

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

2022 • 1

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944



ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич (бас редактордың орынбасары), медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) Н = 23

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері (Дэчон, Корея) Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі (Санкт-Петербург, Ресей) Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш Республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Ақушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі (Чебоксары, Ресей) Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры (Карачи, Пәкістан) Н = 21

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

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н = 26

РОСС Самир, Ph.D, Миссисипи университетінің Фармация мектебі өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу орталығының профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 26

МАЛЪМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша) Н = 22

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, Ph.D (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) Н = 27

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич (заместитель главного редактора), доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 11

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан) Н = 23

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея) Н = 34

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

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

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, академик НАН РК, доктор медицинских наук, профессор, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан) Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия) Н = 23

ФАРУК Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

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

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н = 26

РОСС Самир, доктор Ph.D, профессор Школы фармации Национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 26

МАЛЪМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша) Н = 22

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (Ph.D, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия) Н = 27

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»**ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19

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

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemistry, Professor, Academician of NAS RK, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 11

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan) H = 23

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

SANG-SOO Kwak, Ph.D in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB) (Daecheon, Korea) H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan) H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia) H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan) H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia) H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA) H = 27

CALANDRA Pietro, Ph.D in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H = 26

ROSS Samir, Ph.D, Professor, School of Pharmacy, National Center for Scientific Research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland) H = 22

OLIVIERRO ROSSI Cesare, Ph.D in Chemistry, Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy) H = 27

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

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

В.Ю. Ким

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

E-mail: kim@aphi.kz

**ИЗОЛИРОВАННЫЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ПУЛЬСАРЫ КАК ВОЗМОЖНЫЕ
ПОТОМКИ МАССИВНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ**

Аннотация. Рассмотрены особые подклассы изолированных нейтронных звезд – аномальных рентгеновских пульсаров (АРП) и мягких гамма-репитеров (МГР). Наблюдаемые проявления данных источников могут указывать на аккреционную природу их рентгеновского излучения. Показано, что изолированные рентгеновские пульсары могут быть потомками наиболее широких пар рентгеновских двойных систем, где нейтронная звезда сформировалась при коллапсе ядра первой звезды в массивной двойной системе. Распад системы мог произойти после вспышки сверхновой ее массивного компаньона. В этом подходе долгопериодические изолированные рентгеновские пульсары являются старыми нейтронными звездами, аккрецирующими из остаточных структур, которые могли сформироваться еще в эпоху их существования в двойной системе, а окружающие их молодые остатки от вспышки сверхновой могут быть продуктом конечной стадии эволюции их бывших массивных компаньонов. Также в статье приводятся результаты численных расчетов параметров АРП и МГР в рамках различных аккреционных приближений. Показано, что наилучшего согласия удастся достичь в рамках приближения магнито-левитационной аккреции.

Ключевые слова: нейтронные звезды, изолированные рентгеновские пульсары, аккреция.

В.Ю. Ким

Фесенков атындағы астрофизика институты, Алматы, Қазақстан.

E-mail: kim@aphi.kz

**РЕНТГЕН ПУЛЬСАРЛАРЫН МАССИВТІ ҚОС РЕНТГЕН ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ
ЖҰРНАҒЫ РЕТІНДЕ ОҚШАУЛАУ**

Аннотация. Мақалада оқшауланған нейтрон жұлдыздарының ерекше ішкі кластары - өзгеретін рентген пульсарлары (ӨРП) және жұмсақ гамма репитерлері (ЖГР) қарастырылды. Берілген объектілердің бақыланатын көрінісі олардың рентгендік сәулеленуі аккрециялық табиғатына бағыттайды. Массивті қос жүйеде алғашқы жұлдыздың ядросы коллапс кезінде қалыптасуы, оқшауланған рентген пульсарларының ерекше кең рентген қос жүйелі жұптарының тегі болуы мүмкіндігі көрсетілген. Жүйенің ыдырауы оның массивті құраушысы асқын жаңа жұлдыздың жарқ етуінен кейін болуы мүмкін. Бұл әдісте оқшауланған ұзақ периодты рентген пульсарлары қалдық құрылымдардан аккрецияланатын кәрі нейтрон жұлдыздары болып табылады, олар қос жүйеде болған дәуірде қалыптасуы мүмкін, ал асқын жаңа жұлдыздың жарқ етуінен қоршалған жас қалдықтары бұрынғы массивті құраушыларының соңғы эволюциялық сатыдағы өнімі болуы мүмкін. Мақалада әртүрлі аккрециялық жуықтау шеңберінде ӨРП және ЖГР параметрлерінің сандық есептеулерінің нәтижелері келтірілген. Магниттік левитацияны аккредиттеу сценарийі аясында ең жақсы келісімге қол жеткізуге болатындығы көрсетілген.

Түйін сөздер: нейтрон жұлдыздары, оқшауланған рентген пульсарлары, аккреция.

V.Y. Kim

Fesenkov Institute of astrophysics, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: kim@aphi.kz

ISOLATED X-RAY PULSARS AS POSSIBLE DESCENDANTS OF HIGH-MASS X-RAY BINARY SYSTEMS

Abstract. Special subclasses of isolated neutron stars - anomalous X-ray pulsars (AXPs) and soft gamma-ray repeaters (SGRs) are considered. The observed manifestations of these sources may indicate the accretionary nature of their X-ray emission. It is shown that isolated X-ray pulsars can be descendants of the widest pairs of high-mass X-ray binaries, where a neutron star was formed during the collapse of the core of the first star in a massive binary system. The disintegration of the system could have occurred after a supernova explosion of its massive companion. In this approach, long-period isolated X-ray pulsars are old neutron stars accreting from remnant structures that could have formed during the epoch of their existence in a binary system, and the young supernova remnants surrounding them may be the product of the final stage of evolution of their former massive companions. The article also presents the results of numerical calculations of the AXP and SGR parameters in the framework of various accretionary approximations. It is shown that the best agreement can be achieved within the framework of the Magnetic Levitation Accretion scenario.

Key words: neutron stars, isolated X-ray pulsars, accretion.

Acknowledgement. This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09258811).

Введение. Аномальные рентгеновские пульсары (АРП) и мягкие гамма-репитеры (МГР) являются особыми подклассами изолированных нейтронных звезд, у которых светимость L_x превышает потери вращательной энергии \dot{E}_{rot} за некоторым исключением [1]. Данные объекты характеризуются узким диапазоном периодов P (2-12 с.), быстрым темпом торможения (\dot{P} ($\sim 10^{-11}$ с/с) [2], мягким рентгеновским спектром ($T_{bb} \sim 0.5$ кэВ) [3], низкой рентгеновской светимостью $L_x \sim 10^{35}$ эрг/с по сравнению с рентгеновскими пульсаром, входящими в массивные тесные двойные системы (НМХВ) [1], некоторые объекты ассоциированы с остатками вспышек сверхновых [4]. Основным отличием МГР от АРП являются непериодические вспышки в рентгеновском и гамма-диапазоне с увеличением светимости от нескольких порядков до десятка, гигантские вспышки могут иметь светимости порядка $\sim 10^{43-47}$ эрг/с [1].

С момента открытия АРП и МГР исходно рассматривалось, что характеристики их рентгеновского излучения обнаруживают близкое сходство с излучением аккрецирующих рентгеновских пульсаров в двойных системах [4]. В статье об открытии первого АРП 1E 2259 [4] авторы предположили, что данный объект является либо изолированным пульсаром, аккрецирующим из окружающей его туманности G109.1-1.0, либо является компонентом тесной двойной системы. Авторами также отмечено отсутствие наблюдательных подтверждений наличия оптического компаньона и отсутствие Доплеровских сдвигов в профилях пульсации, характерных для рентгеновских пульсаров, входящих в тесные двойные системы, что в свою очередь говорит об их изолированном состоянии.

Основными вопросами в интерпретации АРП и МГР являются механизм генерации их рентгеновского излучения в отсутствие звезды-донора, снабжающего веществом для аккреции, а также относительно долгие периоды осевого вращения в сравнении с изолированными радиопульсарам.

Материалы и основные методы. Для теоретических расчетов и оценок по интерпретации наблюдаемых характеристик АРП и МГР, выполненных в рамках данной работы, использовались открытые данные из каталога McGill [3], каталога радиопульсаров ATNF [6], а также из публикаций, приведенных в разделе использованной литературы. Методы и подходы, используемые в данной работе, соответствуют общепринятым по исследованию ротационной эволюции пульсаров и подробно расписаны в разделе “результаты”.

Результаты. Остаточные аккреционные структуры изолированных пульсаров. Как было уже упомянуто во введении: с момента открытия АРП и МГР исходно рассматривались как аккрецирующие нейтронные звезды [7]. В данной главе разобраны основные аккреционные модели АРП и МГР: сферическая, дисковая и магнито-левитационная аккреции, а также их происхождение. Условно, сферическую аккрецию и аккрецию из Кеплеровского диска относят к немагнитным

моделям аккреционных структур, в которых не учитывается присутствие магнитного поля в веществе, захватываемое компактным объектом на радиусе Бонди [8].

Сферическая аккреция и ее модификации. Захватываемое вещество в модели сферически-симметричной аккреции приближается к нейтронной звезде со скоростью свободного падения: $v_{ff} = (2GM_{ns}/r)^{1/2}$ в динамической шкале времени (времени свободного падения): $t_{ff} = (r^3/2GM_{ns})^{1/2}$. Динамическое давление потока аккрецируемого вещества возрастает по мере его продвижения к нейтронной звезде [8], а именно:

$$E_{ram}(r) = E_{ram}(R_G) \left(\frac{R_G}{r}\right)^{5/2} \quad (1)$$

где $E_{ram}(R_G) = \rho_\infty v_{rel}^2$ - динамическое давление на радиусе Бонди, v_{rel} - пространственная скорость нейтронной звезды. Динамическое давление продвигаемого вещества достигает величины давления магнитного поля нейтронной звезды $P_m = B_{ns}^2/8\pi$ на Альвеновском радиусе:

$$r_A = \left(\frac{\mu^2}{M\sqrt{2GM}}\right)^{2/7} \quad (2)$$

Здесь μ - дипольный магнитный момент нейтронной звезды. В рамках традиционных аккреционных сценариев в немагнитном приближении радиус магнитосферы нейтронной звезды определяется Альвеновским радиусом.

Если аккреционный поток, захватываемый компактным источником, обладает незначительным угловым моментом, то такой подход рассматривается как квазисферическая аккреция. Геометрия квазисферического потока отклоняется несущественно от сферически симметричного при условии [8]: $r_c < r_A$. Здесь $r_c = \xi^2 \Omega_0^2 r_G^4 / G M_{ns}$ - радиус циркуляризации, на котором аккрецируемое вещество достигает Кеплеровской скорости, R_G - радиус гравитационного захвата (радиус Бонди), $\Omega_0 = \Omega(R_G)$ - угловая скорость аккрецируемого вещества на радиусе Бонди, ξ - безразмерный параметр, характеризующий диссипацию углового момента в сферическом аккреционном потоке.

Возможность сферической аккреции на АРП и МГР была рассмотрена в работе [9] в которой на основании спектральных наблюдений авторы показывают, что эффективная площадь чернотельного излучения у АРП и МГР составляет от площади поверхности нейтронной звезды. Авторы цитируемой статьи делают вывод, что АРП и МГР могут являться потомками тесных двойных систем, образовавших общую оболочку (объекты Торна-Жидков), в которых аккреция происходит в квазисферическом режиме.

Угловая скорость вещества, захватываемое нейтронной звездой после взрыва сверхновой, существенно меньше кеплеровской угловой скорости и аккреция вещества происходит в квазисферическом режиме. Длительность данной стадии, сопоставима с временем свободного падения на радиусе Бонди: $t_{ff}(r_G)$. Однако значение t_{ff} является пренебрежимо малым по сравнению с возрастом аномальных пульсаров, следовательно, дальнейший сценарий аккреции предполагает, что исходный квазисферический поток за время $t < t_{ff}(r_G)$ преобразуется в остаточный диск [10].

Аккреция из Кеплеровского диска. Формирование остаточного диска происходит при условии, что радиус циркуляризации превосходит Альвеновский [8] $r_0 > r_A$, в обратном случае аккреция будет иметь квазисферический вид (см. предыдущую главу). Данное неравенство реализуется при соотношении: $v_{rel} < v_{cr}$, где v_{rel} - скорость нейтронной звезды относительно аккреционного потока [14],

$$v_{cr} \simeq 4 \times 10^4 \beta_0^{7/15} \varepsilon^{7/5} \xi_{0.2}^{7/5} \left(\frac{c_0}{10^6 \text{см/с}}\right)^{14/15} \text{см/с} \quad (3)$$

где $\xi_{0.2} = \xi/0.2$ - нормированный параметр диссипации углового момента (см. предыдущую главу), β_0 - безразмерный параметр (см. следующую главу), $0 \leq \varepsilon \leq 1$ - параметр турбулентного движения плазмы.

Соотношение между M_{fb} и M_d согласно [11] зависит от свойств звезды инициировавшей вспышку сверхновой. Результаты численных расчетов показывают, что при начальных физических характеристиках нейтронной звезды $B_0 \geq 5 \times 10^{12} \text{Гс}$, $P_0 = 0.015 \text{с}$ и массе диска $M_d = 0.006 M_\odot$ за интервал времени 10^4 - 4×10^4 нейтронная звезда способна увеличить свой период до 10с, характерный для АРП и МГР [11]. Значения нижнего предела массы остаточного диска АРП и МГР $M_d = M\tau$, $\tau = P/2\dot{P}$, приведены в таблице (1).

Таблица 1 – Оценка нижнего предела массы остаточного аккреционного диска для различных АРП и МГР.

| $M_d(M_{\odot})$ | Источник | Тип |
|------------------|------------------|-----|
| 2.47175E-7 | 4U 0142+61 | АРП |
| 1.64667E-7 | J1841-045 | АРП |
| 4.50352E-7 | XTE J1810-197 | АРП |
| 3.67693E-7 | 1E 1048,1-5937 | АРП |
| 6.24952E-7 | J1622-4950 | АРП |
| 7.36716E-7 | J171405,7-381031 | АРП |
| 3.30947E-7 | 1E 2259+586 | АРП |
| 2.75E-7 | J010043,1-721134 | АРП |
| 1.89356E-7 | J164710,2-455216 | АРП |
| 1.80457E-7 | J170849,0-400910 | АРП |
| 1.67127E-6 | 1E 1547.0-5408 | АРП |
| 2.73453E-7 | SGR 0526-66 | МГР |
| 4.90161E-7 | SGR 1900+14 | МГР |
| 2.98217E-7 | SGR 1806-20 | МГР |
| 1.24117E-6 | SGR 1627-41 | МГР |
| 8.17726E-5 | J0821-4300 | МГР |
| 1.38594E-5 | 1E 1207.4-5209 | МГР |

Значения дипольного магнитного момента АРП и МГР в случае реверсной аккреции в немагнитном приближении, полученного из тормозящего момента сил: $K_{sd} = \mu^2 / r_{cor}^3 = I\dot{\omega}$, приведены в таблице (2).

Таблица 2 – Оценки дипольного магнитного момента (μ), критического темпа аккреции ($\dot{M}_{cr(pr)}$) в случае немагнитных приближений аккреции. Темп аккреции \dot{M}_{Lx} АРП и МГР из оценок их светимости.

| $\mu_{K_{sd}}(10^{30})\text{Гссм}^3$ | $\dot{M}_{cr(pr)}(\text{г/с})$ | $\dot{M}_{Lx}(\text{г/с})$ | Источник | Тип |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------|-----|
| 0.24 | 2.30E14 | 5.89E14 | 4U 0142+61 | АРП |
| 1.08 | 2.20E15 | 1.01E15 | J1841-045 | АРП |
| 0.47 | 2.50E15 | 6.96E13 | XTE J1810-197 | АРП |
| 0.81 | 5.13E15 | 3.21E13 | 1E 1048,1-5937 | АРП |
| 0.70 | 9.81E15 | 1.82E14 | J1622-4950 | АРП |
| 1.38 | 4.93E16 | 3.21E14 | J171405,7-381031 | АРП |
| 0.12 | 9.10E13 | 1.18E14 | 1E2259+586 | АРП |
| 0.75 | 2.58E15 | 3.27E14 | J010043,1-721134 | АРП |
| 0.10 | 2.86E13 | 1.61E13 | J164710,2-455216 | АРП |
| 0.75 | 1.25E15 | 3.64E14 | J170849,0-400910 | АРП |
| 1.19 | 1.54E17 | 7.28E14 | 1E 1547.0-5408 | АРП |
| 1.65 | 3.47E16 | 6.96E14 | SGR 1900+14 | МГР |
| 3.83 | 7.83E16 | 8.57E14 | SGR 1806-20 | МГР |
| 0.75 | 3.64E16 | 1.60E14 | SGR 1627-41 | МГР |
| 1.06 | 5.16E15 | 7.50E14 | SGR 0526-66 | МГР |

Аккреционные модели АРП и МГР с дисковой структурой могут рассматриваться как изолированные нейтронные звезды, окруженные остаточным Кеплеровским аккреционным диском (модели реверсной аккреции) [12].

Сценарий образования таких структур был рассмотрен в нескольких работах. В статье [12] указывалось на то, что АРП и МГР могут быть потомками объектов Торна-Жидков и аккреционный диск мог сформироваться от общей оболочки.

Альтернативная модель описана в статье [11], в данной модели часть вещества после вспышки сверхновой может быть захвачена гравитационным полем образовавшейся нейтронной звезды. Согласно статье [5] образование АРП и МГР, по сравнению с радиопульсарами, происходит в более плотной межзвездной среде (околозвездной оболочке) ($n > 0.1\text{см}^{-3}$), образованной массивными ($8M_{\odot}$) ОВ звездами-прародителями АРП и МГР с медленными пространственными скоростями ($\sim 4\text{км/с}$). После вспышки сверхновой в плотной межзвездной среде, эжектируемое вещество быстро теряет скорость от взаимодействия с плотной околозвездной оболочкой, формируя при этом

обратную ударную волну по направлению к образовавшейся нейтронной звезде, что в свою очередь может привести к формированию аккреционного диска.

Проблемы в описании АРП и МГР в рамках немагнитного приближения аккреции. Существуют и некоторые трудности в моделях немагнитной аккреции АРП и МГР. 1) Оценка радиуса магнитосферы (в случае немагнитных приближений $r_m \approx r_A$) для подавляющего большинства источников оказывается меньше радиуса коротации $r_A > r_{cor}$ (см. таблицу 3), что в свою очередь указывает на наличие центробежного барьера, препятствующего проникновению вещества под радиус магнитосферы. Указанные трудности можно преодолеть, предполагая наличие сверхсильного магнитного поля на поверхности нейтронной звезды $B_0 \cdot 10^{15}$ Гс, что расходится с другими оценками. 2) Присутствие Кеплеровского диска подразумевает вращение нейтронной звезды вблизи равновесного периода, что демонстрировало бы эпизоды ускорения и торможения осевого вращения АРП и МГР вследствие небольших колебаний темпа аккреции. В действительности наблюдается только регулярное торможение [12].

Таблица 3 - Отношения r_{cor}/r_A для различных АРП и МГР

| r_{cor}/r_A | Источник | Тип |
|---------------|------------------|-----|
| 0.268 | SGR 1900+14 | МГР |
| 0.225 | SGR 1806–20 | МГР |
| 1.073 | 4U 0142+61 | АРП |
| 0.658 | J1841-045 | АРП |
| 0.472 | SGR 0526–66 | МГР |
| 0.294 | XTE J1810-197 | АРП |
| 0.1925 | 1E 1048,1–5937 | АРП |
| 0.262 | J1622-4950 | АРП |
| 0.194 | J171405,7-381031 | АРП |
| 0.883 | 1E 2259+586 | АРП |
| 0.454 | J010043,1-721134 | АРП |
| 0.696 | J164710,2-455216 | АРП |
| 0.576 | J170849,0-400910 | АРП |
| 0.177 | 1E 1547.0–5408 | АРП |
| 0.174 | SGR 1627–41 | МГР |

Магнито-левитационная аккреция. Сценарий аккреции может существенно отличаться от моделей, описанных в предыдущих главах, если аккрецируемое вещество обладает достаточно сильным магнитным полем [13]. В процессе продвижения потока вещества к нейтронной звезде в режиме свободного падения поперечные масштабы сжимаются $\sim r^{-2}$, а продольные наоборот увеличиваются $\sim r^{1/2}$, и вследствие закона сохранения магнитного потока это приводит к возрастанию напряженности магнитного поля аккреционного потока по мере продвижения к нейтронной звезде $B_r \propto r^{-2}$. В свою очередь, увеличение напряженности B_r приводит к увеличению плотности магнитной энергии (давления магнитного поля) $E_m = B_r^2/8\pi$:

$$E_m(r) = E_m(R_G) \left(\frac{R_G}{r}\right)^4 \quad (4)$$

В аккреционном потоке плотность магнитной энергии E_m возрастает быстрее кинетической энергии в радиальном направлении $E_{ram}(r) \propto$. Здесь $E_m(R_G) = \beta_0^{-1} E_{th}(R_G)$ - плотность энергии магнитного поля аккреционного потока на радиусе Бонди, нормированная к плотности тепловой энергии $E_{th}(R_G) = \rho_\infty c_{s0}^2$, $\beta = E_{th}/E_m$, $\beta_0 = \beta(R_G)$, - нормировочный коэффициент, c_s - скорость звука.

Плотность энергии магнитного поля в аккреционном потоке по мере продвижения к нейтронной звезде достигает плотности его кинетической энергии на радиусе (радиус магнитной левитации):

$$r_{ml} = \beta_0^{-2/3} \frac{2GM_{ns}c_{s0}^{4/3}}{v_{rel}^{10/3}} \quad (5)$$

полученного из равенства $E_m(r_{ml}) = E_{ram}(r_{ml})$. Дальнейшее продвижение аккрецируемого вещества в области пространства $r < r_{ml}$ возможно по мере диссипации его магнитного поля [8].

Как было уже показано, на радиусе магнитной-левитации происходит торможение квазисфери-

ческого потока аккрецируемого вещества его собственным магнитным полем с последующей трансформацией в некеплеров магнитно-левитационный (ML) диск. Для реализации сценария магнито-левитационной аккреции необходимо выполнение условия $r_{ml} > \{r_A, r_o\}$.

В статье [65] был рассмотрен механизм торможения нейтронной звезды в рамках модели магнито-левитационной аккреции. Согласно цитируемой работе, момент сил, приложенный стороны ML-диска к нейтронной звезде на радиусе ее магнитосферы:

$$|K| = \frac{k_m \mu^2}{(r_m r_{cor})^2} \left(1 - \frac{\Omega_f(r_m)}{\omega_s}\right) \quad (6)$$

Уравнение 6 показывает обобщенную форму момента сил, приложенного к нейтронной звезде со стороны аккреционного потока. Оно сводится к выражению $K_{sd}^0 = k_m \dot{M} \omega_s r_A^2$ при условии, что вещество, падающее на нейтронную звезду, не обладает угловым моментом, т. е. $\Omega_f = 0$, и что радиус магнитосферы нейтронной звезды фиксирован условием $r_m = r_A$.

Вместе с тем, тормозящий момент сил оказывается тем больше, чем меньше радиус магнитосферы нейтронной звезды. Такая ситуация реализуется в случае, если проникновение плазмы в магнитное поле нейтронной звезды происходит вследствие аномальной диффузии [13], т. е. управляется тем же механизмом, что и проникновение солнечного ветра в магнитное поле Земли. Радиус магнитосферы в этом случае может быть получен путем решения уравнения неразрывности $\dot{M}_A = \dot{M}_{in}$, где $\dot{M}_A = L_x R_{ns} / G M_{ns}$ - темп аккреции на поверхность нейтронной звезды и [13]

$$\dot{M}(r_m) = 4\pi r_m^{5/4} \rho_0 (2GM_{ns})^{3/4} D_{eff}^2(r_m) \quad (7)$$

темп диффузии плазмы в магнитное поле звезды на границе ее магнитосферы. Здесь $D_B = \alpha_B c k_B T(r_m) / 16 e B(r_m)$ - Бомовский коэффициент диффузии, e - заряд электрона и α_B - параметр эффективности, величина которого находится в пределах 0.01–0.1. Комбинация вышеуказанных выражений дает оценку внутреннего радиуса ML-диска, соответствующий радиусу магнитосферы нейтронной звезды [8] $r_m = r_{ma}$ (см. таблицу 4):

$$r_{ma} = \left(\frac{cm_p^2}{\sqrt{2}ek_B}\right)^{2/13} \times \frac{\alpha_B^{2/13} \mu_{ns}^{13/13} (GM_{ns})^{5/13}}{T_0^{2/13} L_x^{4/13} R_{ns}^{4/13}} \quad (8)$$

Таблица 4 - Оценка радиуса магнитосферы r_{ma} и соотношение к радиусу коротации $r_{cor/ma}$ АРП И МГР в рамках модели магнито-левитационной аккреции

| r_{ma} (см) | $r_{cor/ma}$ | Источник | Тип |
|---------------|--------------|------------------|-----|
| 1.29E8 | 3.92 | SGR 1900+14 | МГР |
| 1.85E8 | 3.49 | SGR 1806–20 | МГР |
| 7.79E7 | 8.66 | SGR 0526-66 | МГР |
| 1.88E8 | 1.68 | SGR 1627–41 | МГР |
| 3.02E7 | 23.52 | 4U 0142+61 | АРП |
| 5.97E7 | 14.56 | J1841-045 | АРП |
| 1.55E8 | 3.39 | XTE J1810-197 | АРП |
| 3.08E8 | 1.89 | 1E 1048,1–5937 | АРП |
| 1.42E8 | 3.14 | J1622-4950 | АРП |
| 1.81E8 | 2.27 | J171405,7-381031 | АРП |
| 4.19E7 | 14.65 | 1E2259+586 | АРП |
| 8.99E7 | 7.48 | J010043,1-721134 | АРП |
| 8.65E7 | 9.38 | J164710,2-455216 | АРП |
| 7.69E7 | 10.80 | J170849,0-400910 | АРП |
| 1.38E8 | 1.97 | 1E 1547.0-5408 | АРП |

Верхние и нижние пределы значений дипольного магнитного момента нейтронной звезды в модели магнито-левитационной аккреции [10] можно получить из выражений $r_{cor} = r_{ma}$ и $K_{sd} = I\dot{\omega}$ (см. выражения 6 и 8):

$$\mu_{max} \approx 10^{30} \alpha_{0.1}^{-1} T_6^{1/3} m^{-1/9} L_{34}^{2/3} R_6^{2/3} P_s^{13/9} \Gamma_{\text{ссм}}^3 \quad (9)$$

где $\alpha_{0.1} = \alpha/0.1$, P_s - период нейтронной звезды в секундах, $m = M_{ns}/1.4 M_\odot$ - нормированная масса нейтронной звезды, $T_6 = T/10^6$ - нормированная температура в магнитопаузе, $R_6 = R_{ns}/10^6$ - нормированный радиус нейтронной звезды.

$$\mu_{min} \simeq 7 \times 10^{28} k_m^{-13/17} \alpha_{0.1}^{9/17} P_s^{13/17} L_{34}^{6/17} \dot{v}_{-12}^{13/17} I_{45}^{13/17} m^{14/17} T_6^{3/17} R_6^{2/3} \text{Гс см}^3 \quad (10)$$

где $\dot{v} = \dot{P}/P_s^2$. Значения μ_{max} и μ_{min} приведены в таблице (5)

Таблица 5 - Верхние и нижние пределы дипольных магнитных моментов (μ) АРП и МГР в рамках модели магнито-левитационной аккреции

| $\mu_{min}(\text{Гссм}^3)$ | $\mu_{max}(\text{Гссм}^3)$ | Источник | Тип |
|----------------------------|----------------------------|------------------|-----|
| 5.94E29 | 5.98E31 | SGR 1900+14 | МГР |
| 1.50E30 | 1.18E32 | SGR 1806-20 | МГР |
| 5.08E29 | 8.22E30 | SGR 1627-41 | МГР |
| 2.11E29 | 1.18E32 | SGR 0526-66 | МГР |
| 2.29E28 | 1.12E32 | 4U 0142+61 | АРП |
| 1.45E29 | 2.51E32 | J1841-045 | АРП |
| 1.91E29 | 1.41E31 | XTE J1810-197 | АРП |
| 5.08E29 | 1.05E31 | 1E 1048,1-5937 | АРП |
| 3.01E29 | 1.88E31 | J1622-4950 | АРП |
| 7.47E29 | 2.30E31 | J171405,7-381031 | АРП |
| 1.60E28 | 2.80E31 | 1E 2259+586 | АРП |
| 1.65E29 | 6.75E31 | J010043,1-721134 | АРП |
| 2.03E28 | 1.35E31 | J164710,2-455216 | АРП |
| 1.26E29 | 1.155E32 | J170849,0-400910 | АРП |
| 7.15E29 | 1.63E31 | 1E 1547.0-5408 | АРП |

Оценка радиусов полярных колонок в рамках данной модели $a_{p(ML)} \simeq$ и соответствующие оценки верхнего предела температур $T_{(ml)}$ горячих пятен, приведены в таблице (6).

Таблица 6 – Оценка радиусов полярных колонок $a_{p(ML)}$ и верхнего предела температуры T_{ml} горячих пятен АРП и МГР в рамках приближения магнито-левитационной аккреции, T_{bb} - температура чернотельной компоненты излучения аномальных пульсаров из оценки их светимости.

| a_p (см) | $T_{ml}(10^7 K)$ | T_{ml} (кэВ) | T_{bb} (кэВ) | Имя | Тип |
|------------|------------------|----------------|----------------|------------------|-----|
| 182065 | 0.98 | 1.27 | 0.395 | 4U 0142+61 | АРП |
| 129403 | 1.34 | 1.72 | 0.44 | J1841-045 | АРП |
| 80346 | 0.87 | 1.12 | 0.68 | XTE J1810-197 | АРП |
| 56942 | 0.85 | 1.10 | 0.623 | 1E 1048,1-5937 | АРП |
| 83884 | 1.08 | 1.39 | 0.40 | J1622-4950 | АРП |
| 74244 | 1.32 | 1.71 | 0.38 | J171405,7-381031 | АРП |
| 154570 | 0.71 | 0.92 | 0.41 | 1E 2259+586 | АРП |
| 105410 | 1.11 | 1.44 | 0.38 | J010043,1-721134 | АРП |
| 107545 | 0.52 | 0.67 | 0.63 | J164710,2-455216 | АРП |
| 114020 | 1.10 | 1.42 | 0.46 | J170849,0-400910 | АРП |
| 85060 | 1.52 | 1.96 | 0.43 | 1E 1547.0-5408 | АРП |
| 113283 | 1.32 | 1.71 | 0.53 | SGR 0526-66 | МГР |
| 72933 | 1.12 | 1.45 | 0.50 | SGR 1627-41 | МГР |
| 88162 | 1.47 | 1.90 | 0.43 | SGR 1900+14 | МГР |
| 73467 | 1.70 | 2.19 | 0.65 | SGR 1806-20 | МГР |

Реалистичность этой модели была недавно продемонстрирована в работе Ихсанова и Фингера [13], где было показано, что применение сценария магнито-левитационной аккреции к нейтронным звездам позволяет решить проблему их стремительной ротационной эволюции.

Остаточный ML-диск вокруг молодой нейтронной звезды. Сценарий образования нейтронной звезды, в котором ее ротационная эволюция начинается сразу со стадии аккретора (миновав тем самым стадию эжектора и пропеллера) была рассмотрена в работе [14]. В рамках такого подхода АРП и МГР интерпретируются как молодые нейтронные звезды (сравнимые с возрастом остатков вспышек сверхновых, в которые они погружены), начавшие свое существование сразу с аккреционной стадии.

Нейтронная звезда минует стадию эжектора (радиопульсара), если ее начальный период осевого вращения превышает критическое значение для данной стадии, т. е. $P_0 > P_{cr(ej)}$, величина которого определяется балансом давления магнитного поля нейтронной звезды и аккрецируемого вещества на радиусе Бонди r_G [65]:

$$\begin{cases} p_{in} = \frac{L}{4\pi r_G^2 c} \\ p_{out} = \rho v_{rel}^2 \end{cases} \quad (11)$$

Здесь $L = f_m \mu^2 \omega^4 / c^3$ - мощность магнито-дипольного излучения, v_{rel} - относительная скорость нейтронной звезды. Решение системы (11) относительно ω , дает значение критического периода в случае эжектора [14]:

$$P_{cr(ej)} \approx 0.26 f_m^{1/4} \mu_{30}^{1/2} \dot{M}_{15}^{-1/4} v_8^{-1/4} c \quad (12)$$

где $\dot{M}_{15} = \dot{M} / 10^{15} \text{ г/с}$ - нормированный темп аккреции, $v_8 = v_{rel} / 10^8 \text{ см/с}$, $f_m = 1 + \sin^2 \chi$, χ - угол между магнитным диполем и осью вращения.

Нейтронная звезда минует также и стадию пропеллера, если ее начальный период осевого вращения превышает критический для этой стадии $P_0 > P_{cr(pr)}$. Условие реализации такого сценария вытекает из равенства радиуса коротации и радиуса магнитосферы $r_{cor} = r_{ma}$, что позволяет оценить критический период нейтронной звезды в случае пропеллера [14]:

$$P_{cr(pr)} \approx 3.5 \mu_{30}^{9/13} m^{-5/13} T_6^{-3/13} \dot{M}_{14}^{-6/13} c \quad (13)$$

где $m = M_{ns} / 1.4 M_\odot$ - нормированная масса нейтронной звезды.

В этом случае ($P_0 > P_{cr(pr)}$) эволюция нейтронной звезды начнется со стадии аккретора. Согласно статье [15], допустимость рождения нейтронных звезд с большими начальными периодами в рамках современных представлений о начальном периоде вращения, представляется крайне сомнительным.

Остаточный ML-диск вокруг старой нейтронной звезды. Достаточно интересный подход в интерпретации происхождения АРП и МГР можно рассмотреть, где эти источники являются нейтронными звездами, родившейся в тесных массивных двойных системах в процессе первой вспышки сверхновой. Предполагается, что это не привело к распаду системы и нейтронная звезда продолжила существование в паре с массивным компаньоном. Исходный период вращения нейтронной звезды составлял доли секунды и увеличивался по мере того, как звезда последовательно проходила состояния эжектора и пропеллера. По мере своей ротационной эволюции нейтронная звезда достигла стадии аккретора, в котором оставалась вплоть до второй вспышки сверхновой, обусловленной коллапсом ядра ее массивного компаньона [15]. Это событие с большой вероятностью привело к распаду системы [14], и старая нейтронная звезда перешла в состояние изолированного пульсара. Остатки от вспышек сверхновых, в которые погружены некоторые АРП и МГР могут быть продуктами конечной стадии эволюции их массивных компаньонов.

Возраст нейтронных звезд, проявляющих себя в настоящую эпоху как АРП и МГР, сопоставим с временем жизни массивной рентгеновской двойной системы (порядка нескольких миллионов лет [15]).

Однако длительность существования данных компактных источников в изолированном состоянии значительно меньше и соответствует времени прошедшему после распада двойной системы. Остаточные аккреционные структуры изолированных нейтронных звезд, проявляющих себя как АРП и МГР могли сформироваться в эпоху их существования в двойных системах из плотного звездного ветра их массивных компаньонов либо в процессе гравитационного захвата вещества после вспышки сверхновой, порожденной на завершающих стадиях эволюции звезды-компаньона.

Обсуждения. Образование АРП и МГР. Существует несколько возможных сценариев образования изолированной нейтронной звезды: как конечный продукт эволюции массивной одиночной звезды, либо как результат распада тесной двойной системы.

Изолированная нейтронная звезда, как потомок массивной одиночной звезды. Согласно [17], одиночные звезды с массой $M > 8 - 10 M_\odot$ заканчивают свою эволюцию коллапсом ядра с образованием нейтронной звезды или черной дыры, сопровождающейся вспышкой сверхновой типа *SNII* или *SNIb*,

с энергиями порядка 10^{51} эрг. В свою очередь, тип сверхновой указывает на природу вспыхнувшей звезды, в первом случае это красные сверхгиганты (RSG) либо горячие голубые сверхгиганты (BSG), во втором случае малоизученные звезды Вольфа-Райе (WR). Стоит отметить, что сверхновая SN-1987A, открытая в 1987 г. была первым объектом, отождествленным с голубым сверхгигантом (BSG), до этого момента считалось, что сверхновые второго типа (I) являются результатом вспышки только красных сверхгигантов (RSG) [19]. Поиски нейтронной звезды отождествленной с остатком вспышки SN-1987A пока не увенчались успехом.

В работе [17] также отмечено, что звезды, находящиеся в стадии голубых и красных сверхгигантов, а также звезды Вольфа-Райе обладают достаточно сильным истечением вещества (потерей массы) порядка $\dot{M} \sim 10^{-4} - 10^{-5} M_{\odot}/\text{год}$. Следует также отметить, что скорость звездного ветра от RSG существенно меньше ($v_w \sim 10 - 30$ км/с), чем у BSG и WR для которых $v_w \sim 10^3$ км/с, но плотность вещества ветра от RSG в окрестностях звезды высока, по сравнению с BSG и WR. Это объясняется тем, что в ходе эволюции горячей звезды в стадию красного сверхгиганта сопровождается резким уменьшением скорости ветра (как показано выше), при незначительном изменении темпа истечения, что в свою очередь и формирует плотную оболочечную структуру, которая в дальнейшем оказывает существенное влияние на эволюцию остатка вспышки (SNR).

В статье [5] рассмотрен вопрос об окружении предсверхновой в случае формирования нейтронной звезды. Отмечено, что большинство наблюдаемых ОВ звезд (80%) находятся в скоплениях, сформированных из гигантских молекулярных облаков ($10^5 M_{\odot}$). Массивные ($8 M_{\odot}$) [13] и обладающие малыми пространственными скоростями ~ 4 км/с ОВ звезды, прародители сверхновых (SN II, SN Ib/c) в течение своего короткого существования (30 млн. лет [14]) не перемещаются на значительные расстояния от места рождения. Поэтому сверхновые от данных массивных звезд в большей степени кластеризованы в пространстве, находясь в гигантских облаках ионизованного водорода H II, с высокой температурой 10^6 К и низкой плотностью $n \sim 10^{-3} \text{см}^{-3}$. В статье [5] указывается, что существуют наблюдательные доказательства, что подавляющее большинство 80% нейтронных звезд рождаются в вышеописанной горячей, диффузной межзвездной среде. В работе [15] были приведены результаты наблюдений в спиральных галактиках 49 сверхновых типа SN II и SN Ib. Было показано, что $72 \pm 10\%$ сверхновых типа SN II и $68 \pm 12\%$ типа SN Ib находятся в областях гигантских молекулярных облаков H II. Также было подмечено, что эти данные являются нижним пределом, так как представляет большую трудность наблюдение слабых H II областей в далеких галактиках.

В случае АРП и МГР, находящихся в остатках сверхновых (SNR), в статье [4] из анализа зависимости время-радиус SNR авторами было показано, что данные остатки вспышек могут находиться в более плотных областях межзвездной среды ($n > 0,1 \text{см}^{-3}$), где происходят менее 20% взрывов сверхновых. Данные предположения подтверждаются наблюдениями мазерного ОН излучения, вызванного взаимодействием ударных волн, расширяющихся остатков сверхновых, с молекулярными облаками [16, 17, 18, 19]. В статье [4] указано, что большинство молодых пульсаров рождены в горячих, разряженных, диффузных областях межзвездной среды. Вспышки сверхновых в более плотных средах ($n > 0,1 \text{см}^{-3}$) составляют не более 20% от общего числа. Авторы цитируемой статьи делают вывод, что состояние нейтронной звезды существенным образом зависит от плотности окружающей межзвездной среды. Образование радиопулсаров, по их мнению, происходит в менее плотных областях межзвездной среды, в которых происходят 80% вспышек сверхновых, образующих нейтронные звезды. Однако, существуют открытые вопросы об образовании АРП и МГР в рамках такого подхода [4]: согласно авторам, на 100 молодых нейтронных звезд должно приходиться примерно 80 радиопулсаров и 20 АРП и МГР. В действительности известных АРП и МГР немногим более двух десятков [3], против нескольких тысяч радиопулсаров [6]. Во-вторых, не все АРП и МГР ассоциированы с остатками вспышек сверхновых [3].

Вспышка сверхновой в двойной системе. Эволюция звезд в тесных двойных системах подробно рассмотрена в обзоре [16], а также в прочих работах. Эволюция в тесных двойных системах зависит от таких процессов как: истечение вещества, аккреция, потери системой вещества в целом и углового момента, образование общей оболочки. Сведения об этих процессах позволяют проследить эволюцию в тесной двойной системе от главной последовательности до образования в системе компактных объектов (белых карликов, нейтронных звезд). В эволюции массивных двойных систем, где более массивная звезда (первая компонента системы) обладает массой $M_1 \geq 8 - 10 M_{\odot}$, согласно обзору [16], если более массивная компонента системы заполняет свою полость Роша на стадии горения

водорода в ядре (случай А), она начинает терять вещество в тепловой шкале времени. Менее массивный (второй) компонент системы - звезда главной последовательности, не может присоединять вещество с темпом больше $\dot{M}_2 \approx M_2 / (t_{KH})_2 \approx R_2 L_2 / G M_2$, превышая который, вероятно образуется общая оболочка [19]. Последующий этап эволюции с общей оболочкой может быть разным: возможны образования полуразделенных систем, у которых отношения масс компонентов соответствуют окончанию кельвиновской стадии обмена веществом: $M_1 / M_2 \approx 0.6$, также возможен случай, когда обе компоненты остаются в общей оболочке. Первичная компонента в таком случае продолжает терять вещество, которое частично попадает в общую оболочку и теряется системой. Расстояние между компонентами может возрастать, если удельный момент вещества, покидающего систему меньше среднего. Если вторичная компонента станет более массивной чем первичная, она обгонит первичную в своей эволюции. В результате сброса оболочки на стадии горения водорода в слое более массивная компонента превратится в звезду Вольфа-Райе. Вторая звезда останется звездой главной последовательности с массой не меньше, чем масса конвективного ядра однородной модели ($M \geq 2M_\odot$). Такой путь эволюции - одна из возможностей образования нейтронной звезды и маломассивной звезды главной последовательности. Продолжительность обмена веществом для случая А, сравнима с временем горения водорода в ядрах массивных звезд $t_H \approx 10^{8.2} / (M_1 / M_\odot)$ лет. Также по мнению авторов цитируемого обзора: конкретный путь эволюции зависит от содержания водорода в ядре первичной компоненты в момент заполнения полости Роша. В обзоре также упоминается возможность слияния компонент, образуя более массивную звезду Of.

В обзоре [16] рассмотрен также сценарий эволюции массивной двойной системы, когда один из компаньонов заполняет свою полость Роша на стадии горения водорода в слоевом источнике (случай Б). Стадия обмена веществом длится $t_B \approx 10^{6.3}$ до потери первичным компонентом большей части (70-90%) водородной оболочки. Сжатие остатков водородной оболочки приводит к повышению эффективной температуры звезды до $T_{eff} \approx 10^{4.9} K$. В высокотемпературной области диаграммы Герцшпрунга-Рессела звезда остается все время горения He в ядре $\sim 0.1 t_H$. Гелиевые звезды с тонкими водородными оболочками обычно рассматриваются в качестве моделей звезд Вольфа-Райе (WR). Авторы также делают вывод на основании наблюдаемых данных и статистическом распределении звезд, что все первичные компоненты с массами $M_1 \geq 20M_\odot$ должны пройти стадию WR. Эволюция гелиевых звезд зависит от массы образующихся у них CO-ядра. В обзоре приведено соотношение: $M_{co} / M_\odot \approx 0.45$. Звезды с $0.45 \leq M_{co} / M_\odot \leq 1.4$ после выгорания He расширяются, повторно заполняют полость Роша и теряют практически всю (50% массы), превращаясь в белые CO-карлики. Звезды с массами $10M_\odot \leq M \leq 12M_\odot$ могут превратиться в O-Ne-Mg - белые карлики. Авторы обзора делают важный вывод, что $10 - 12M_\odot$ - нижний предел масс звезд в двойных системах, порождающие нейтронные звезды. После выгорания гелия в ядре, в последствие идут реакции с выгоранием углерода - кислорода - неона. Авторы указывают на то, что звезда может терять вещество через звездный ветер при повторных заполнениях полости Роша, следовательно оболочки массивных звезд, в тесных двойных системах, менее протяженные, чем у одиночных звезд. Взрыв сверхновой приводит к образованию релятивистского остатка: нейтронной звезды или черной дыры. По мнению авторов система после взрыва не должна распасться, так как коллапсирует, как правило, менее массивная ее компонента.

Вспышка сверхновой в массивной рентгеновской двойной системе. В предшествующей главе было детально разобрано формирование двойной системы с нейтронной звездой. И как было уже упомянуто выше, взрыв сверхновой с образованием первого релятивистского остатка может не приводить к распаду системы. Дальнейшая эволюция такой системы рассмотрена в статьях [16].

Согласно обзору [16], время жизни рентгеновских источников в массивных двойных системах составляет $10^3 - 10^4$ лет. В дальнейшем массивный оптический компонент системы после заполнения своей полости Роша, начинает терять вещество в тепловой шкале времени с характерной скоростью $10^3 - 10^4 M_\odot / \text{год}$, что соответствует темпам истечения вещества у некоторых голубых сверхгигантов. Согласно [18], критический темп аккреции на нейтронную звезду составляет $10^4 M_\odot / \text{год}$. Так как нейтронная звезда не способна принять все вещество, поставляемое оптическим компаньоном, то возможно образование системы, состоящей из нейтронной звезды и звезды Вольфа-Райе с общей оболочкой.

После второго взрыва сверхновой более вероятен распад системы, так как коллапсирует более массивная компонента, хотя возможны случаи сохранения системы, состоящей после вспышки из двух нейтронных звезд (например PSR 1913+16) [16].

Заключение. Особые подклассы изолированных нейтронных звезд, представленных аномальными рентгеновскими пульсарами и мягкими гамма-репитерами могут являться продуктами эволюции массивных двойных систем. Где изначально нейтронная звезда образовалась на конечном этапе эволюции одного из компонент системы в процессе коллапса его ядра и вспышки сверхновой, произошедших на масштабах несколько миллионов лет назад. После вспышки сверхновой от первого компаньона система не распалась, а продолжила свое существование в виде двойной системы - нейтронной звезды в паре с массивной невырожденной звездой. В этом случае нейтронная звезда на масштабе нескольких миллионов лет успевает пройти все этапы своей ротационной эволюции, начиная от стадии эжектора до аккретора (рентгеновского пульсара), образуя на конечных стадиях массивную рентгеновскую двойную систему, где аккреционные структуры нейтронной звезды сформировались из плотного звездного ветра ее массивного компаньона. Однако, на последних стадиях эволюции массивного компонента системы в результате его вспышки сверхновой двойная система могла распасться. Вследствие этого старая нейтронная звезда (продукт эволюции первого компаньона) оказалась погруженной в молодой остаток от вспышки сверхновой (продукт взрыва второго компаньона). Время существования нейтронной звезды в стадии аккретора зависит от физических характеристик аккрецируемого вещества. Аккреционные структуры, обладающие собственным магнитным полем, могут существенно отличаться от классических структур в немагнитном приближении (сферическая и аккреция из Кеплеровского диска). Учет магнитного поля аккреционного потока в рамках сценария магнито-левитационной аккреции позволяет наилучшим образом интерпретировать наблюдаемые физические характеристики АРП и МГ. В этом подходе параметры АРП и МГР остаются в рамках канонических значений, принятых для нейтронных звезд.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Комитета науки МОН РК (Грант № AP09258811).

Information about the author:

Vitaliy Kim – candidate of physics and mathematics science, senior researcher at the Laboratory of physics of stars and nebulae at Fesenkov Astrophysical Institute. E-mail: kim@aphi.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1202-9751>.

REFERENCES

- [1] Mereghetti S. (2008) The strongest cosmic magnets: soft gamma-ray repeaters and anomalous X-ray pulsars, *Astronomy and Astrophysics Review*, 15: 225-287. DOI: 10.1007/s00159-008-0011-z (in Eng.).
- [2] Kouveliotou C., Dieters S., Strohmayer T. (1998) An X-ray pulsar with a superstrong magnetic field in the soft γ -ray repeater SGR1806 – 20, *Nature*, 393:235-237. DOI: 10.1038/30410 (in Eng.).
- [3] McGill online catalogue: <http://www.physics.mcgill.ca/~pulsar/magnetar/main.html>.
- [4] Fahlman G.G., Gregory P.C. (1981) An X-ray pulsar in SNR G109.1-1.0, *Nature*, 293: 202-204. DOI: 10.1038/293202a0 (in Eng.).
- [5] Marsden D., Lingefelter R.E., Rothschild R.E., Higdon J.C. (2001) Nature versus Nurture: The Origin of Soft Gamma-Ray Repeater and Anomalous X-Ray Pulsars, *The Astrophysical Journal*, 550: 397-409. DOI: 10.1086/319701 (in Eng.).
- [6] ATNF Pulsar Catalogue: <https://www.atnf.csiro.au/people/pulsar/psrcat/>
- [7] Fahlman G.G., Gregory P.C., Middleditch J., Hickson P., Richer H.B. (1982) A possible optical counterpart to the X-ray pulsar 1E 2259+586, *The Astrophysical Journal*, 261: L1-L5. DOI: 10.1086/183878 (in Eng.).
- [8] Ikhsanov N.R., Beskrovnaya N.G. (2013) The spin-down mechanism of the X-ray pulsar 4U 2206+54, *Astronomy Reports*, 57: 287-293. DOI: 10.1134/S1063772913030013 (in Eng.).
- [9] Ghosh P., Angelini L., White N.E. (1997) The Nature of the “6 Second” and Related X-Ray Pulsars: Evolutionary and Dynamical Considerations, *The Astrophysical Journal*, 478: 713-722. DOI: 10.1086/303833 (in Eng.).
- [10] Bisnovatyi-Kogan G.S., Ikhsanov N.R. (2014) A new look at anomalous X-ray Pulsars, *Astronomy Reports*, 58: 217-227. DOI: 10.1134/S1063772914040039 (in Eng.).
- [11] Chatterjee P., Hernquist L., Narayan R. (2000) An Accretion Model for Anomalous X-Ray Pulsars, *The Astrophysical Journal*, 534: 373-379. DOI: 10.1086/308748 (in Eng.).
- [12] van Paradijs J., Taam R., van den Heuvel E. (1995) On the nature of the ‘anomalous’ 6-s X-ray pulsars, *Astronomy and Astrophysics*, 299: L41-L44 (in Eng.).

- [13] Ikhsanov N., Finger M. (2012) Signs of Magnetic Accretion in the X-Ray Pulsar Binary GX 301-2, *The Astrophysical Journal*, 753: 1-8. DOI: 10.1088/0004-637X/753/1/1 (in Eng.).
- [14] Ikhsanov N.R., Kim V.Yu., Beskrovnaya N.G., Pustil'nik L.A. (2013) A new look at the origin of the 6.67 hr period X-ray pulsar 1E 161348-5055, *Astrophysics and Space Science*, 346: 105-109. DOI: 10.1007/s10509-013-1422-5 (in Eng.).
- [15] Ikhsanov N.R., Kim V.Yu., Beskrovnaya N.G. (2015) A scenario of the formation of isolated X-ray pulsars with anomalously long period, *Astronomy Reports*, 59: 25–32. DOI: 10.1134/S1063772915010059 (in Eng.).
- [16] Yungelson L.R., Masevitch A.G. (1983) Evolution in close binary systems, *Soviet Scientific Reviews*, 2: 29–74 (in Eng.).
- [17] Lozinskaya T.A. (2012) Explosions of stars and stellar wind in galaxies. URSS, Russia. ISBN 978-5-397-03582-8 (in Russ.).
- [18] van den Heuvel, De Loore C. (1973) Decrease in Binary Period of Centaurus X-3 and Possible Implications in Terms of Mass Loss, *Astronomy and Astrophysics*, 25:387-395. DOI: 10.1038/physci245117a0 (in Eng.).
- [19] Paczyncki B. Structure and evolution of close binary systems, *Proceedings of Symposium no.73 of the International Astronomical Union, Cambridge, Great Britain* (in Eng.).
- [20] Hillebrandt W., Hoefflich P. Weiss A., Truran J.W. (1987) Explosion of a blue supergiant: a model for supernova SN1987A, *Nature*, 327: 597-600. DOI: 10.1038/327597a0 (in Eng.).

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

| | |
|---|----|
| Э.К. Асембаева, Э.К. Адильбекова, А.Б. Токтамысова, З.Ж. Сейдахметова, А.Б. Бейсембаева ПРЕБИОТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ БАР СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМНІҢ ҚАУІПСІЗДІК КӨРСЕТКІШТЕРІ..... | 5 |
| С.Б. Бакиров, Қ. Ғалымбек, А.К. Маденова, К. Акан, Н.С. Сафарова ҚАТТЫ ҚАРА КҮЙЕ (<i>Tilletiacaries (DC.) Tul.</i>) ПАТОГЕНІНЕ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІНІҢ ТӨЗІМДІЛІГІН СЫНАУ..... | 12 |
| Г.Н. Калыкова, И.К. Купсуралиева, А.О. Сагитов ҚЫРҒЫЗСТАНДАҒЫ СЕМЕНОВ САМЫРСЫНЫНЫҢ ЗИЯНКЕСТЕРІ МЕН АУРУЛАРЫ..... | 21 |
| В.В. Малородов, А.К. Османян, Р.З. Абдулхаликов, М.Т. Каргаева ТАУЫҚҚОРАЛАРДАҒЫ МИКРОКЛИМАТ БІРКЕЛКІЛІГІНІҢ БРОЙЛЕРДІ ӨСІРУГЕ ТИІМДІ ӨСЕРІ..... | 27 |
| С.С. Манукян ЕКІ ЖАҚТЫ ТЫҒЫЗДАУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН "ЛОРИ" ІРІМШІГІНІҢ АНИЗОТРОПИЯСЫ..... | 34 |
| Д.Ә. Смағұлова, Н.Д. Курманғалиева, Ә.С. Сұлтанова ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНЫҢ ШАРУАШЫЛЫҚ-БАҒАЛЫ БЕЛГІЛЕРІ БОЙЫНША АҚБАС ҚЫРЫҚҚАБАТТЫҢ СҰРЫПТАРЫН БАҒАЛАУ..... | 43 |
| Ю.А. Юлдашбаев, А.М. Абдулмуслимов, А.А. Хожоков, Д.А. Баймұқанов ДАҒЫСТАН ТАУЛЫ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ БУДАНДАРЫНЫҢ ЕТТЕРІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІТЕРІ..... | 48 |

ФИЗИКА

| | |
|---|-----|
| Р.Н. Асылбаев, Г.М. Баубекова, Э.Ш. Анаева ЖОҒАРЫ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН CaF_2 ЖӘНЕ MgO МОНОКРИСТАЛДАРЫНЫҢ ТЕРМОБЕЛСЕНДІРІЛГЕН ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ..... | 54 |
| З.И. Джамалова, Б.М. Калдыбаева, С.А. Болдырев, Д.М. Кенжебеков P-GRAPHPROГРАММАСЫНҚОЛДАНУҮШІНМОДЕЛДЕРҚҰРУЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ӘДІСТЕМЕСІ..... | 64 |
| В.Ю. Ким РЕНТГЕН ПУЛЬСАРЛАРЫН МАССИВТІ ҚОС РЕНТГЕН ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҰРНАҒЫ РЕТІНДЕ ОҚШАУЛАУ..... | 72 |
| М.С. Есенаманова, А. Ануарбекова, Д. Рысқалиева, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Глепбергенова АТЫРАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ «ТЕҢІЗШЕВРОЙЛ» ЖШС НЫСАНДАРЫНАН АТМОСФЕРАҒА ШЫҒАТЫН ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН ТАЛДАУ..... | 84 |
| Д.Б. Куватова, Д.В. Юрин, М.А. Макуков, Ч.Т. Омаров ХЕРНКВИСТ ИЗОТРОПТЫ СФЕРАСЫНЫҢ КЕҢІСТІКТІК ҚҰРЫЛЫМДЫ ЖАНШЫЛУҒА РЕАКЦИЯСЫ..... | 94 |
| Ж.С. Мұстафаев, Рысқұлбекова Л.М. ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУЖИНАУ АЛАБЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ ӨЛШЕМДЕРІНІҢ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ ӨЗГЕРУІ..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Г.Е. Сағындықова, С.Ж. Қазбекова, Э. Елстс, Г.А. Абденова, Ж.К. Ермекова TL ⁺ ИОНДАРЫМЕН АКТИВТЕНДІРІЛГЕН LiKSO ₄ КРИСТАЛЫНЫҢ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ..... | 110 |
| М.К. Скаков, Ас.М. Жилкашинова, Ал.М. Жилкашинова, И.А. Очеретько. CO-CR-Al-Y КОМПОЗИТТІК ЖАБЫНДАРЫНЫҢ ҚЫЗМЕТ ЕТУ МЕРЗІМІН БОЛЖАУДЫҢ ЕСЕПТІК-ЭКСПЕРИМЕНТТІК ӘДІСІ..... | 117 |
| Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова КОМЕТАЛАР ДИНАМИКАСЫНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІ..... | 124 |
| Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, А.И. Кенжебекова СУЫҚ АҚ ЕРГЕЖЕЙЛІ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ СУБЛИМАЦИЯ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТОЗАҢДЫ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ДИНАМИКАСЫ..... | 130 |
| С.А. Шомшекова, И.М. Измайлова, С.Г. Мошкина, А. Ж. Умирбаева В.Г. ФЕСЕНКОВ АТЫНДАҒЫ АСТРОФИЗИКА ИНСТИТУТЫНЫҢ КОМЕТАЛАРДЫҢ ФОТОМЕТРЛІК АСТРОНЕГАТИВТЕРІН ЦИФРЛАУЫ..... | 137 |

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

| | |
|---|----|
| Э.К. Асембаева, Э.К. Адильбекова, А.Б. Токтамысова, З.Ж. Сейдахметова, А.Б. Бейсембаева ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ..... | 5 |
| С.Б. Бакиров, К. Галымбек, А.К. Маденова, К. Акан, Н.С. Сафарова ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПАТОГЕННОСТИ ТВЁРДОЙ ГОЛОВНИ (<i>TILLETIACARIES (DC.) TUL.</i>)..... | 12 |
| Г.Н. Калыкова, И.К. Купсуралиева, А.О. Сагитов ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ПИХТЫ СЕМЕНОВА В КЫРГЫЗСТАНЕ..... | 21 |
| В.В. Малородов, А.К. Османян, Р.З.Абдулхаликов, М.Т. Каргаева ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ МИКРОКЛИМАТАВ ПТИЧНИКАХ НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ БРОЙЛЕРОВ..... | 27 |
| С.С. Манукян НИЗОТРОПИЯ СРЕДНЕГО СЛОЯ СЫРА “ЛОРИ”, ВЫРАБОТАННОГО ДВУХСТОРОННИМ ПРЕССОВАНИЕМ..... | 34 |
| Д.А. Смагулова, Н.Д. Курмангалиева, А.С. Султанова ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА..... | 43 |
| Ю.А. Юлдашбаев, А.М. Абдулмуслимов, А.А. Хожоков, Д.А. Баймуканов БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА БАРАНЧИКОВ ДАГЕСТАНСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ИХ ПОМЕСЕЙ..... | 48 |

ФИЗИКА

| | |
|--|----|
| Р.Н. Асылбаев, Г.М. Баубекова, Э.Ш. Анаева ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ MgO И CaF_2 , ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ..... | 54 |
| З.И. Джамалова, Б.М. Калдыбаева, С.А.Болдырев, Д.М. Кенжебеков МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ И ОПТИМИЗАЦИИТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ P-GRAPH..... | 64 |
| В.Ю. Ким ИЗОЛИРОВАННЫЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ПУЛЬСАРЫ КАК ВОЗМОЖНЫЕ ПОТОМКИ МАССИВНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ..... | 72 |
| М.С. Есенаманова, А. Ануарбекова, Д. Рыскалиева, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Тлепбергенова АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ТОО «ТЕНГИЗШЕВРОЙЛ» В АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ..... | 84 |
| Д.Б. Куватова, Д.В. Юрин, М.А. Макуков, Ч.Т. Омаров ОТКЛИК ИЗОТРОПНОЙ СФЕРЫ ХЕРНКВИСТА НА СПЛЮЩИВАНИЕ ЕГО ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| Ж.С. Мустафаев, Рыскулбекова Л.М. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОСБОРА БАССЕЙНА РЕКИ ИЛЕ..... | 102 |
| Г.Е. Сагындыкова, С.Ж. Казбекова, Э. Елстс, Г.А. Абденова, Ж.К. Ермакова ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ LiKSO_4 , АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ TL^+ | 110 |
| М.К. Скаков, Ас.М. Жилкашинова, Ал.М. Жилкашинова, И.А. Очердько РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ CO-CR-Al-Y | 117 |
| Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова К ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ ДИНАМИКИ КОМЕТ..... | 124 |
| Л.И. Шестакова, А.В. Серебрянский, А.И. Кенжебекова ДИНАМИКА ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ЗОНЕ СУБЛИМАЦИИ ХОЛОДНЫХ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ..... | 130 |
| С.А. Шомшекова, И.М. Измайлова, С.Г. Мошкина, А. Ж. Умирбаева ОЦИФРОВКА КОМЕТ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ АСТРОНЕГАТИВОВ АСТРОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В.Г. ФЕСЕНКОВА..... | 137 |

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

| | |
|--|----|
| E.K. Assembayeva, E.K. Adilbekova, A.B. Toktamysova, Z.Zh. Seidakhmetova, A.B. Beisembayeva SAFETY INDICATORS OF SOUR MILK PRODUCTS WITH PREBIOTIC PROPERTIES..... | 5 |
| S.B. Bakirov, K. Galymbek, A.K. Madenova, K. Akan, N.S. Safarova RESISTANCE TESTING OF WHEAT SAMPLES TO COMMON BUNT (<i>Tilletia caries</i> (dc.) Tul.) PATHOGENS..... | 12 |
| G.N. Kalykova, I.K. Kupsuralieva, A.O. Sagitov PESTS AND DISEASES OF SEMYONOV FIRS IN KYRGYZSTAN..... | 21 |
| V.V. Malorodov, A.K. Osmanyanyan, R.Z. Abdulkhalikov, M. T. Kargaeyeva THE EFFECT OF INCREASING THE UNIFORMITY OF THE MICROCLIMATE IN POULTRY HOUSES ON THE EFFECTIVENESS OF BROILER GROWING..... | 27 |
| S.S. Manukyan ANISOTROPY OF CHEESE “LORI” PRODUCED BY DOUBLE-SIDED PRESSING..... | 34 |
| Smagulova D.A., Kurmangalieva N.D., Sultanova A.S. EVALUATION OF VARIETIES OF WHITE CABBAGE ACCORDING TO ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN..... | 43 |
| Yu.A. Yuldashbayev, A.M. Abdulmuslimov, A.A. Khozhokov, D.A. Baimukanov BIOLOGICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF MEAT OF SHEEP OF THE DAGESTAN MOUNTAIN BREED AND THEIR HYBRIDS..... | 48 |

PHYSICS

| | |
|---|-----|
| R. Assylbayev, G. Baubekova, E. Anaeva THERMOSTIMULATED LUMINESCENCE OF CaF ₂ AND MgO SINGLE CRYSTALS IRRADIATED WITH HIGH-ENERGY IONS..... | 54 |
| Z.I. Jamalova, B.M. Kaldybayeva, S.A. Boldyryev, D.M. Kenzhebekov METHODOLOGY FOR BUILDING MODELS AND OPTIMIZING TECHNOLOGICAL PROCESSES USING P-GRAPH SOFTWARE..... | 64 |
| V.Y. Kim ISOLATED X-RAY PULSARS AS POSSIBLE DESCENDANTS OF HIGH-MASS X-RAY BINARY SYSTEMS..... | 72 |
| M. Yessenamanova, A. Anuarbekova, D. Ryskalieva, Zh. Yessenamanov, A.E. Tlepbergenova ANALYSIS OF EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERE FOR THE FACILITIES OF TENGIZCHEVROIL LLP IN ATYRAU REGION..... | 84 |
| D.B. Kuvatova, D.V. Yurin, M.A. Makukov, C.T. Omarov RESPONSE OF THE ISOTROPIC HERNQUIST SPHERE TO FLATTENING OF ITS SPATIAL STRUCTURE..... | 94 |
| Zh.S. Mustafayev, Ryskulbekova L.M. SPATIAL-TIME CHANGE IN THE CLIMATIC PARAMETERS OF THE DRAINAGE OF THE RIVER BASIN ILI..... | 102 |
| G.E. Sagyndykova, S.Zh. Kazbekova, E. Elsts, G.A. Abdenova, Zh.K. Yermekova PHOTOLUMINESCENCE OF LiKSO ₄ ACTIVATED BY TL ⁺ IONS..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| M. Skakov, As. Zhilkashinova, I.Ocheredko, Al. Zhilkashinova COMPUTATIONAL – EXPERIMENTAL METHOD OF FORECASTING THE LIFETIME OF CO-CR-AL-Y COMPOSITE COATINGS..... | 117 |
| G.T. Omarova, Zh.T. Omarova TO THE INVERSE PROBLEM OF COMET DYNAMICS..... | 124 |
| L.I. Shestakova, A.V. Serebryanskiy, A.I. Kenzhebekova DYNAMICS OF DUST GRAIN IN THE SUBLIMATION ZONE OF COLD WHITE DWARFS..... | 130 |
| S.A. Shomshekova, I.M. Izmailova, S.G. Moshkina, A. Zh. Umirbayeva COMETS PHOTOMETRIC ASTRONEGATIVE DIGITALIZATION AT FESENKOV ASTROPHYSICAL INSTITUTE..... | 137 |

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

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

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

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 10.03.2022.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.
9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.