage, а также сброшенные защитные кожухи и др.). Некоторые из этих ГСС в действительности являются управляемыми спутниками, но в момент их фиксации находились на переходных орбитах, и вели себя как неуправляемые.

Чтобы определить потенциально опасные объекты, требуется сформулировать соответствующие критерии. Сначала грубо выделим объекты, которые заведомо не опасны для Kazsat-2 и Kazsat-3, то есть не могут приблизиться к ним на опасное расстояние, по крайней мере, за 10-15 лет. В соответствии с приведенной выше общей классификацией ГСС, неопасными являются (более подробно см. ниже):

- все корректируемые ГСС, отстоящие по долготе от Kazsat-2, Kazsat-3 более чем на 1° ;
- все либрационные ГСС класса L2;
- все либрационные ГСС класса L1 с амплитудой либрации менее 10° ;
- все дрейфующие ГСС класса D1 с перигейным расстоянием более 42214 км;
- все дрейфующие ГСС класса D2 с апогейным расстоянием менее 42114 км.

Остальные объекты будем считать потенциально опасными. Они способны хотя бы один раз за 10-15 лет приблизиться к Kazsat-2 и Kazsat-3 на опасное расстояние, менее 50 км.

Выделим более подробно опасные объекты отдельно по каждому классу и определим соответствующие критерии (при необходимости эти критерии могут быть изменены).

1. Потенциально опасные корректируемые ГСС (класс С)

Под действием различного рода возмущений эти ГСС регулярно смещаются со своей долготы, и их приходится время от времени корректировать. Интервал времени между коррекциями составляет примерно 2 месяца (многие ГСС класса С0 корректируются постоянно). На интервале времени между коррекциями эти спутники двигаются по законам либрационных объектов. Следовательно, близкие корректируемые ГСС могут представлять опасность друг для друга, особенно если при коррекции произошел сбой управления. Кроме того, можно показать, что если орбита ГСС имеет большой эксцентриситет e , то вариации долготы в течение суток достигают значения $2e$ радиан. Например, для корректируемого ГСС с $e=0.01$ вариации долготы составляют $0.02 \text{ рад} = 1.1^{\circ}$ в течение суток, а геоцентрическое расстояние может меняться в пределах от 41740 до 42580 км. Подавляющее большинство ГСС класса С имеют эксцентриситет менее 0.003, но есть и такие для которых $e > 0.01$.

Полусуточные вариации долготы за счет наклона плоскости орбиты к плоскости экватора пропорциональны квадрату угла наклона, и при малых углах большого значения не имеют. Типичные наклоны орбит ГСС к экватору не превышают 15° .

Исходя из этих соображений, будем считать, что потенциально опасными являются корректируемые ГСС, отстоящие от Kazsat-2 и Kazsat-3 менее чем на 1° по долготе, вне зависимости от эксцентриситета и угла наклона (в картинной плоскости угловое расстояние 1° соответствует линейному расстоянию 735 км). Таких объектов всего 5. В Таблице 1 приведены некоторые параметры Kazsat-2 и Kazsat-3, а также потенциально опасных ГСС класса С. Обозначения, использованные в Таблице:

№ – номер Norad. Для неотожествленных объектов - внутренний номер (более 60000);

Период – текущий сидерический период обращения в минутах солнечного времени. Для идеального ГСС сидерический период равен 1436.068 минут; Экс – эксцентриситет орбиты; Наклон, Узел – кеплеровские угловые параметры плоскости орбиты в градусах; Долгота – географическая восточная долгота точки стояния в градусах; Mz – звездная величина на нулевой фазе (при максимальной освещенности спутника).

Таблица 1 - Параметры орбит Kazsat-2, Kazsat-3 и потенциально опасных корректируемых ГСС

№	Название	Период	Экс	Наклон	Узел	Долгота	Mz
24932	Meteosat 7	1435.99	0.0002	10.5	38.6	57.75±0.35	13.1±0.4
39728	Kazsat-3	1436.06	0.0001	0.0	67.2	58.50±0.05	11.9±0.4
38091	Beidou DW11	1436.10	0.0004	2.0	54.1	58.68±0.06	12.1±0.4
41748	Intelsat IS 33-E	1436.10	0.0002	0.0	305.1	59.74±0.25	10.3±0.3
39017	Zhonghing 12	1436.10	0.0003	0.0	55.0	87.50±0.05	11.1±0.4
33463	Feng Yun 2E	1436.12	0.0004	1.9	66.0	86.63±0.22	12.8±0.6
37749	Kazsat-2	1436.13	0.0001	0.0	253.2	86.50±0.05	11.8±0.3

Объекты с номерами 24932, 38091, 41748 опасны для Kazsat-3, а 39017 и 33463 – для Kazsat-2. Наиболее опасны те спутники, орбиты которых имеют небольшой наклон i . Чем меньше наклон, тем больше времени этот ГСС находится вблизи плоскости экватора, и тем большую опасность он представляет для соседних корректируемых ГСС. Это замечание справедливо и для неуправляемых спутников.

2. Потенциально опасные либрационные ГСС

Расстояние от центра Земли до геостационарной орбиты около 42164км. Примерно такое же расстояние характерно и для всех либрационных ГСС. По этому параметру либрационные

спутники близки к корректируемым стационарам, и, следовательно, они более опасны, чем дрейфующие объекты. Будем ориентироваться только на либрационные ГСС класса L1. Как отмечено выше, ГСС класса L2 для отечественных спутников опасности не представляют.

Kazsat-2 отстоит от первой точки либрации $\lambda_1=75^0E$ на 11.5^0 , Kazsat-3 отстоит от точки 75^0E на 16.5^0 . Следовательно, все либрационные ГСС класса L1 с амплитудой либрации менее 10^0 заведомо не опасны, так как они просто не могут дойти до долготы отечественных ГСС (для Kazsat-3 граница амплитуды 15^0). Границы в 10^0-15^0 взяты с небольшим запасом. Это связано с тем, что в расчетах учитывались только долгопериодические колебания средней долготы. Короткопериодические вариации истинной долготы (суточные и полусуточные) за счет большого эксцентриситета и угла наклона не учитывались.

Ниже в Таблице 2 перечислены все потенциально опасные объекты класса L1 с амплитудой либрации более 10^0 и наклоном менее 5^0 . Обозначения такие же, как в Таблице 1. Дополнительные параметры:

Дрейф – текущее суточное изменение долготы, град/сутки; Dm – максимальный дрейф (по модулю) при прохождении либрационной долготы 75^0E ; AL – амплитуда либрации в градусах. Долгота ГСС меняется в пределах $75^0 \pm AL$; PL – период либрации в сутках.

Таблица 2 - Потенциально опасные либрационные ГСС с наклоном менее 5^0

№	Период	Экс	Наклон	Узел	Дрейф	Dm	AL	PL	Mz
37950	1435.38	0.0002	0.9	89.1	0.17	0.374	54.2	1002	12.3
2717	1435.42	0.0024	4.0	305.1	0.16	0.436	77.8	1525	13.2
60693	1435.90	0.0079	0.7	266.1	0.04	0.213	26.6	798	16.4
25785	1436.04	0.0001	3.6	70.2	0.01	0.247	31.5	821	11.7
60214	1436.28	0.0134	1.4	77.6	-0.05	0.306	40.8	878	16.6
65241	1436.32	0.0017	0.1	339.9	-0.06	0.094	11.2	753	10.6
33111	1436.42	0.0034	4.4	57.7	-0.09	0.132	15.9	763	12.0
60195	1436.51	0.0119	3.7	60.0	-0.11	0.352	49.3	949	16.8
28094	1436.64	0.0007	2.0	80.4	-0.14	0.147	17.9	768	13.0
27554	1436.77	0.0015	1.1	87.9	-0.18	0.374	54.0	1000	12.6
65210	1437.08	0.0004	3.8	74.0	-0.26	0.406	62.8	1123	12.4

Количество потенциально опасных ГСС класса L1 с наклоном более 5^0 и амплитудой либрации более 10^0 равно 123. Здесь они не приводятся ввиду большого объема информации.

3. Потенциально опасные дрейфующие ГСС

Дрейфующие объекты класса D1 в среднем находятся значительно дальше расстояния 42164 км, а объекты класса D2 – значительно ближе (это две упомянутые выше “орбиты захоронения”). Но, как уже отмечено, при большом эксцентриситете дрейфующие ГСС способны проходить вблизи геостационарной зоны. В качестве критериев “опасности” для дрейфующих ГСС примем следующее: потенциально опасные дрейфующие ГСС способны приближаться к геостационарной орбите менее чем на 50 км, а именно:

Для класса D1 – перигейное (наименьшее) расстояние $R_p=a(1-e)$ меньше 42214км.

Для класса D2 – апогейное (наибольшее) расстояние $R_a=a(1+e)$ больше 42114 км.

Здесь a, e – большая полуось и эксцентриситет орбиты.

Общее количество дрейфующих ГСС в Каталоге, удовлетворяющих эти критериям, равно 549. Из них 31 объект имеют наклон менее 3^0 , 26 объектов – от 3^0 до 5^0 и т.д.

В Таблице 3 перечислены все дрейфующие ГСС с наклоном менее 3^0 (ГСС с наклоном более 3^0 здесь не приводятся, так как их слишком много, и в рамках принятых критериев они наименее опасны). Обозначения такие же, как в предыдущих таблицах. Дополнительные параметры:

Полуось – большая полуось орбиты в км;

Периг – перигейное расстояние минус 42164км (то есть расстояние от ближайшей к Земле точки орбиты до геостационарной орбиты, Периг = $a(1-e) - 42164$);

Апог – апогейное расстояние минус 42164км (то есть расстояние от наиболее далекой точки орбиты до геостационарной орбиты, Апог = $a(1+e)-2164$).

Таблица 3 - Потенциально опасные дрейфующие ГСС с наклоном менее 3°

N	Полуось	Период	Экс	Наклон	Узел	Дрейф	Периг	Апог	Mz
65716	39853.8	1319.66	0.0743	1.5	267.6	31.84	-5272	651	16.0
61258	40179.5	1335.87	0.0612	2.2	308.5	27.08	-4444	475	17.8
60536	40752.7	1364.56	0.0691	1.9	299.1	18.92	-4227	1404	17.4
60853	40892.6	1371.60	0.0676	2.3	312.6	16.97	-4036	1493	17.7
43133	40964.6	1375.21	0.0470	2.8	323.3	15.97	-3126	727	16.2
41122	40982.8	1376.14	0.0322	0.9	93.8	15.72	-2502	140	11.6
39376	41095.3	1381.80	0.0251	2.3	79.2	14.18	-2101	-36	12.0
61409	41235.0	1388.86	0.0526	2.8	311.3	12.27	-3098	1240	17.7
61067	41292.9	1391.78	0.0238	0.8	109.2	11.49	-1853	110	17.8
60086	41296.3	1391.95	0.0518	2.4	312.5	11.44	-3007	1272	16.3
61103	41363.8	1395.37	0.0269	0.8	116.3	10.53	-1912	312	17.2
41106	41444.9	1399.48	0.0182	0.3	91.5	9.44	-1475	37	12.1
4478	41613.7	1408.03	0.0344	2.5	297.3	7.19	-1983	882	13.2
61025	41635.3	1409.13	0.0389	1.3	68.1	6.90	-2148	1091	16.1
60820	41639.2	1409.33	0.0274	1.9	69.4	6.85	-1664	615	16.3
60340	41688.0	1411.81	0.0799	2.5	316.0	6.20	-3809	2857	17.0
65237	42115.6	1433.58	0.0001	0.2	89.5	0.63	-54	-43	13.7
27298	42125.6	1434.10	0.0001	0.3	90.6	0.50	-44	-33	11.6
65251	42127.1	1434.17	0.0002	0.1	78.0	0.48	-46	-28	14.1
38101	42132.0	1434.42	0.0006	1.4	65.6	0.41	-58	-6	11.9
858	42193.7	1437.57	0.0005	1.1	308.1	-0.38	10	50	16.6
69990	42285.9	1442.29	0.0830	0.6	269.3	-1.56	-3389	3632	14.5
40369	42358.9	1446.02	0.0042	0.8	267.3	-2.49	16	374	14.4
38072	42413.8	1448.83	0.0058	1.4	76.6	-3.18	5	495	14.6
61098	42449.7	1450.68	0.0130	0.7	263.6	-3.64	-264	836	16.5
30323	42482.2	1452.34	0.0065	2.1	86.8	-4.05	40	596	13.0
40278	43642.7	1512.26	0.0567	0.8	83.0	-18.19	-995	3952	12.1
41840	44183.0	1540.42	0.0489	0.6	117.5	-24.45	-141	4179	10.5
39729	44479.3	1555.95	0.0584	2.5	53.7	-27.81	-280	4911	12.2
40259	44756.1	1570.49	0.0578	1.9	79.4	-30.90	3	5181	12.2
39614	45122.5	1589.82	0.0690	2.3	78.7	-34.91	-156	6073	12.3

Объекты с отрицательным дрейфом по долготе относятся к классу D1, с положительным дрейфом – к классу D2. Если параметры ‘Периг’, ‘Апог’ имеют одинаковые знаки, то данный объект только приближается к геостационарной зоне, но не пересекает ее. Если знаки разные, то этот ГСС способен пересекать геостационарную зону, и, следовательно, он более опасен по сравнению с другими дрейфующими спутниками. Объекты с номерами 65237, 27298, 65251 отнесены к дрейфующим, но, на самом деле, это управляемые ГСС, которые либо находятся на переходных орбитах, либо имеют специальное функциональное назначение.

4. Реально опасные ГСС

Как определено выше, потенциально опасные ГСС – это такие спутники, которые способны хотя бы один раз за 10-15 лет подойти на опасное расстояние к Kazsat-2 или Kazsat-3. Общее количество таких объектов в Каталоге равно 688. Но на заданном небольшом интервале не все из них реально опасны. Например, либрационный ГСС с амплитудой либрации $AL=25^0$ и текущей географической долготой 100^0E , в данное время реально опасен только для корректируемых ГСС, расположенных вблизи этой же долготы 100^0E . Для Kazsat-2 он может стать реально опасным через несколько месяцев, а для Kazsat-3 – примерно через год.

Для примера в Таблицах 4 и 5 приведены реально опасные объекты для отечественных спутников в январе и марте 2017 года. В расчетах учитывались все объекты Каталога, вне зависимости от класса ГСС и параметров орбит. Критерий опасности – сближение до расстояния менее 50 км в пространстве. Обозначения, использованные в Таблицах:

№ – номер Norad. Для неотожествленных объектов – внутренний номер (более 60000); Класс – класс ГСС (С–корректируемый, L–либрационный, D–дрейфующий); UT – ориентировочное Всемирное время минимального сближения (формат чч:мм); D – полное расстояние минимального сближения в км, $D^2=U^2+R^2$; U – расстояние минимального сближения в картинной плоскости

(всегда неотрицательно); R – расстояние минимального сближения по лучу зрения (может быть отрицательным)

Таблица 4 - ГСС, реально опасные для Kazsat-2 в январе и марте 2017 г.

№	Класс	Год	М-ц	День	УТ	D	U	R
22963	L	2017	01	05	12:47	33.9	33.2	6.7
60386	D	2017	01	06	09:34	27.5	7.5	26.5
9503	L	2017	01	15	19:37	42.4	32.5	27.3
13129	L	2017	01	16	08:44	40.9	5.4	-40.6
20367	L	2017	01	17	10:42	11.8	9.5	-6.9
33111	L	2017	01	18	02:14	39.6	19.3	-34.6
25050	L	2017	01	24	00:56	36.5	11.4	-34.7
23010	L	2017	01	25	11:06	20.4	12.9	15.7
19330	L	2017	01	31	21:20	25.8	25.6	-2.9
33463	C	2017	03	03	11:58	30.4	26.1	15.5
33463	C	2017	03	04	11:54	15.8	2.8	15.5
33463	C	2017	03	04	23:52	30.7	24.4	-18.7
33463	C	2017	03	05	11:50	25.2	19.8	15.5
33463	C	2017	03	05	23:48	18.8	2.0	-18.7
33463	C	2017	03	06	11:46	44.7	41.9	15.5
33463	C	2017	03	06	23:44	27.2	19.8	-18.6
33463	C	2017	03	07	23:40	45.0	41.0	-18.6
26939	L	2017	03	19	08:58	32.8	6.1	-32.2
10987	L	2017	03	19	15:45	47.6	16.7	44.6
10365	L	2017	03	22	03:26	44.7	8.1	-44.0
10365	L	2017	03	26	15:08	44.4	42.4	13.0
21016	L	2017	03	28	18:16	24.2	9.5	22.3
21016	L	2017	03	29	06:15	34.3	34.3	-0.4

Таблица 5. ГСС, реально опасные для Kazsat-3 в январе и марте 2017 г.

№	Класс	Год	М-ц	День	УТ	D	U	R
20659	L	2017	01	01	13:44	32.4	3.1	32.3
20659	L	2017	01	02	01:42	30.5	24.7	-17.8
12618	L	2017	01	02	11:17	13.7	2.8	13.4
24435	L	2017	01	11	14:16	11.7	8.2	-8.4
24435	L	2017	01	13	02:10	40.5	34.4	-21.3
11561	L	2017	01	20	21:42	38.4	36.6	11.5
11561	L	2017	01	21	09:40	41.4	27.1	-31.4
20473	L	2017	01	23	13:00	10.4	5.7	-8.7
20473	L	2017	01	24	00:58	44.1	42.6	-11.2
60006	L	2017	01	30	20:37	21.4	21.3	2.1
24932	C	2017	03	01	23:57	31.3	30.9	5.1
24932	C	2017	03	02	11:55	49.6	49.5	-2.4
24932	C	2017	03	02	23:54	8.2	6.5	5.1
24932	C	2017	03	03	11:52	25.6	25.5	-2.4
24932	C	2017	03	03	23:50	17.8	17.1	5.1
24932	C	2017	03	04	11:48	3.3	2.3	-2.4
24932	C	2017	03	04	23:46	40.2	39.9	5.1
24932	C	2017	03	05	11:44	20.3	20.1	-2.4
24932	C	2017	03	06	11:40	41.8	41.7	-2.4
14940	L	2017	03	08	07:52	34.5	33.8	6.7
20266	D	2017	03	13	20:47	46.4	46.4	-1.5
14134	D	2017	03	16	08:24	24.7	17.3	17.7
65098	D	2017	03	17	06:27	34.0	17.3	-29.3
25642	L	2017	03	26	21:56	19.7	19.2	4.4
25642	L	2017	03	27	09:54	42.0	14.1	39.5

При расчете данных таблиц 4 и 5 приняты следующие предположения.

Сидерический период для Kazsat-2, Kazsat-3 равен 1436.082 минут, то есть по этому параметру отечественные спутники являются идеальными ГСС. Все другие объекты в январе и марте 2017 года не корректировались, даже если они относятся к классу С.

Моменты сближений рассчитывались с внутренней точностью 2мсек, линейные расстояния – с точностью 5м (соответствующий метод изложен в работе [5]).

Однако действительная погрешность расчетов линейных расстояний D,U,R довольно велика, около 30 км. Здесь сказываются ограниченная точность математической модели, погрешности в задании элементов орбит и др. Тем не менее, приведенные выше Таблицы дают общее представление о ситуации в геостационарной зоне в целом, а также вблизи казахстанских спутников связи Kazsat-2 и Kazsat-3.

Работа выполнена в рамках проектов №0069/ГФ4 и №003-1/ПЦФ-15-АКМИР –Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Диденко А. В., Демченко Б. И., Усольцева Л. А., Афонин А. Н., Калужный Е. А., Гордыгага Н. Н., Старожилов Н. И., Зикрань В. А., Есенгали С. Р., Кабенко Ф. Х. //Зональный каталог геостационарных спутников. Вып.2. Алматы, Гылым.– 2000.– 108с.
- [2] Сочилина А. С., Вершков А. Н., Григорьев К. В., Киладзе Р. И., Гаязов И. С. Каталог улучшенных орбит неуправляемых геостационарных объектов. С.-Петербург, ИТА РАН.– 1994.– т.1.– 102с: т.2.–, 95с.
- [3] Сочилина А. С., Киладзе Р. И., Григорьев К. В., Вершков А. Н. Каталог орбит геостационарных спутников. С.-Петербург, ИТА РАН.– 1996.– 104с.
- [4] Киладзе Р. И., Сочилина А. С. Теория движения геостационарных спутников. С.-Петербург, ГАО РАН.– 2008.– 132с.
- [5] Демченко Б. И., Диденко А. В. Фрактальная размерность взаимных сближений ГСС и некоторые статистические оценки. // Экологический Вестник НЦ ЧЭС.– 2013.– т.3, –№4.–С.63-66.

REFERENCES

- [1] Didenko A.V., Demchenko B.I. Usoltseva L.A. et al. Zone catalogue of geostationary satellites. Issue 2. Almaty. Gylm, 2000, 108 p.
- [2] Sochilina A.S., Vershkov A.N., Grigoriev K.V., Kiladze R.I., Gayazov I.S. Catalog of improved orbits of uncontrolled geostationary objects. St. Petersburg, ITA RAS, 1994, vol.1, 102p; V.2.-, 95p.
- [3] Sochilina A.S., Kiladze R.I., Grigoriev K.V., Vershkov A.N. Catalog of orbits of geostationary satellites. St. Petersburg, ITA RAS, 1996, 104p.
- [4] Kiladze R.I., Sochilina A.S. The theory of motion of geostationary satellites. St. Petersburg, GAO RAS, 2008, 132p.
- [5] Demchenko B.I., Didenko A. V. Fractal dimension of GCC mutual approaches and some statistical estimates. Ecological Bulletin of the Center of the BSEC, 2013, vol.3, №4, P.63-66.

**Б. И. Демченко¹⁾, В. А. Воропаев²⁾, А. А. Комаров¹⁾,
А. В. Серебрянский¹⁾, Л. А. Усольцева¹⁾, Ч. Б. Акниязов¹⁾**

В.Г. Фесенкова атындағы Астрофизика институты, Алматы, Қазақстан

KAZSAT-2 және KAZSAT-3 ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БАЙЛАНЫС СЕРІКТЕРІ ҮШІН ӘЛЕУЕТТІ ҚАУІПТІ ГЕОТҰРАҚТЫ СЕРІКТЕР

Аннотация. 2017 жылдың басында ГТС аймақтық Каталогынан мәліметтер негізінде ГТС жаңартылған жіктемесі берілді. Әр топ бойынша өте жақын өту негізінде қауіптіліктің критерилері анықталды. Түзетілген ГТС үшін, соның ішінде Kazsat-2 және Kazsat-3 үшін олардың жұмысқа қабілеттілігі 10-15 жыл уақыты ішінде әлеуетті қауіпті объектілердің тізімі келтірілді. Көрші түзетілетін геотұрақтыларға қарағанда басқарылмайтын серіктер кем емес қауіпті екені көрсетілді. 2017 жылдың қаңтар және наурыз айларына Kazsat-2 және Kazsat-3 үшін нақты қауіпті ГТС кестесі берілді. Осы айларда басқа ГТС Kazsat-2 және Kazsat-3 жақындауы 50 км қашықтыққа дейін 3-4 тәулікте шамамен 1 рет болды.

Тірек сөздер: геотұрақты объект, геотұрақты рбита, қауіпті жақындау, Kazsat-2, Kazsat-3.

МАЗМҰНЫ

<i>Сайдуллаева Н.С., Қабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Тагаев Н.С., Каликулова А.О.</i> Электр тізбегінің сыртқы кедергісінде бөлінетін қуатты зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру.....	5
<i>Асанова А.Т., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П.</i> Гиперболалық тектес дербес туындылы интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін бейлокал есеп туралы.....	11
<i>Сайдуллаева Н.С., Қабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О.</i> Компьютерлік зертханалық жұмыстарды орындау үшін бірімді емес есептер мен берілгендері түгел емес есептерді құрастыру.....	19

Аспан механикасының, жұлдыздар жүйесінің және ядролық астрофизика мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Буркова Н.А., Джазаиров-Кахраманов А.В., Ткаченко А.С., Бейсенов Б.У., Мукаева А.Р.</i> Радиациялық ${}^3\text{He}^4\text{He}$ басып алу астрофизикалық S-факторы.....	25
<i>Ибраимова А.Т.</i> Жұлдызды шоғырлардың сандық үлгілеріндегі жарқырағыштылық кескіні.....	32
<i>Гайсина В.Н., Денисюк Э.К., Валиуллин Р.Р., Кусакин А.В., Шомшекова С.А., Рева И.В., NGC 5548</i> Айнымалы сейферт ғаламы.....	41
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б., KAZSAT-2 және KAZSAT-3</i> Қазақстандық байланыс серіктері үшін әлеуетті қауіпті геотұрақты серіктер	50
<i>Акниязов Ч.Б.</i> Ғарыштық коқыс бұлтындағы объекттердің соқтығысу ықтималдылығын анықтауды болжауға арналған қысқа және ұзақ мерзімді әдіс.....	57
<i>Серебрянский А.В., Кругов М.А., Валиуллин Р.Р., Комаров А.А., Демченко Б.И., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.,</i> Қазақстандағы ассы-түрген обсерваториясының жаңа оптикалық кешені	66
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., 2016</i> жылы Тянь-шань және ассы-түрген обсерваторияларында геостационар серіктерді бақылау нәтижелері.....	74

Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Кругов М.А., PC 12 және M1-46</i> планеталық тұмандықтардың спектрлік зерттеулері.....	81
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.</i> Жас жұлдыздарда X-гау эмиссиялар құрылуының негізгі механизмдері	90
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.</i> Хебигтің AeBe қос жұлдыздарынан X-гау эмиссияларды бақылау	96
<i>Павлова Л.А.</i> Жас жұлдыздар қабаттарындағы айнымалылықтың құрылымдарын және механизмдерін зерттеу.....	102
<i>Терецченко В.М., «Жұлдыздардың спектродетекциялық каталогы» O-B-жұлдыздар үшін</i> бақыланатын және есептелген жұлдыздар шамасын және түстерінің көрсеткіштерін салыстыру.....	110
<i>Шестакова Л.И., Рева И.В., Кусакин А.В. WD1145+017</i> ақ ергежей маңындағы планетоидтардың транзиттік өтуі және олардың термиялық эволюциясы.....	117
<i>Серебрянский А.В., Шестакова Л.И., Рева И.В. WD1145 + 017</i> ақ ергежейдің жарқырау қисығының талдауы.....	123
<i>Айманова Г.К., Серебрянский А.В., Рева И.В. SDSS 1507 + 52</i> катаклизмалық айнымаланың фотометрлік зерттеулері.....	129
<i>Терецченко В.М.,</i> Фотометрлік мәліметтер бойынша энергияның спектрлік таралуының абсолютизациясы.....	136
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.,</i> Соңғы спектрлік кластардағы жұлдыздар жанында сублимациялану процесінде шаң-тозаңды бөлшектердің орбиталық эволюциясы.....	143
<i>Шомшекова С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Тянь-Шань</i> Астрономиялық Обсерваториясындағы 1-метрлік телескопқа арналған фотометрлік жүйені стандарттау.....	155

Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М.,</i> Жеделдетілген протондар қуатына корональ шығарулардың соққы толқынының әсері.....	162
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., 2004-2016</i> жылдары Юпитердің солтүстік және оңтүстік жартышарларында аммиактың жұту жолында асимметрияны зерттеу.....	170
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г., Филиппов В.А.</i> Юпитердің галилейлік серіктеріндегі өзара бірігулерді және тұтылуды зерттеу (халықаралық бағдарлама РНЕМУ-15).	179
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Лысенко П.Г., Филиппов В.А., Харитонова Г.А., Хоженец А.П.,</i> Юпитер: көпжылдық бақылаулар бойынша бес негізгі ендік белдіктерінде молекулалық жұтудың вариациясы.....	185
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г. 2016</i> жылы экватор бойында және юпитердің орталық меридианында аммиак және метанның жұту вариациясы. 8 Жұту жолағы үшін салыстырмалы талдау.....	192
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Юпитер дискісі бойынша аммиакты және метанды жұтудың кеңістікті-уақыттық вариациясы параметрлерінің корреляциялық өзара байланысы және олардың күн қарқындылығы индексімен байланысы	204
<i>Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Комаров А.А., Рева И.В.</i> Атмосфералық экстинкцияның лездік мәндері және ауысуы коэффициенттері.....	209

* * *

<i>Ақылбаев М.И., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Коэффициенті айнымалы, бірінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін спектралді таралым әдісі арқылы шешу.....	215
<i>Құдайберген А.Д., Байгісова Қ.Б., Жетпісбаев Қ.У., Алжамбекова Г.Т., Сәрсембаева Б.Д.</i> Нанокұрылымдардың ЖТАӨ қасиеттеріне әсері.....	223
<i>Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Коэффициенттері тұрақты екінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Кошилік есебін шешудің операторлық әдісі туралы.....	230
<i>Жақып-тегі К.Б.</i> Гуктың заңы анизотроптық денелердің серпілімдік теориясында.....	241
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абдрахманова Х.К., Джумагалиева А.И., Қыдырбекова Ж.Б.</i> MATLAB бағдарламалық пакетін қолданып «Тікбұрыш екі диэлектрик жазықтық ішінде орналасқан ұзын, зарядталған өткізгіштен құралған жүйенің электр өрісін модельдеу» атты зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру	252
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Тоқжигитова А.А., Абдикерова Ж.Р.</i> Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивті катушканың реактивті кедергісінің тоқ жиілігіне тәуелдігін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастыру.....	259
<i>Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ., Майлина Х.Р., Манабаев Н.К., Омаров Т.К., Мырзашева Ф.Т.</i> Акустикалық интерферометрде конденсирленген орталардағы ультрадыбыстық жұтылу коэффициентін зерттеу.....	266
<i>Сэрээтэр Гульбахыт, Дюсембина Ж.К.</i> Модульдік оқыту технологиясын математика сабағында қолдану.....	274

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Тагаев Н.С., Каликулова А.О.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию мощности выделяемой на внешней нагрузке электрической цепи.....	5
<i>Асанова А.Т., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П.</i> О Нелокальной задаче для системы интегро-дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа.....	11
<i>Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О.</i> Конструирование неоднозначных задач и задач с недостающими данными для выполнения компьютерных лабораторных работ	19

Проблемы небесной механики, динамики звездных систем и ядерной астрофизики

<i>Дубовиченко С.Б., Буркова Н.А., Джазаиров-Кахраманов А.В., Ткаченко А.С., Бейсенов Б.У., Мукаева А.Р.,</i> Астрофизический S-фактор радиационного $^3\text{He}^4\text{He}$ захвата.....	25
<i>Ибраимова А.Т.,</i> Профили светимости в численных моделях звездных скоплений.....	32
<i>Гайсина В.Н., Денисюк Э.К., Валиуллин Р.Р., Кусакин А.В., Шомшекова С.А., Рева И.В.,</i> Переменность сейфертовской галактики NGC 5548.....	41
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.,</i> Геостационарные спутники, потенциально опасные для Казахских спутников связи KAZSAT-2 и KAZSAT-3.....	50
<i>Акниязов Ч.Б.,</i> Коротко-временной и долговременной подход для прогноза определения вероятности столкновения объектов в облаке космического мусора.....	57
<i>Серебрянский А.В., Кругов М.А., Валиуллин Р.Р., Комаров А.А., Демченко Б.И., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.,</i> Новый оптический комплекс на обсерватории Ассы-Турген в Казахстане.....	66
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.,</i> Результаты наблюдений геостационарных спутников в Тянь-Шанской и Ассы-Тургенской обсерваториях в 2016 году.....	74

Исследование звезд и туманностей

<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Кругов М.А.,</i> Спектральные исследования планетарных туманностей PC 12 и M1-46.....	81
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.,</i> Основные механизмы формирования X-гау эмиссии в молодых звездах.....	90
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.,</i> Наблюдения X-гау эмиссии от двойных звезд AeVe Хербига.....	96
<i>Павлова Л.А.,</i> Исследование структуры и механизмов переменности в оболочках молодых звезд.....	102
<i>Терецко В.М.,</i> Сравнение наблюдаемых и вычисленных звездных величин и показателей цвета для O-B-звезд «Спектрофотометрического каталога звезд».....	110
<i>Шестакова Л.И., Рева И.В., Кусакин А.В.,</i> Транзитные прохождения планетоидов около белого карлика WD1145+017 и их термическая эволюция.....	117
<i>Серебрянский А.В., Шестакова Л.И., Рева И.В.,</i> Анализ кривой блеска белого карлика WD1145+017.....	123
<i>Айманова Г.К., Серебрянский А.В., Рева И.В.</i> Фотометрические исследования катаклизмической переменной SDSS 1507 + 52	129
<i>Терецко В.М.,</i> Абсолютизация спектрального распределения энергии звезд по фотометрическим данным.....	136
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.,</i> Орбитальная эволюция пылевых частиц в процессе сублимации около звезд поздних спектральных классов.....	143
<i>Шомшекова С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н.,</i> Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа ТШАО.....	155

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М.,</i> Влияние ударной волны корональных выбросов на энергию ускоренных протонов. . .	162
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А.,</i> Исследование асимметрии в ходе поглощения аммиака в северном и южном полушариях Юпитера в 2004-2016 годах.....	170
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г., Филиппов В.А.,</i> Наблюдения взаимных соединений и затмений галилеевых спутников Юпитера (Международная программа RHEMU-15).....	179
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Лысенко П.Г., Филиппов В.А., Харитонова Г.А., Хоженец А.П.,</i> Юпитер: вариации молекулярного поглощения в пяти основных широтных поясах по многолетним наблюдениям.....	185
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Вариации поглощения аммиака и метана вдоль экватора и центрального меридиана юпитера в 2016 году. Сравнительный анализ для 8 полос поглощения.....	192
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.,</i> Корреляционные взаимосвязи параметров пространственно-временных вариаций аммиачного и метанового поглощения по диску Юпитера и их связь с индексом солнечной активности.....	204
<i>Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Комаров А.А., Рева И.В.,</i> Коэффициенты перехода и мгновенные значения атмосферной экстинкции.....	209

* * *

<i>Ақылбаев М.И., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с переменным коэффициентом, методом отклоняющегося аргумента.....	215
<i>Кудайберген А.Д., Байгисова К.Б., Жетписбаев К.У., Алджамбекова Г.Т., Сарсембаева Б.Д.</i> Влияние наноструктуры на свойства ВТСП	223
<i>Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши, для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, операторным методом.....	230
<i>Джакупов К.Б.</i> Закон Гука в теории упругости анизотропных тел	241
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абдрахманова Х.К., Джумагалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> Организация выполнения лабораторной работы «Моделирование электрического поля системы, состоящей из диэлектрического угольника и длинного заряженного проводника» с использованием пакета программ MATLAB.....	252
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Токжигитова А.А., Абдикерова Ж.Р.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию зависимости реактивного сопротивления катушки индуктивности от частоты переменного тока.....	259
<i>Нысанбаева С.К., Турлыбекова Г.К., Майлина Х.Р., Манабаев Н.К., Омаров Т.К., Мырзаева Ф.Т.</i> Исследование коэффициента ультразвукового поглощения в конденсированных средах на акустическом интерферометре	266
<i>Сэрээтэр Гульбахыт, Дюсембина Ж.К.</i> Технология модульного обучения на уроках математики.....	274

CONTENTS

<i>Saidullayeva N.S., Kabyzbekov K.A., Pazylova D.T., Tagaev N.S., Kalikulova A.O.</i> Organization of computer lab work to study the power of an electrical circuit oozed on an exterior loading.....	5
<i>Assanova A.T., Ashirbaev H.A., Sabalakhova A.P.</i> On the nonlocal problem for a system of the partial integro-differential equations of hyperbolic type.....	11
<i>Saidullayeva N.S., Kabyzbekov K.A., Pazylova D.T., Ashirbaev Kh.A., Kalikulova A.O.</i> Designing the ambiguous tasks and tasks with missing data for performance of computer laboratory works.....	19

Problems of celestial mechanics, dynamics of stellar systems and nuclear astrophysics

<i>Dubovichenko S. B., Burkova N.A., Dzhezairov-Kakhramanov A.V., Tkachenko A.S., Beisenov B.U., Mukaeva A.R.</i> Astrophysical S-factor for the radiative ${}^3\text{He}^4\text{He}$ capture.....	25
<i>Ibraimova A.T.</i> Luminosity profiles in numerical models of star clusters.....	32
<i>Gaisina V., Denissyuk E., Valiullin R., Kusakin A., Shomsheikova S., Reva I.</i> Variability of Seyfert galaxy NGC 5548.....	41
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Serebryansky A. V., Voropaev V. A., Usoltseva L. A., Akniyazov C. B.</i> Geostationary satellites, potentially dangerous for Kazakhstan communication satellites KAZSAT-2 AND KAZSAT-3.....	50
<i>Akniyazov C. B.</i> Short- and long- term approach collision probability of the objects in space debris cloud.....	57
<i>Serebryanskiy A., Krugov M., Valiullin R., Komarov A., Demchenko B., Usoltseva L., Akniyazov Ch.</i> The new optical complex at assy-turgen observatory in Kazakhstan.....	66
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A.V., Usoltseva L. A.</i> Results of observations of geostationary satellites at Tien Shan and Assy- Turgen astronomical observatory in 2016	74

The study of stars and nebulae

<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Krugov M.</i> Spectral study of the planetary nebulae PC 12 and M1-46.....	81
<i>Pavlova L.A., Vil'koviskij E.Ya.</i> The main formation mechanisms of X-Ray emission of the young stars.....	90
<i>Pavlova L.A., Vilkoviskij E.Ya.</i> Observations of X-ray emission from binaries herbig AeBe stars.....	96
<i>Pavlova L.A.</i> Investigating of the structure and mechanisms variability in envelopes of young stars.....	102
<i>Tereschenko V. M.</i> The comparison of the observed and calculated magnitudes and color-indexes for O-B-stars of "Spectrophometrical catalogue of stars".....	110
<i>Shestakova L.I., Pesa H.B., Kysakun A.B.</i> Transit passages of planetoids near white dwarf WD1145 + 017 and their thermal evolution.....	117
<i>Serebryanskiy A.V., Shestakova L.I., Reva I.V.</i> Analysis of light curves of the white DWARF	123
<i>Aimanova G. K., Serebryanskiy A. V., Reva I.V.</i> Photometric studies of the cataclysmic variable SDSS 1507 + 52.....	129
<i>Tereschenko V. M.</i> The absolutization of spectral energy distribution of stars on spectral and photometric data	136
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> Orbital evolution of dust particles in the sublimation process around stars of late spectral classes	143
<i>Shomsheikova S. A., Reva I. V., Kondratyeva L.N.</i> Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope on TShAO.....	155

Physics of the Sun and solar system bodies

<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M.</i> Effect of the shock wave of coronal ejection on the energy of accelerated protons.....	162
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A.</i> Ammonia absorption asymmetry along the latitudes of the northern and southern hemispheres of Jupiter from 2004-2016 observations	170
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfel V.G., Filippov V.A.</i> The observations of the Jipiter galilean satellites mutual occultations and eclipses (PHEMU-15 international program).....	179
<i>Tejfel V.G., Karimov A.M., Lysenko P.G., Filippov V.A., Kharitonova G.A., Khozhenetz A.P.</i> Jupiter: variations of the molecular absorption at five main latitudinal belts from longtime observations.....	185
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The variations of ammonia and methane absorption along the jovian equator and central meridian in 2016. Comparative analysis of the eight absorption bands.....	192
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> Mutual correlations of the parameters of the methane and ammonia absorption spatial-temporal variations over jovian disk and their connections with the solar activity index	204
<i>Serebryanskiy A., Usoltseva L., Komarov A., Reva I.</i> The trasformation coefficients and instantaneous values of atmospheric extinction.....	209

* * *

<i>Akylbaev M.I., Besbayev G.A., Shaldanbaev A.Sh.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the first order with a variable coefficient, by the method of a deviating argument.....	215
<i>Kudaibergen A.D., Baigisova K.B., Zhetpisbayev K.U., Aldzhambekova G.T., Sarsembayeva B.D.</i> Effect of nanostructures on HTSC properties	223
<i>Besbayev G.A., Shaldanbaev A.Sh., Akylbayev M.I.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the second order with constant coefficients, by the operator method.....	230
<i>Jakupov K.B.</i> Hook's law in the theory of elasticity of anisotropic bodies.....	241
<i>Kabyrbekov K. A., Ashirbaev H.A., Abdrahmanova H. K., Dzhumagalieva A.I., Kydybekova Zh.B.</i> Managing the implementation of laboratory work "Simulation of the electric field of a system consisting of dielectric triangles and long conductor charged" with using MATLAB software package	252
<i>Kabyrbekov K.A., Saidahmetov P.A., Omashova G.Sh., Tokzhigitova A.A., Abdikerova Zh.R.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of dependence of condensance of inductance coils from frequency of the alternating current.....	259
<i>Nysanbaeva S.K., Turlybekova G.K., Maylina Kh.R., Manabaev N.K., Omarov T.K., Myrzacheva F.T.</i> Research of the ultrasonic absorption coefficient in condensed states on acoustic interferometer.....	266
<i>Sereeter G., Dyusembina Zh.K.</i> Using modular technology at math lesson.....	274

**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>

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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

Подписано в печать 27.07.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
17,8 п.л. Тираж 300. Заказ 4.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19