

# СИГНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

## 01. АКУСТИКА

### ОТДЕЛЬНЫЙ ВЫПУСК

Главный редактор  
акад. О.В. Руденко, Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова

Рубрикация:  
Д.Л. Расторгуев, Акустический институт им. Н.Н. Андреева

Издается с 2013 г.

№ 03

Выходит 6 раз в год

Москва 2021

### Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания

**21.03-01.1** Сессия общего собрания отделения механики НАНУ 21 декабря 2018 г., посвященная 100-летию Института механики им. С.П. Тимошенко НАНУ. Доклад директора Института. *Гузь О.М. Прикл. мех.* 2019. 55, № 1, с. 5-25. Рус.

The report on important moments of scientific activity during 100 years of existence (1918–2018) of the S.P. Timoshenko Institute of Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU) is presented. This report was given December 21, 2018 on the session of the General Meeting of the Division of Mechanics of NASU devoted to the centenary of the institute.

### Библиография

**21.03-01.2К** Низкочастотный просветный метод дальней гидролокации гидрофизических полей морской среды. *Мироненко М.В., Малашенко А.Е., Карачун Л.Э., Василенко А.М.* Владивосток: СКБ САМИ ДВО РАН. 2006, 173 с.

Специальный выпуск сборника «Труды Института прикладной астрономии РАН» содержит материалы Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2019), проходившей с 15 по 19 апреля 2019 г. в Санкт-Петербурге в Институте прикладной астрономии РАН. Статьи, представленные в сборнике, охватывают широкий круг теоретических, методических и организационно-правовых вопросов в области фундаментального и прикладного КВНО. Особое внимание уделено вопросам поддержания, развития и использования системы ГЛОНАСС; установления и поддержания систем отсчета; мониторинга параметров вращения Земли; хранения и синхронизации шкал времени; определения параметров гравитационного поля Земли и др. Подробно рассмотрены современные высокоточные технические средства и методы КВНО: радиоинтерферометрические комплексы со сверхдлинными базами, системы лазерной локации ИСЗ и Луны, глобальные навигационные спутниковые системы, стандарты времени и частоты, геоинформационные системы и др., а также способы их объединения — колокации. В сборник также вошли результаты последних научных исследований, выполненных в Институте прикладной астрономии РАН.

**21.03-01.3К** Нелинейная просветная гидроакустика и средства морского приборостроения в создании Дальневосточной радиогидроакустической системы освещения атмосферы, океана и земной коры, мониторинга их полей различной физической природы. *Мироненко М.В., Малашенко А.Е., Василенко А.М., Карачун Л.Э., Леоненков Р.В., Халаев Н.Л.* Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 2014, 405 с.

В монографии представлены научно-технические разработки нелинейной просветной гидроакустики и средств морского приборостроения в решении смежных задач гидрофизики, геофизики и радиопизики, практические пути их реализации в Дальневосточной радиогидроакустической системе мониторинга полей различной физической природы, формируемых искусственными и естественными источниками, процессами и явлениями атмосферы, океана и земной коры, как информационного поля Земли. Диапазон измеряемых частот создаваемой системы составляет десятки—единицы килогерц, сотни—десятки единицы—доли Герца, включая СНЧ колебания движущихся объектов и неоднородностей среды.

**21.03-01.6К** Борьба с шумом водопроводно-канализационного оборудования жилых зданий. *Ловцов Е.Н.* М.: МИСИ им. Куйбышева. 1973, 57 с.

**21.03-01.4К** Технологии нелинейной просветной гидроакустики и нейро-нечетких операций в задачах распознавания морских объектов: монография. *Пятакович В.А., Василенко А.М., Мироненко М.В.* Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т. 2016, 190 с.

**21.03-01.7К** Ультразвуковая технология. *Агранат В.А., Башкиров В.И., Китайгородский Ю.И., Хавский Н.Н.* М.: Металлургия. 1974, 504 с.

**21.03-01.5К** Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020. ISBN 978-5-93197-068-4

Дано подробное описание технологических процессов, протекающих в жидкой фазе под действием мощного ультразвука: ультразвуковой очистки, травления, диспергирования, гидроабразивного разрушения, обработки расплавленных металлов, кристаллизационной очистки металлов и полупроводниковых

материалов, интенсификации гидрометаллургических процессов. Приведены данные об основных свойствах акустической энергии. Рассматриваются схемы основных типов ультразвуковых генераторов. Даны инженерные методы расчета и измерения основных параметров, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований физических основ ультразвуковой технологии. Приведены схемы и описания ультразвуковой технологической аппаратуры.

**21.03-01.8К Гидроакустические лаги.** Букацкий В.М. М.: Пищевая промышленность. 1980, 176 с.

**21.03-01.9К Дальность действия гидроакустических средств.** Матвиенко В.Н., Тарасюк Ю.Ф. Л.: Судостроение. 1981, 208 с.

В решении многих прикладных задач исследования, освоения и использования Мирового океана важное место принадлежит гидроакустическим средствам наблюдения и связи. Их основным параметром является дальность действия, которая в морских условиях меняется в широких пределах, что создает трудности при проектировании и эксплуатации соответствующей аппаратуры. Цель настоящей книги - познакомить читателей с основными факторами среды, вызывающими изменения

ожидаемой дальности действия гидроакустических средств в морях и океанах, а также с практическими приемами учета характеристик водных масс, поверхности и дна моря при ее определении. Формулы для выполнения расчетов фактора фокусировки, фактора аномалии по лучу и аномалии распространения гидроакустических сигналов приведены применительно к наиболее простой модели среды, обеспечивающей, однако, требуемую точность. Оценка ожидаемой дальности действия судовых станций дается применительно к заданной вероятности правильного обнаружения сигналов. Рассмотрены современные судовые средства для измерения значений скорости звука от поверхности моря до больших глубин и в грунте; показано, как пользоваться номограммами, планшетами для определения ожидаемой дальности действия ГАС, описана программа ее вычислений на ЭЦВМ.

**21.03-01.10К Волновые задачи теории направленных и фокусирующих антенн.** Короченцев В.И. Владивосток: Дальнаука. 1998, 192 с.

**21.03-01.11 Предметный указатель [Письма в Астрономический журнал] за 2020 г.** Письма в Астрон. жс. 2021. 47, № 1, с. 66-76. Рус.

## Персоналии

**21.03-01.12 Феномен Атанасиуса Кирхера.** Иогансон Л.И. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 75-88. Рус.

doi=10.7868/S0044394820090066.

**21.03-01.13 Прогрессор Стругацкий — в настоящем и будущем.** Арбитман Р.Э. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 96-97. Рус.

doi=10.7868/S0044394820120063.

**21.03-01.14 Михаил Игоревич Панасюк (14.08.1945—03.11.2020).** Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 98. Рус.

**21.03-01.15 Научная астрономическая школа профессора Владимира Петровича Цесевича по физике переменных звезд.** Scientific astronomical school by professor Volodymyr P. Tsevevich on the physics of variable stars. Vavilova I.B. Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 256-262. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.118718> This paper is dedicated to the Prof. Volodymyr Platonovych Tsevevich (1907—1983), an outstanding scientist and legendary personality of the XX century. We describe briefly the Kyiv period of his life and activity taken from his Personal Dossier from the Archive of the Presidium of the NAS of Ukraine. A particular attention is paid to the role by V.P. Tsevevich in the development of astrophysical research at the Main Astronomical Observatory of the Academy of Sciences of UkrSSR, when he served as the Director (19.11.1948—03.05.1951), and to the fruitful cooperation between Kyiv and Odesa astronomers. We present briefly a “tree” of the scientific astronomical school by Prof. V.P. Tsevevich on the physics of stars. The data were obtained from different archives (Astronomical Observatory of the I.I. Mechnikov National University of Odessa, Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine, Archive of the Vernadsky National Library, Archive of the Russian AS, and other institutions). The full database contains of a brief information on the about 100 representatives of this school as follows: name, title and year of thesis's defense, past/present affiliation). The scientific school is formed since 1950-s till now having its greatest continuation in the work of such astronomers as N.S. Komarov, V.G. Karetnikov, Yu.S. Romanov, and I.L. Andronov (a branch of this school after V.P. Tsevevich), as well as S.M. Andrievsky as the follower by V.G. Karetnikov and T.V. Mishenina, V.F. Gopka, V.V. Kovtykh as the followers by N.S. Komarov. The given information on the school by V.P. Tsevevich is not absolutely full, for example, 1) there are no the data on thesis's defense under his supervision before 1948; 2) information on the astronomical school developed by A.M. Stafeev and some other scientists is a very poor; 3) some inaccuracies may be present. We will grateful for all the additions and corrections to update a tree of this scientific school,

which played and plays a prominent role in the development of our knowledge on physics of stars.

**21.03-01.16 Владимир Андреевич Стеклов (1863—1926).** Козлов В.В., Павлов В.П., Сергеев А.Г. Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2015. 289, с. 7-16. Рус.

Представлен краткий очерк жизни и деятельности академика РАН Владимира Андреевича Стеклова, имя которого носит Математический институт РАН. Очерк подготовлен к 150-летию юбилею ученого. Главным источником сведений о жизни и деятельности В.А. Стеклова, о его становлении как личности, математика и общественного деятеля послужили для авторов “Воспоминания” Владимира Андреевича, изданные в 1991 г. Ленинградским отделением ИИЕТ АН СССР (Научное наследие; Т. 17). Особое внимание уделено решающей роли В.А. Стеклова в становлении Российской академии наук как правопреемника Императорской Санкт-Петербургской академии наук и ее трансформации в АН СССР. Сведения о деятельности В.А. Стеклова в этом направлении основаны на архивных материалах РАН и сборнике документов “Организация науки в первые годы советской власти (1917—1925) изданном Ленинградским отделением ИИЕТ АН СССР в 1968 г. Кроме того, дан краткий обзор научных результатов В.А. Стеклова в области математической физики и механики.

**21.03-01.17 Владимир Стеклов: математик на рубеже двух эпох.** Демидов С.С. Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2015. 289, с. 17-30. Рус.

Освещается роль В.А. Стеклова в развитии математических исследований в России, в становлении российского математического сообщества и его профессиональных институтов. Особое внимание уделяется его деятельности в советский период, когда в условиях слома старого государственного устройства и строительства нового правопорядка ему удалось сохранить Академию наук, определить ее важное место в структуре советского государства, а также заложить основы институализации математической жизни страны, существенным элементом которой стал Физико-математический институт АН СССР, из которого вырос нынешний Математический институт его имени.

**21.03-01.18 Академик В.А. Стеклов: формирование личности (нижегородский период).** Виноградова Т.П. Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2015. 289, с. 31-40. Рус.

Освещается нижегородский период жизни академика В.А. Стеклова, его детство и юность. Новизна и характер изложения представленной информации обусловлены тем, что автор

этой публикации приходится дальней родственницей литературному критику и публицисту Н.А. Добролюбову. В ее книге «Нижегородская интеллигенция: Вокруг Н.А. Добролюбова» особое место отводится В.А. Стеклову, сыну одной из младших сестер Николая Александровича — Екатерины. Академик не только родственно был близок Добролюбову, но духовно и нравственно. Именитый дядя оставался для Стеклова кумиром до конца дней — отсюда и его желание быть похороненным рядом с ним на Волковом кладбище. Высокие качества патриота и гражданина были заложены в будущего академика в детстве и получили развитие в нижегородский период его жизни.

**21.03-01.19 «Крауткрамер» — история и современность.** Салова С.Ю. В мире неразрушающего контроля. 2020. 23, № 4, <http://www.ndtworld.ru/index.php/ru/about-journal/journals/306-90.html>. Рус.

DOI: 10.12737/1609-3178-2021-5-8 История компании Krautkramer охватывает период времени, начиная с 1946 г., когда братья Йозеф и Герберт Крауткрамер основали в Кельне разработку и производство ультразвуковых приборов. В активе компании линейка средств контроля, включая дефектоскопы, толщиномеры, широкий выбор преобразователей, в том числе

преобразователи на фазированных решётках. Ключевые слова: ультразвуковой контроль, дефектоскопы, толщиномеры, фазированные решётки.

**21.03-01.20 Научная деятельность А.Д. Сахарова и современная физика.** Альтшулер Б.Л. УФН. 2021. 191, № 5, с. 449-474. Рус.

Прослежены различные направления научной и инженерно-конструкторской деятельности А.Д. Сахарова — от первых отечественных термоядерных зарядов до фундаментальной физики. Сделан акцент на современный статус тех научных направлений, родоначальником которых признаётся А.Д. Сахаров: управляемый термоядерный синтез, магнитная кумуляция и взрывомангнитные генераторы, индуцированная гравитация, космологические «сахаровские» (барионные акустические) осцилляции, барионная асимметрия Вселенной. Также неожиданное развитие, особенно в XXI веке, получила близкая Сахарову модель пульсирующей Вселенной. Другие волноватые его темы: квантовая космология, антропный принцип — это тоже передний край современной науки.

См. также **21.03-01.1**

## Классические проблемы линейной акустики и теории волн

### Математическая теория распространения волн

**21.03-01.21 Осреднение и дисперсионные эффекты в задаче о распространении волн, порожденных локализованным источником.** Грушин В.В., Доброхотов С.Ю., Сергеев С.А. Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2013. 281, с. 170-187. Рус.

Построены асимптотические решения волнового уравнения с быстро осциллирующей на плавно меняющемся фоне скоростью и локализованными начальными возмущениями. Сначала с помощью адиабатического приближения в операторной форме проводится осреднение, приводящее к уравнению типа линеаризованного уравнения Буссинеска с гладкими коэффициентами и слабой «аномальной» дисперсией. Далее с помощью модифицированного канонического оператора Маслова строятся асимптотические решения этого и, как следствие, исходного уравнений, которые для начальных возмущений специального вида выражаются через комбинации произведений функций Эйри комплексного аргумента. На основе полученных явных формул проведено исследование влияния быстрых осцилляций скорости на фронты решения и профили в окрестности фронта.

**21.03-01.22 Нестационарная плоская задача для слоя жидкости на жестком основании.** Кубенко В.Д. Прикл. мех. 2019. 55, № 5, с. 21-38. Рус.

An analytical solution is proposed for a plane problem on action of the non-steady pressure at surface of a layer of compressible fluid. The corresponding plane problem of hydroacoustics is stated. The integral Laplace transform and Fourier transform are applied. The inverses of transforms in case of fixed or variable loading domain is carried out by means of the tabular relationships and convolution theorems. As a result, the expression for velocity and pressure in an arbitrary point of fluid is obtained in the closed form. The solution is represented in the form of sum, in which the  $m$ -th member represents the  $m$ -th reflected wave. Retaining the certain finite number of members in the solution gives the exact solution of the problem on the given interval of time taking into account the necessary number of reflected waves. The performed computation shows the velocity and pressure development depending on time and space coordinates.

**21.03-01.23 Аномальные частоты в полубесконечном цилиндрическом сосуде с жидкостью при динамическом возбуждении сферическим излучателем.** Кубенко В.Д., Янчевский И.В. Прикл. мех. 2020. 56, № 2, с. 18-35. Рус.

A semi-infinite circular cylindrical cavity filled with an ideal compressible liquid which contains a spherical body located

near to its end is considered. The body surface radiates the periodic pressure with the given frequency and amplitude. The problem of determining the hydrodynamic characteristics of the system depending on the frequency of excitation and geometrical parameters is solved. The method of separation of variables, the translational addition theorems for the spherical wave functions, and the relations representing the spherical wave functions through the cylindrical ones and inverse are applied. This approach allows to satisfy all boundary conditions and to obtain the exact solution of boundary problem. The calculations are reduced to solving the infinite system of algebraic equations. Further, it is asserted that its solution obtained by the truncation method converges. Determination of the pressure fields and velocities is displayed that the considered system has the series of frequencies of excitation at which the acoustic performances can exceed several orders the amplitude of excitation. These anomalous frequencies differ from the frequencies inherent for an infinite cylindrical cavity with a spherical body. Thus, even in a case when the radius of spherical emitter is small, and therefore the anomalous phenomena in an infinite vessel are poorly expressed, in a semi-infinite vessel they can appear essentially.

### Упругие волны в твердых телах

**21.03-01.24 К вопросу о плотности потока внутренней энергии в пьезополупроводниках при низких температурах.** Аджамов А.А. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2019, № 2, с. 52-58. Рус.

Исследован процесс вынужденного рассеяния двухчастотной лазерной накачки в полупроводниковых соединениях, обладающих пьезоэффектом при низких температурах. Обнаружен эффект оптической генерации звука двухчастотной лазерной накачкой в пьезополупроводнике с отражающей задней поверхностью при протекании тока навстречу накачке и поперек магнитного поля, при низких температурах.

**21.03-01.25 Колебания пьезоэлектрического слоя 6 мм-класса с жестко защемленным и свободным краями при начальных условиях.** Vibrations of piezoelectric layer of class 6 mm with initial conditions and with rigidly clamped and free edges. Belubekyan M.V., Paryan A.H. Ученые записки ЕГУ, физико-математических наук. 2020. 54, № 3, с. 146-152. Англ.

Рассматривается задача колебаний пьезоэлектрического слоя 6 мм-класса при начальных условиях в виде воздействия внешнего электрического поля или перемещения слоя, когда один

его край жестко зашпелен, а другой свободен. Задача рассматривается на основе гиперболических уравнений электромагнитного поля. Определены перемещение слоя и внешнее электрическое поле.

**21.03-01.26 Ударные волны в упругопластических средах со структурой, определяемой процессом релаксации напряжений.** Куликовский А.Г., Чугайнова А.П. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 2015. 289, с. 178-194. Рус.

Исследуются нелинейные волны в среде Максвелла, в которой возникают остаточные деформации и упрочнение. Свойства среды заданы так, что при медленных процессах с характерными временами, много большими времени релаксации напряжений, среда ведет себя как упругопластическая. Исследуются непрерывные бегущие волны в виде сглаженных ступенек, которые рассматриваются как структуры разрывов в упругопластической среде. Продемонстрирована зависимость соотношений на разрывах от задания процесса релаксации напряжений, происходящих в структуре разрывов.

**21.03-01.27 Автомодельная задача о волнах в упругопластической среде Прандтля—Рейсса.** Куликовский А.Г., Чугайнова А.П. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 2016. 295, с. 195-205. Рус.

Рассматривается автомодельная задача «о поршне», когда на границе полупространства, заполненного средой Прандтля—Рейсса в однородном напряженном состоянии, мгновенно меняются напряжения. Считается, что среда допускает образование ударных волн. Доказывается существование решения задачи в случаях, когда изменяются две или все три компоненты напряжений.

**21.03-01.28 Особенности поведения нелинейных квазипоперечных волн в упругой среде при малой анизотропии.** Куликовский А.Г. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1989. 186, с. 132-149. Рус.

Рассматриваются особенности поведения нелинейных квазипоперечных волн в упругой среде, обладающей малой анизотропией. Показано, что эволюция одного из волновых пакетов (волн, близких к «вращательным») может содержать быстрые стадии («катастрофы»), завершающиеся излучением короткой интенсивной волны другого семейства. Наличие таких волн могло бы быть обнаружено в опытах.

**21.03-01.29 Исследование метода обнаружения и локализации неоднородностей в пластинах с использованием волн Лэмба.** Муякишин С.И., Диденкулов И.Н., Вьюгин П.Н., Чернов В.В., Денисов Д.М. *Акустический журнал*. 2021. 67, № 3, с. 270-274. Рус.

Приводятся результаты исследования взаимодействия волн Лэмба с неоднородностями в пластинах из композитного материала. Выяснено, что волны этого типа испытывают дифракцию на неоднородностях типа отверстия и локализованной массовой нагрузки поверхности. Предложен и проверен экспериментальный метод обнаружения и локализации неоднородностей, основанный на сравнении распределения амплитуд волнового поля по поверхности пластины до и после появления неоднородности. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030114.

### Отражение, дифракция, рассеяние упругих волн

**21.03-01.30 Асимптотическое поведение спектра одномерных колебаний в среде из слоев упругого материала и вязкоупругого материала Кельвина—Фойгта.** Шамаев А.С., Шумилова В.В. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 2016. 295, с. 218-228. Рус.

Работа посвящена исследованию спектральных свойств краевой задачи, описывающей одномерные колебания вдоль оси  $Ox_1$  периодически чередующихся  $M$  упругих и  $M$  вязкоупругих слоев, параллельных плоскости  $Ox_1x_3$ . Установлено, что спектр краевой задачи представляет собой объединение корней  $M$  уравнений. Изучено асимптотическое поведение спек-

тра задачи при  $M \rightarrow \infty$ ; в частности, доказано, что не все последовательности собственных значений исходной (допредельной) задачи сходятся к собственным значениям соответствующей усредненной (предельной) задачи.

**21.03-01.31 Распространение волн в упругом полупространстве, взаимодействующем с вязким жидким слоем.** Багно А.М. *Прикл. мех.* 2020. 56, № 6, с. 57-68. Рус.

A problem of the propagation of acoustic waves in a layer of viscous compressible fluid that interacts with an elastic half-space is considered. The study is carried out on the base of the three-dimensional linear equations of the classical theory of elasticity for a solid and the three-dimensional linearized Navier—Stokes equations for a viscous compressible fluid. A problem statement and an approach, based on the representations of general solutions of the linear equations for the elastic body and the linearized equations for the fluid are used. The dispersion equation, which describes the propagation of the quasi-Lamb waves in the hydroelastic system, is obtained. The dispersion curves for the normal waves in the wide frequency range are constructed. An effect of the thickness of the layer of viscous compressible fluid on the phase velocities and attenuation coefficients of acoustic waves is analyzed. It is shown that an influence of the viscosity of fluid on the wave process parameters is associated with the localization properties of waves. The developed approach and the findings make it possible to establish the limits of applicability of the models of wave processes, based on the model of an ideal compressible fluid. The numerical results are presented in the form of graphs, and their analysis is given.

**21.03-01.32 Особенности дифракции звука на звукопоглощающем экране.** Комкин А.И., Назаров Г.М. *Акустический журнал*. 2021. 67, № 3, с. 303-307. Рус.

Приводятся результаты компьютерного моделирования поглощательной способности полубесконечного акустического экрана в зависимости от угла падения на него плоской звуковой волны. Определена акустическая эффективность экрана в зависимости от частоты и угла падения звука. Проанализировано влияние на акустическую эффективность экрана размеров звукопоглощающего слоя. Показано, что существует оптимальное заполнение площади экрана поглощающей облицовкой, при котором поглощательная способность экрана будет максимальна. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030072.

### Излучение источников, импеданс, картины полей

**21.03-01.33 О различии эволюции плоских продольной и поперечной колоколообразных волн при их распространении в нелинейно упругих композитах.** Юрчук В.Н. *Прикл. мех.* 2019. 55, № 1, с. 60-63. Рус.

For the problem on evolution of the nonlinear elastic plane longitudinal and transverse waves of displacement, a statement is proposed, an analysis of numerical results is carried out, and a data is compared. The 18 variants of initial parameters are studied numerically — two variants of composite materials, three variants of the wave bottom length, three variants of initial maximal amplitude. For each variant, the 3D plots «displacement — passed by wave distance — time of wave propagation» are built. An attention is concentrated on difference in evolution of longitudinal and transverse waves.

**21.03-01.34 Возбуждение пространственно развитых волн Лэмба системой объемных и поверхностных нагрузок (Часть 1).** Петрищев О.Н., Романюк М.И. *Прикл. мех.* 2019. 55, № 6, с. 90-114. Рус.

The principle and method for calculating the electroacoustic transducers in the mode of elastic waves excitation in the isotropic solid bodies is considered. When being solved a homogeneous boundary problem of the dynamic theory of elasticity, the relations are obtained that completely determine the entire set of eigenfunctions (normal waves). The main solutions of the boundary value problem of the dynamic theory of elasticity are considered under the assumption that a source of the spatially developed

Lamb waves does not have the axial symmetry. The quantitative estimates of the complex roots of dispersion equation for symmetric and antisymmetric Lamb waves are performed.

**21.03-01.35 Возбуждение пространственно развитых волн Лэмба системой объемных и поверхностных нагрузок (Часть 2).** *Петрищев О.Н., Романюк М.И.* *Прикл. мех.* 2020. 56, № 1, с. 105-127. Рус.

A problem of excitation of spatially developed Lamb waves by a system of volume and surface loads is formulated and completely analytically solved. With the application of the direct and inverse integral Hankel transform, the relations are obtained for determining the amplitude factors of the radially propagating non-axisymmetric Lamb waves, that are excited by a system of volume and surface loads in an arbitrary region of an isotropic elastic layer. The relations are obtained for calculating the components of the displacement vector of material particles of the elastic layer in the far field.

**21.03-01.36 О механизме возникновения турбулентных пятен Эммонса.** *Воронков С.С.* *Техническая акустика.* 2020. 20, № 1, <http://www.ejta.org/ru/voronkov9>. Рус.

Рассматривается механизм возникновения турбулентных пятен Эммонса в пограничном слое вязкого теплопроводного газа при естественном переходе. Показано, что закон возникновения турбулентности в вязком теплопроводном газе описывает один из механизмов возникновения турбулентных пятен Эммонса в пограничном слое. Отмечается, что найденное аналитическое выражение для пульсаций давления качественно верно описывает катастрофический, взрывной механизм возникновения турбулентных пятен в пограничном слое и перехода в целом, установленный опытным путем. Ключевые слова: турбулентные пятна Эммонса, закон возникновения турбулентности, вязкий теплопроводный газ.

**21.03-01.37 О турбулентности в вязком газе.** *Воронков С.С.* *Техническая акустика.* 2021. 21, № 1, <http://www.ejta.org/ru/voronkov12>. Рус.

Приводятся уравнения, описывающие турбулентность. Дается определение турбулентности в вязком теплопроводном газе. Рассматривается существование и гладкость решений уравнений Навье—Стокса. Отмечается, что с точки зрения физики при рассмотрении существования и гладкости решений уравнений Навье—Стокса в вязком теплопроводном газе необходимо учитывать сжимаемость среды. Показано, что разрывное поведение давления в турбулентном потоке вязкого теплопроводного газа следует не из решений уравнений Навье—Стокса в приближении несжимаемости среды, а из решений более общей системы уравнений, учитывающей сжимаемость и диссипацию энергии: уравнений Навье—Стокса, сохранения энергии, неразрывности и состояния.

## Численные методы, компьютерное моделирование

**21.03-01.38 Взрывозащитный контейнер: математическое моделирование необратимого деформирования и разрушения, вплоть до фрагментации, разлета осколков.** *Киселев А.Б., Логинов Д.П.* *Прикладная физика и математика.* 2021, № 4, с. 36-45. Рус.

Рассмотрена задача численного моделирования необратимого динамического деформирования, вплоть до фрагментации, цилиндрической стальной камеры под действием интенсивной кратковременной нагрузки, обусловленной взрывом заряда конденсированного ВВ в её полости. Задача имеет непосредственное отношение к проблеме защиты от взрывного воздействия обнаруженных неизвестных объектов в местах скопления людей, например, в метро. Ключевые слова: динамическое нагружение, параметры поврежденности, фрагментация, взрывозащитный контейнер, численное моделирование, критерий макроразрушения, теория Вейбулла. DOI: 10.25791/pfm.02.2021.1196.

**21.03-01.39 Численный анализ динамических процессов в неоднородных пьезокерамических цилиндрах (обзор).** *Григоренко А.Я., Григоренко Я.М., Лоза И.А.*

*Прикл. мех.* 2020. 56, № 5, с. 3-55. Рус.

The review of works is given, which are devoted to the numerical investigations of the new problems of the theory electroelasticity. Namely, they are devoted to the determination of dynamical characteristics of the inhomogeneous piezoceramic circular waveguides and the inhomogeneous piezoceramic finite-length cylinders. An effective numerical-analytical approach is proposed in these works. The proposed method is based on uniting the different analytical transforms (apparatus of special functions, expansion in the Fourier series, and spline-approximations method with collocation method) allows reducing the initial three-dimensional equations of electroelasticity theory in the partial derivatives to the boundary value problem for the system of ordinary differential equations. The obtained one-dimensional problem is solved by the method of discrete orthogonalization. Basing on the obtained solutions, the new regularities of spectral characteristics with the inhomogeneous structure are studied, with allowance for the coupled electric field of the piezoceramic layers. Also, the study is carried out for an effect of the inhomogeneity and coupled electric field on the dynamic characteristics of the bodies under study. Significant attention is paid to the validation of the reliability of the results obtained by the numerical calculations.

**21.03-01.40 Численное моделирование динамики трехслойных сферических оболочек с дискретным ребристым наполнителем при действии ударной волны.** *Луговой П.З., Мейш В.Ф., Орленко С.П.* *Прикл. мех.* 2020. 56, № 5, с. 78-88. Рус.

The equations of oscillations of a three-layer spherical shell with a discrete ribbed filler under the unsteady loading are obtained. In analyzing the elements of the elastic structure, the models of the nonlinear theory of shells and Timoshenko rods are used in the quadratic approximation for each layer. The numerical method for solving the obtained equations is based on the application of the integro-interpolation method for constructing the finite-difference schemes for equations with the discontinuous coefficients. The problem of the dynamic behavior of a three-layer spherical shell under unsteady loading is solved taking into account the discreteness of the ribbed filler.

**21.03-01.41 Модификация и верификация численных алгоритмов для течения при разрушении плотины над горизонтальным дном.** *Евтушок Г.Ю., Бойко А.В., Яковенко С.Н., Яковенко Е.Э., Чан К.С.* *Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 2, с. 88-101. Рус.

Выполнено численное моделирование возникающего при разрушении плотины течения воды над горизонтальным сухим дном. Модифицированы и верифицированы вычислительные технологии, включающие методы определения положения поверхности раздела и континуальную модель силы поверхностного натяжения, реализованные в коде PIPF, а также программный пакет OpenFOAM с решателем interFoam и различными версиями двухпараметрической ( $k-\epsilon$ )-модели с корректировками, выполненными с учетом поведения течений в областях с малыми числами Рейнольдса. Проведен анализ полученных в расчетах интегральных характеристик потока, возникающего при разрушении плотины, и выполнено их сравнение с данными измерений. Показано, что учет поверхностного натяжения и использование адекватной модели турбулентности приводят к торможению движения воды и, следовательно, к уменьшению скорости фронта волны, вследствие чего результаты проведенных вычислений и лабораторных экспериментов лучше согласуются. DOI: 10.15372/PMTF20210209.

**21.03-01.42 Прямое численное моделирование аэроупругих колебаний стержня большого удлинения для режимов, близких к резонансным.** *Погудалина С.В., Федорова Н.Н.* *Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 2, с. 183-192. Рус.

Представлены результаты численного моделирования колебаний упругого стержня, высота которого существенно больше поперечного размера и который установлен перпендикулярно внешнему потоку и жестко закреплен на подложке. Моделирование выполнено в программном комплексе ANSYS с использованием технологии двунаправленного сопряжения. Вычислены собственные частоты и формы колебаний стержня. Проанализи-

зирования структура и описаны особенности течения воздуха в окрестности модели. Исследован процесс возбуждения колебаний упругого стержня под действием внешнего потока и определено его напряженно-деформированное состояние. Определены режимы колебаний в направлении набегающего потока и в поперечном направлении. Показано, что при близких значениях первой собственной частоты и частоты схода вихрей амплитуда колебаний стержня в поперечном направлении резко увеличивается до значения, приблизительно равного 0,06 высоты стержня, после чего устанавливается автоколебательный режим с постоянной амплитудой в поперечном направлении и переменной амплитудой в направлении набегающего потока. DOI: 10.15372/PMTF20210218.

## Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

**21.03-01.43 Расчёт колебаний упругопластических конструкций.** *Столяр А.М.* *Наука и мир.* 2017. 1, № 2, с. 10-13. Рус.

Разрабатывается алгоритм расчёта колебаний упругопластических оболочек с применением деформационной теории пластичности с учётом сжимаемости материала. Предлагаемая методика допускает, чтобы в каждый момент времени все элементы оболочки, в том числе и расположенные на одной нормали к срединной поверхности, находились каждый в своём упругопластическом состоянии, соответствующем своему напряженно-деформированному статусу. Приводятся результаты расчётов колебаний и динамического прощелкивания оболочек.

**21.03-01.44 О колебаниях вагона на канатной дорожке.** *Блинов А.П.* *Наука и мир.* 2018. 1, № 10, с. 12-17. Рус.

Изучаются колебания вагона, представленного в виде двух тяжёлых точек, связанных жестким невесомым стержнем. Одна из этих точек (блок) скользит без трения по нерастяжимому, невесомому канату, концы которого закреплены на одном горизонтальном уровне. Другая тяжёлая точка стержня (кабина вагона) может вращаться в вертикальной плоскости каната как маятник. Получено асимптотическое решение задачи, когда провисание каната мало как при свободном, так и при принудительном качении блока по канату с постоянной скоростью.

**21.03-01.45 Об одной задаче для уравнения колебания балки.** *Эшматов Б.Э., Рузичмуродов И.Н., Каюмова Г.* *Наука и мир.* 2019. 1, № 9, с. 21-24. Рус.

Рассматривается уравнение колебания прямоугольной балки. Исследуется одна краевая задача в прямоугольной области. Заданы однородные краевые условия. Доказывается существование единственного решения и его непрерывная зависимость функций. В статье рассматриваются методы выполнения виртуальных лабораторных исследований и полученных результатов по атомной физике. Атом водорода основан на уравнении Шредингера. В статье описаны моделирование моделей для расчета квантово-механической модели и квантово-механических параметров атома водорода. Разрабатывается на основе информационно-коммуникационных инструментов. Уравнение Шредингера и его решение основаны на этом. Это дает возможность объяснить «облачную модель» атома водорода в лекции по квантовой физике в вузах, охватывающей практические и лабораторные занятия.

**21.03-01.46 Связанный флаттер упругой пластины в потоке газа с пограничным слоем.** *Веденев В.В.* *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2013. 281, с. 149-161. Рус.

Исследуется устойчивость упругой пластины, обтекаемой сверхзвуковым потоком газа, с учетом пограничного слоя, образующегося на поверхности пластины. Задача решается в двух постановках. В первой пластина имеет большую, но конечную длину и исследуется связанный вид флаттера (влияние пограничного слоя на другой, одномодовый, вид флаттера изучалось ранее). Во второй постановке пластина считается безграничной и исследуется характер ее неустойчивости (абсолютная или конвективная). В обоих случаях неустойчивость определяется точкой ветвления корней дисперсионного уравнения, и математическое исследование единое. Доказано, что неустойчивость в однородном потоке газа ослабляется пограничным слоем, но не может быть полностью подавлена, а в случае, когда в однородном потоке пластина устойчива, пограничный слой приводит к ее дестабилизации.

тическое исследование единое. Доказано, что неустойчивость в однородном потоке газа ослабляется пограничным слоем, но не может быть полностью подавлена, а в случае, когда в однородном потоке пластина устойчива, пограничный слой приводит к ее дестабилизации.

**21.03-01.47 Моделирование колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки при равномерном температурном воздействии при вариационной постановке задачи.** *Сысоев Е.О., Добрышкин А.Ю., Сысоев О.Е., Журавлева Е.В.* *Труды МАИ.* 2020, № 117, <http://trudymai.ru/published.php?ID=122228>. Рус.

Целью работы является разработка различными способами, в том числе и экспериментальным, математической модели колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки при равномерном температурном воздействии на основе вариационной формулировки задачи. В строительстве широко используются выразительные высокоэффективные конструкции зданий и сооружений в виде тонкостенных цилиндрических оболочек. Учитывая, что все здания и сооружения испытывают действия внешних сил, вызывающих вынужденные колебания и температурные воздействия, которые изменяют модуль упругости конструкционного материала, что не учитывается при проектировании. Во избежание техногенных катастроф необходимо выполнять расчеты конструкций зданий и сооружений на частотные характеристики, при динамическом изменении температур изменение модуля упругости материала тонкостенной цилиндрической оболочки влияет на динамику частотных характеристик колебаний конструкций. Существующие модели для расчета колебаний тонкостенных цилиндрических оболочек не учитывают такие изменения, поэтому требуется разработка новых математических и их экспериментальная проверка. Параметры новой теоретической основы подтверждаются на реальной уменьшенной модели конструкции, и производится сопоставление экспериментальных и теоретических данных. В статье описана новая расчетная модель колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки при повышенной температуре на основе вариационной постановке задачи. Проведена экспериментальная проверка полученной математической модели и определен диапазон её применения. DOI: 10.34759/trd-2021-117-03.

**21.03-01.48 Собственные частоты составных анизотропных оболочечных систем на основе разных моделей деформирования.** *Беспалова Е.И., Борейко Н.П.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 1, с. 44-59. Рус.

An approach to determining the frequencies and modes of free vibrations is proposed for the compound systems of shells of revolution with different geometry and relative thickness. The shells are made of isotropic, orthotropic, and anisotropic materials with one plane of elastic symmetry and are continuously and (or) discretely inhomogeneous across the thickness. This approach includes the construction of a mathematical model of vibrations based on the classical Kirchhoff—Love theory, refined Timoshenko type theory, 3D elasticity theory (partial case), and numerical-analytical technique of solving the associated 2D (3D) problems by reducing their dimensionality and using the methods of successive approximations and step-by-step search in combination with the orthogonal-sweep method. The examples of solving the problems from various fields of engineering are presented.

**21.03-01.49 Волнообразование в упругом слое при действии нестационарной подвижной нагрузки.** *Кубенко В.Д., Саленко С.Д.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 2, с. 73-86. Рус.

An analytical solution of a plane problem on action of the nonstationary load on the surface of elastic layer is constructed. The Laplace and Fourier integral transforms are applied. The solution is obtained in the form of series by reflected waves, from which a finite number of terms are retained in the calculations. A transition to the space of originals is carried out by a joint inversion of integral transforms. The Numerical calculations are performed for a load that suddenly appears on the surface of a layer and propagates with the constant velocity. The normal stress on the axis of symmetry is calculated for the time interval during of which the extension head wave passes four times through the thickness of layer. The results of comparison with a similar problem for mixed

boundary conditions are presented.

**21.03-01.50** Об определении динамических характеристик вязкой жидкости в цилиндрической полости при действии сферического излучателя. *Кубенко В.Д.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 3, с. 92-101. Рус.

**21.03-01.51** Изгибные колебания биморфных пьезокерамических пластин неканонической формы. *Шаке-ри Мобарак П., Гринченко В.Т., Солтанниа Б.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 3, с. 120-132. Рус.

**21.03-01.52** Численный анализ нестационарных колебаний многослойных дискретно подкрепленных оболочек различной геометрии. *Мейш В.Ф., Мейш Ю.А., Арнауца Н.В.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 4, с. 113-122. Рус.

The forced vibrations of the multi-layered discretely stiffened cylindrical, spherical, and conical shells under action of nonstationary loads are studied. The dynamical behaviour of stiffened shells is considered on the base of Timoshenko type theory of shells and ribs. The Reissner's variational principle for dynamical processes is used for deriving the motion equations. An efficient numerical method with using Richardson type finite difference approximation for solution of problems stated is elaborated. The numerical examples are given and the numerical findings are analysed.

**21.03-01.53** Адмиттансные характеристики радиальных и толщинных колебаний тонких пьезокерамических дисков. *Карлаш В.Л.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 4, с. 138-144. Рус.

The experimental results obtained in the study of forced radial and thickness vibrations of the circular piezoceramic plates are analyzed. The experimental and calculation plots of the amplitude-frequency relation for full, active and reactive admittance components are comparing. It is established that the amplitude-frequency admittance characteristics are very dependent on the vibration mode and inter-electrode capacity value. The calculations of admittance are agreed well with the experimental data.

**21.03-01.54** Распространение квазилэмбовских волн в упругом слое, взаимодействующем с полупространством вязкой жидкости. *Гузъ А.Н., Багно А.М.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 5, с. 3-20. Рус.

The problem of quasi-Lamb waves propagating in elastic layer that interact with a half-space of a viscous compressible fluid is considered. On the basis of the three-dimensional linearized Navier—Stokes equations for viscous fluid and linear equations of the classical theory of elasticity for elastic layer, the dispersion curves are constructed and propagation of quasi-Lamb waves within the wide range of frequencies are studied. An effect of the viscous compressible fluid and thickness of the elastic layer on the phase velocities and attenuation coefficients of quasi-Lamb modes are analyzed. An approach developed and the results obtained allow to establish the limits of applicability of the model of an ideal fluid for the wave processes. The numerical results are presented in the form of graphs, and their analysis is given.

**21.03-01.55** Влияние начальных напряжений на нормальные волны в упругом сжимаемом полупространстве, взаимодействующем со слоем идеальной сжимаемой жидкости. *Гузъ А.Н., Багно А.М.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 6, с. 3-19. Рус.

The problem of quasi-Lamb waves propagation in a pre-deformed compressible elastic half-space that interacts with a layer of an ideal compressible fluids is studied. The study is conducted carried out basing on the three-dimensional linearized equations of the theory of elasticity of finite deformations for the compressible elastic half-space and the three-dimensional linearized Euler equations for the ideal compressible fluid. A problem statement and an approach, based on the representations of general solutions of the linearized equations for elastic solid and fluid are applied. The dispersion equations, which describe a propagation of quasi-Lamb waves in the hydroelastic systems in the wide frequency range are obtained. An effect of initial stresses as well as the thickness of layer of ideal compressible fluid and of elastic half-space on the phase velocities of quasi-Lamb modes is analyzed. A criterion of existence of the

quasi-Lamb waves in the hydroelastic waveguides is proposed. The developed approach and the findings make it possible to establish the limits of applicability of the models of wave processes, based on different versions of the theory of small initial deformations. The numerical results are presented in the form of graphs, and their analysis is given.

**21.03-01.56** Критическая электрическая нагрузка на шарнирно опертую термовязкоупругую прямоугольную пластину с пьезоэлектрическими сенсорами и актуаторами. *Карнаузов В.Г., Козлов В.И., Карнаузова Т.В.* *Прикл. мех.* 2019. 55, № 6, с. 20-24. Рус.

A criterion of losses of the working capacity of control system of the forced vibrations of hinged rectangular thermoviscoelastic plate by the piezoelectric sensors and actuators is proposed. This criterion is associated with reaching of temperature of dissipative heating of some critical value. Basing on this criterion, the critical electric load is found.

**21.03-01.57** Влияние начальных напряжений на квазилэмбовские моды в гидроупругих волноводах. *Гузъ А.Н., Багно А.М.* *Прикл. мех.* 2020. 56, № 1, с. 4-22. Рус.

The problem of quasi-Lamb waves propagation in a pre-deformed compressible elastic layer that interacts with a half-space of an ideal compressible fluid and in a pre-deformed compressible elastic half-space that interacts with a layer of an ideal compressible fluids is studied. The study is carried out basing on the three-dimensional linearized equations of the theory of elasticity of finite deformations for the compressible elastic solid and the three-dimensional linearized Euler equations for the ideal compressible fluid. A problem statement and an approach, based on the representations of general solutions of the linearized equations for elastic solid and fluid are used. The dispersion equations, which describe a propagation of quasi-Lamb waves in the hydroelastic systems are obtained in the wide frequency range. An effect of the initial stresses as well as the thickness of elastic layer and layer of ideal compressible fluid on the phase velocities of quasi-Lamb modes are analyzed. A criterion of existence of the quasi-Lamb waves in the hydroelastic waveguides is proposed. The developed approach and the findings make it possible to establish the limits of applicability of the models of wave processes, based on different versions of the theory of small initial deformations, as well on the classical theory of elasticity. The numerical results are presented in the form of graphs, and their analysis is given.

**21.03-01.58** Свободные колебания незамкнутой цилиндрической оболочки эллиптического поперечного сечения. *Григоренко А.Я., Борисенко М.Ю., Бойчук Е.В.* *Прикл. мех.* 2020. 56, № 4, с. 3-14. Рус.

The dynamic characteristics of a non-closed cylindrical shell with elliptical cross-section under the rigidly fixed of one and two ends are numerically determined. The system of computer-aided design and execution of engineering analysis by finite elements — FEMAP with solver NX NASTRAN — is used. A comparative analysis of the dependence of the natural frequencies on the opening angle relative to the major and minor semi-axes is carried out. The character of the first modes of free vibrations is investigated.

**21.03-01.59** О колебаниях составных оболочечных систем при докритических нагрузках. *Беспалова Е.И., Борейко Н.П.* *Прикл. мех.* 2020. 56, № 4, с. 27-37. Рус.

An effect of the different static axisymmetric loadings in the range of the subcritical deformations on the natural frequencies of elastic systems composed of shells of revolution with various geometry is analyzed. Some features of the low-frequency section of the spectrum of vibrations of the compound system are illustrated as compared with the corresponding frequencies of some zero-curvature shells.

**21.03-01.60** О задаче оптимального управления колебаниями струны. *Барсегян В.Р.* *Прикл. мех.* 2020. 56, № 4, с. 87-96. Рус.

The optimal control problem of oscillations of the string with the given initial finite conditions and non-separated values of the derivatives of deflection functions at the intermediate moments with the quality criteria given on the whole time interval is

considered. The problem is solved by the method of separation of variables and the theory of optimal control of finite-dimensional systems with non-separated multipoint intermediate conditions. As an application of the proposed approach, an optimal control action is constructed for the string oscillations with the given nonlocal values of the velocities of string points at the two intermediate moments.

**21.03-01.61** О влиянии третьего приближения при анализе эволюции нелинейно упругой Р-волны. Часть 1. *Руцицкий Я.Я., Юрчук В.Н. Прикл. мех.* 2020. 56, № 5, с. 65-77. Рус.

The nonlinear plane longitudinal elastic wave of displacement is studied theoretically and numerically within the framework of the Murnaghan model for two forms of initial profile — harmonic and bell-shaped ones. The basic novelty consists in that the evolution of waves is analyzed by the approximate methods by taking into account the first three approximations. The analysis of the harmonic wave is considered for the only comparison with the new results for the bell-shaped wave. Some essential distinctions between the evolution of waves are shown. First, the symmetric initial profiles are transformed owing to evolution into the distorted ones in a different way: symmetrically for harmonic profile and asymmetrically for the bell-shaped profile. Second, the third approximation introduced the fourth harmonic for a harmonic wave when this wave being analyzed by the method of successive approximations, whereas the bell-shaped wave is characterized in the third approximation in a very different way when being analyzed by the method of restrictions on displacement gradient. On the sufficiently long distances of wave propagation, the one-hump bell-shaped wave is transformed into the two-hump one. These humps adjoin one to another and decrease in twice their bottoms. The third approximation permits to observe the new wave effects: non-symmetry of the left and right humps relative to their picks and non-symmetry of the humps relative to each other — sinking of the left hump and elevation of the right one. The findings are commented on.

**21.03-01.62** Задача о собственных колебаниях прямоугольной пластины со смешанными краевыми условиями. *Алгазин С.Д., Селиванов И.А. Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 2, с. 70-76. Рус.

Рассматриваются собственные колебания прямоугольной пластины с двумя защемленными и двумя свободно опертыми краями. С использованием метода Бубнова—Галеркина вычислены первые собственные значения, причем в случае одной пробной функции первое собственное значение вычисляется с погрешностью менее 1%. Проведено сравнение с известными результатами, приведены собственные формы. DOI: 10.15372/PMTF20210207.

**21.03-01.63** Сравнительный анализ амплитудно-частотных характеристик вибрации микрокриогенных машин роторного типа. *Добровольский П.П., Кремис И.И., Федорин В.Н., Сидоров В.И. Автометрия.* 2021. 57, № 2, с. 101-107. Рус.

Виброактивность микрокриогенных машин является важным фактором, определяющим ресурсные характеристики матричных фотоприёмных устройств (ФПУ), работающих в ИК-диапазоне спектра. Приводятся амплитудно-частотные характеристики виброактивности ФПУ разных производителей с различными сроками службы. Осуществляются измерения виброактивности с помощью датчика деформации, жёстко связанного с основанием ФПУ. Анализируются влияние центробежных и компрессионных сил на виброактивность ФПУ и возможность их взаимной компенсации.

См. также **21.03-01.22**, **21.03-01.23**, **21.03-01.42**

### Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

**21.03-01.64** Математический анализ гидродинамической характеристики системы оболочка—жидкость со сферическими пузырьками. *Салманова Г.М., Акперли Р.С. Наука и мир.* 2017. 1, № 7, с. 8-14. Рус.

Механические свойства деформируемой системы в современных технологических процессах и живых организмах, как правило, зависят от результата взаимодействия с жидкостью, открытой окружающей средой. По этой причине гидродинамика смещения покрытий вместе с жидкостью является одной из наиболее насущных проблем. В этом случае сила взаимодействия обычно существенно зависит от системы деформации. Поэтому при определении силы воздействия жидкости на систему следует учесть деформации самой системы.

**21.03-01.65** Волновое движение пузырьковой вязкой жидкости в вязкоупругой трубе. *Алиев А.Б., Акперли Р.С. Наука и мир.* 2017. 1, № 8, с. 10-12. Рус.

Поставленная задача решается применением теории функций комплексных переменных.

**21.03-01.66** О пульсирующем потоке вязкой несжимаемой жидкости в многослойной вязкоупругой полубесконечной трубе. *Алиев А.Б., Гасанова А.Г. Наука и мир.* 2017. 1, № 8, с. 13-14. Рус.

Исследуется пульсирующее течение вязкой несжимаемой жидкости в полубесконечной многослойной вязкоупругой трубе переменного кругового сечения. Решение задачи сводится к решению сингулярной краевой задачи Штурма—Лиувилля.

**21.03-01.67** О волнах в упругой трубе, в которой течет жидкость, учитывая жесткость окружающей среды. *Алиев А.Б. Наука и мир.* 2017. 1, № 9, с. 8-10. Рус.

Рассматривается одномерная задача о пульсирующем течении идеальной несжимаемой жидкости в упругой тонкостенной трубке.

**21.03-01.68** Волны в жидкости, протекающей в упругой трубке, с учетом вязкоупругого трения окружающей среды. *Алиев А.Б. Наука и мир.* 2017. 1, № 12, с. 8-9. Рус.

В рамках одномерной линейной теории дано описание периодического по времени пульсирующего течения идеальной несжимаемой жидкости в тонкостенной упругой трубке, с учетом вязкоупругого внешнего трения.

**21.03-01.69** О движении волны в многослойной упругой трубке, содержащей вязкоупругую жидкость. *Алиев А.Б. Наука и мир.* 2017. 1, № 12, с. 10-11. Рус.

Работа посвящена задаче математического моделирования движения крови в крупных кровеносных сосудах (артериях и венах), для которых характерны многослойность и непрерывное изменение площади поперечного сечения. Используются линейные одномерные уравнения.

**21.03-01.70** Точное решение задачи о пульсирующем течении жидкости в деформируемой трубке. *Алиев А.Б. Наука и мир.* 2017. 1, № 12, с. 12-13. Рус.

На основе линейных усредненных уравнений, дается решение задачи гидроупругости, связанной с волновым течением вязкой жидкости, заключенной в вязкоупругую трубку конечной длины с учетом эффекта ее сужения.

**21.03-01.71** О приведении решения уравнения Штурма—Лиувилля к сингулярной граничной задаче для движения несжимаемой жидкости в вязко-упругой трубе. *Алиев А.Б., Рагимова К.Р. Наука и мир.* 2019. 1, № 8, с. 8-11. Рус.

Рассматривается волновое течение жидкости, заключенной в деформируемую трубку. Математическая модель используемой системы описывается уравнением движения несжимаемой вязкоупругой жидкости совместно с уравнением неразрывности и уравнением динамики для изотропной линейно-вязкоупругой трубки переменного кругового сечения. Поставленная задача приводит к решению сингулярной краевой задачи Штурма—Лиувилля.

**21.03-01.72** Исследование пульсирующего течения вязкой жидкости в многослойной трубе с переменным сечением, с приведением к задаче Штурма—Лиувилля. *Алиев А.Б., Рагимова К.Р. Наука и мир.* 2020. 1, № 1, с. 8-11. Рус.

Исследуется пульсирующее течение вязкой жидкости в много-



слойной трубе с переменным сечением, с приведением к задаче Штурма—Лиувилля.

**21.03-01.73** Метод локальных возмущений для приближенного расчета дифракции акустической волны с импедансными условиями на границе раздела сред. **Князьков Д.Ю., Романова А.В., Шамаев А.С.** *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2016. 295, с. 184-194. Рус.

Рассматривается задача падения акустической волны на границу раздела сред с импедансными условиями на границе раздела. Для таких условий предлагается приближенный метод расчета результата дифракции. Метод был реализован в виде компьютерной программы, проведено сравнение с аналитическим решением для импедансных условий и с программой расчета для контактных граничных условий. Показана хорошая точность метода, высокая скорость вычислений, что позволит использовать предлагаемый приближенный метод при решении как прямых, так и обратных задач акустики.

**21.03-01.74** К вопросу о моделировании колебаний пьезокерамических резонаторов высокой мощности эквивалентной схемой. **Карлаш В.Л.** *Прикл. мех.* 2020. 56, № 2, с. 60-70. Рус.

The variants of the known electric equivalent Van-Dyke-type scheme for small and high power levels are estimated. The R, C, L model is compared and matched with AFCh of the radial vibrations of concrete piezoelectric disk. The proposed conception of accounting in calculations the only constant (frequency independent) values of dielectric, elastic and piezoelectric loss tangents does not conflict with the analytic and experimental results. The additive loss resistor for high power conditions influences at the resonance in lower degree than at the anti-resonance and must be switched on sequentially with shunting clamped capacity.

**21.03-01.75** Об энергетической теории коэффициента электромеханической связи при колебаниях пьезоэлектрических тел. **Михайленко В.В., Карнаухова Т.В.** *Прикл. мех.* 2020. 56, № 2, с. 120-129. Рус.

A definition of the coefficient of electromechanical coupling (CEMC) for the case of oscillations of the inelastic piezoelectric bodies is given. The effect of energy dissipation is taken into account by introduction of the integral loss characteristic. The definition of CEMC corresponds to the proposed by A.F. Ulitko energetic CEMC, which is interpreted as the limiting case when losses are neglected.

**21.03-01.76** Параметрические колебания шарнирно опертой термовязкоупругой прямоугольной пьезоэлек-

трической пластины с учетом деформаций сдвига и диссипативного разогрева. **Карнаухов В.Г., Козлов В.И., Карнаухова Т.В.** *Прикл. мех.* 2020. 56, № 3, с. 84-89. Рус.

The parametric vibrations of the hinged rectangular thermoviscoelastic piezoelectric plate are studied taking into account the shear strains and dissipative heating. A solution of this problem is reduced to the classic Mathieu equation. An effect of the temperature of dissipative heating on the parametric vibrations of the plate is investigated.

**21.03-01.77** Осесимметричные колебания и вибро-разогрев термовязкоупругой цилиндрической оболочки с пьезоактуаторами при учете деформации сдвига. **Киричок И.Ф., Черношук О.А.** *Прикл. мех.* 2020. 56, № 3, с. 90-98. Рус.

The problem on the forced resonant vibrations and dissipative heating of hinged fixed thermoviscoelastic cylindrical shell with piezoelectric actuators is considered with taking into account the in-plane shear strain and temperature dependence of viscoelastic characteristics of material. An influence of temperature dependence, in-plane shear strain and heat exchange conditions on the surfaces on the amplitude — and temperature — frequency characteristics of the forced vibrations of the shell and the thermal failure of the system is investigated as well as a capability of the active damping of the flexural vibration mode by means of piezoactuators.

**21.03-01.78** Трехмерный анализ свободных колебаний слоистых композитных плит на основе полуаналитического метода конечных элементов. **Марчук А.В., Ренейская С.В., Лещук О.Н.** *Прикл. мех.* 2020. 56, № 4, с. 97-116. Рус.

Within the framework of the spatial theory of elasticity, two variants of the semi-analytical finite element method are constructed as applied to the study of the frequencies of free vibrations and the modes of distribution of displacements in them. An analysis by two methods is considered as proof of its reliability. An analysis is carried out of the frequencies of free vibrations and the corresponding modes of distribution of displacements of a laminated composite plate, when the two opposite edges are free and the other two are hinged. A plate with a free bottom surface, a rigidly fixed bottom surface and resting on an elastic base in the form of a layer of finite capacity is considered, taking into account its inertial properties. The high accuracy of the proposed models in the problems under consideration is demonstrated. The inadmissibility of neglecting the inertial properties of bases is pointed.

## Нелинейная акустика

### Теория нелинейных акустических волн

**21.03-01.79** Нестационарные решения обобщенного уравнения Кортевега—де Фриза—Бюргерса. **Чугайнова А.П.** *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2013. 281, с. 215-223. Рус.

Найдены нестационарные решения задачи Коши для модельного уравнения, учитывающего сложную нелинейность, а также дисперсию и диссипацию, которое может описывать распространение нелинейных продольных волн в стержнях. В рамках данной модели ранее обнаружено сложное поведение бегущих волн, которые можно рассматривать как структуры разрывов в решениях этого же уравнения, не учитывающего диссипацию и дисперсию. Это приводит к многозначности решений стандартных автомодельных задач, решения которых строятся из последовательности волн Римана и ударных волн, имеющих стационарную структуру. Изучается взаимодействие нелинейных волн, движущихся навстречу друг другу (или одна вдогонку другой) в случае, когда соответствующие автомодельные задачи о столкновении разрывов имеют неединственное решение.

Кроме того, изучены ситуации, когда в результате взаимодействия волн при больших временах формируются асимптотики, содержащие разрывы с нестационарной периодической колебательной структурой.

**21.03-01.80** Теория спектральной устойчивости гетероклинических решений уравнения Кортевега—де Фриза—Бюргерса с произвольным потенциалом. **Ильичев А.Т., Чугайнова А.П.** *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2016. 295, с. 163-173. Рус.

Проводится анализ устойчивости гетероклинических решений уравнения Кортевега—де Фриза—Бюргерса, который обобщен на случай произвольного потенциала, обеспечивающего реализацию гетероклинических состояний. Приведен пример конкретного невыпуклого потенциала, при котором существует множество гетероклинических состояний разного типа. Обсуждается устойчивость соответствующих решений в контексте единственности решения задачи о распаде произвольного разрыва.

**21.03-01.81** Периодические колебания и волны в нелинейных слабо связанных системах с дисперсией.

**Макаренко Н.И., Макридин З.В.** Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2020. 300, с. 158-167. Рус.

Исследуются бифуркации периодических решений в автономных нелинейных системах слабо связанных уравнений. Проводится сравнительный анализ механизмов редукции уравнений разветвления Ляпунова—Шмидта для решений, близких к гармоническим колебаниям и кноидальным волнам. В терминах функционала Понтрягина, зависящего от возмущающих членов, формулируются достаточные условия ответвления орбит решений.

**21.03-01.82** Продольные волны в соосных упругих оболочках с учетом конструкционного демпфирования и с жидкостью внутри. **Блинков Ю.А., Иванов С.В., Могилевич Л.И., Попов В.С., Попова Е.В.** Труды МАИ. 2020, № 117, <http://trudymai.ru/published.php?ID=122230>. Рус.

Исследуются продольные волны деформации в соосных упругих оболочках с мягкой кубической нелинейностью, содержащих вязкую несжимаемую жидкость, как между ними, так и во внутренней оболочке. Учтено влияние конструкционного демпфирования материала оболочек как в продольном, так и в нормальном направлениях и окружающей внешнюю оболочку среды на амплитуду и скорость волны. При этом необходимо использовать численные методы. Получена математическая модель в виде системы уравнений, которая исследуется численно с помощью разностной схемы Кранка—Николсона. При отсутствии влияния жидкости внутри оболочки, конструкционного демпфирования в продольном направлении и окружающей упругой среды, скорости и амплитуды волн, имеющих в оболочках, не меняются. Движение происходит в отрицательном направлении оси абсцисс. Это означает, что найденная нелинейная добавка к скоростям волн в линейном приближении (скорости звука) уменьшает скорости волн и они становятся дозвуковыми. Результат вычислительного эксперимента в этом случае совпадает с точным решением, следовательно, разностная схема и система обобщенных модифицированных уравнений Кортевега—де Вриза—Бюргера (МКДВ—Б) адекватны. Наличие влияния инерции движения жидкости во внутренней оболочке приводит к уменьшению скорости волн деформации, а наличие окружающей внешнюю оболочку упругой среды приводит к увеличению скорости. Вязкостное напряжение жидкости во внутренней оболочке и конструкционное демпфирование материала оболочек в продольном направлении приводят к уменьшению амплитуд волн. Конструкционное демпфирование в нормальном направлении увеличивает амплитуду волны на постоянную величину волну и уменьшает ее скорость.

**21.03-01.83** Влияние предварительного нагружения на резонансные колебания и диссипативный разогрев прямоугольной термовязкоупругой пластины. **Жук Я.А., Остос А.Х.** Прикл. мех. 2020. 56, № 4, с. 47-60. Рус.

A statement of the problem on the forced resonant vibrations and dissipative heating of a hinged viscoelastic elastomeric plate under cyclic loading is given for the particular case of the membrane prestress forces application. An effect of the elastomer properties, level of press, and the heat transfer conditions on the amplitude-frequency and temperature-frequency characteristics of the forced vibrations, as well as the response of the material below the melting temperature, is studied in details.

### Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

**21.03-01.84** Модель полиморфного превращения вещества в ударной волне. 2. Кремнезем. **Кинеловский С.А.** Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 2, с. 42-52. Рус.

Представлена модель, связывающая полиморфное превращение кристаллического вещества при ударно-волновой нагрузке с изменением его упругой энергии. Рассмотрены варианты полного и частичного превращения вещества на фронте ударной волны и определены условия их реализации. Модель апробирована при описании полиморфного перехода в непористом пиролютическом графите и переходов в системе диоксида кремния.

Показано, что модель удовлетворительно описывает известные экспериментальные результаты. DOI: 10.15372/PMTF20210204.

### Нелинейная акустика твердых тел

См. 21.03-01.27, 21.03-01.42

### Отражение, дифракция, рефракция, рассеяние интенсивных волн

**21.03-01.85** О дифракции пилообразной нелинейной волны на узком круглом отверстии в экране. **Гурбатов С.Н., Вьюгин П.Н., Дерябин М.С., Касьянов Д.А., Курин В.В., Тюрина А.В., Бахтин В.К.** Акустический журнал. 2021. 67, № 3, с. 235-243. Рус.

Представлены экспериментальные и теоретические исследования дифракционных эффектов в интенсивных акустических пучках при их дифракции на узком круглом отверстии в экране. Характерное акустическое давление, достигаемое в эксперименте на апертуре излучателя, составляет 1 МПа. Рабочая частота излучателя 2 МГц. Регистрация акустических сигналов в экспериментах осуществлялась в частотном диапазоне до 100 МГц. Особое внимание в экспериментах уделено случаю прохождения пучка нелинейных волн через отверстие с диаметром существенно меньшим характерной ширины пучка. Теоретические исследования в работе основаны на численном моделировании с помощью уравнения Хохлова—Заболотской—Кузнецова. Показано, что распространение интенсивных акустических пучков, испытавших дифракцию на узком круглом отверстии в экране, сопровождается вырождением пилообразной волны в последовательность коротких импульсов. В прошедшей через отверстие волне вследствие пространственной фильтрации преобладают высокочастотные компоненты спектра, что приводит к изменению закона спада гармоник в спектре. Исследована зависимость закона спада гармоник в спектре пилообразной волны, прошедшей через отверстие в экране, от соотношения диаметра отверстия и характерной ширины падающего интенсивного акустического пучка. DOI: 10.31857/S0320791921030047.

### Акустические течения и радиационное давление

**21.03-01.86** Акустическое течение, возбуждаемое фокусированным ультразвуком. **Жвания И.А., Конопацкая И.И., Миронов М.А., Пятаков П.А.** Акустический журнал. 2021. 67, № 3, с. 244-249. Рус.

Представлены результаты экспериментального исследования акустического течения, возбуждаемого фокусированным полем ультразвука. Максимального значения скорость течения достигает в фокальном пятне излучателя. Зависимость скорости течения от электрического напряжения, подаваемого на излучатель, квадратична при малых напряжениях и линейна при больших напряжениях. Дана теоретическая оценка такой зависимости. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S032079192103014X.

### Нелинейные диспергирующие волны, солитоны

**21.03-01.87** Уединенные волновые пакеты и темные солитоны на поверхности раздела вода—лед. **Ильичев А.Т.** Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2015. 289, с. 163-177. Рус.

Статья посвящена исследованию некоторых свойств фокусировки и дефокусировки несущих волн в водоемах с горизонтальным дном под ледяным покровом. Форма и распространение волн в таких водоемах описывается полной системой 2D-уравнений Эйлера. Ледяной покров моделируется упругой пластиной Кирхгофа—Лява и имеет значительную толщину, так что инерция пластины учитывается при формулировке модели. В уравнениях Эйлера присутствует дополнительное дав-

ление от упругой пластины, свободно плавающей на поверхности жидкости. Свойства фокусировки, очевидно, тесно связаны с существованием так называемых уединенных волновых пакетов, скорость огибающих для которых (групповая скорость) равна скорости наполнения (фазовая скорость). В случае дефокусировки уединенные волновые пакеты замещаются так называемыми темными солитонами. Упомянутые семейства уединенных волн параметризованы скоростью распространения волны и отходят от состояния покоя. Исследована зависимость существования уединенных волновых пакетов и темных солитонов от глубины водоёма.

**21.03-01.88 Эллиптические солитоны и «странные волны».** *Матвеев В.Б., Смирнов А.О. Алгебра и анализ.* 2021. 33, № 3, с. 129-168. Рус.

Предложен метод построения эллиптических решений уравнений АКНС иерархии с использованием спектральных кривых эллиптических решений уравнений КдФ. Квазирациональные и тригонометрические решения уравнений АКНС иерархии могут быть получены с помощью предельного перехода из построенных эллиптических.

## Физическая акустика

### Акустика ГГц частот; Бриллюэновское рассеяние

**21.03-01.90 Формирование сегнетоэлектрических фотонных кристаллов с периодом 1,5–10 мкм с использованием поперечных акустических волн.** *Крутов В.В., Сигов А.С. Прикладная физика.* 2021, № 2, с. 5-11. Рус.

Показано, что при воздействии интерферирующих поперечных акустических волн на сегнетоэлектрик через слой жидкого электрода возможно формирование регулярных доменных структур с периодом 1,5–10 мкм на частотах 400–30 МГц соответственно. Рассмотрены варианты с жидкими электродами на основе сильно диссипативных жидкостей [C4mim] [PF6] и LiPF<sub>6</sub>–PC. Получены частотные зависимости пространственного периода доменной структуры и углов падения поперечных волн на границу «звукпровод–жидкость» для частот, ограниченных рамками ньютоновской модели жидкости. На основе результатов моделирования даны рекомендации по выбору типа жидких электродов, значений несущей частоты акустических волн для заданного периода формируемой структуры, а также углов падения волн на границу «парателлуриит–жидкость» при комнатной температуре. Ключевые слова: сегнетоэлектрики, фотонные кристаллы, доменная инженерия, поперечные акустические волны, жидкие электроды. DOI: 10.51368/1996-0948-2021-2-5-11.

### Акустическая кавитация, сонолюминесценция

**21.03-01.91 Структура сходящейся волны разрежения и развитие кавитации за ее фронтом в многофазной жидкости.** *Кедринский В.К., Большакова Е.С. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 260-264. Рус.

Экспериментальный анализ структуры течения и динамики формирования квази-пустого разрыва при ударном возбуждении слоя жидкости показал, что замыкание разрыва на конечной стадии принимает близкий к одномерному цилиндрический характер. Исследуется новая постановка по динамике кавитационной зоны за фронтом сходящейся волны разрежения. Процесс развития кавитации инициируется при ударно-волновом нагружении поршнем в окрестности оси жидкого слоя, ограниченного свободной поверхностью. Приводятся результаты анализа влияния размеров микропузырьков, концентрации газовой фазы на динамику зоны кавитации и структуру волны при фокусировке. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября

## Нелинейная акустика структурно неоднородных сред

**21.03-01.89 Поперечные колебания подземных трубопроводов при осевом нагружении в рамках геометрически нелинейной теории.** *Рашидов Т.Р., Мардоннов Б.М., Ан Е.В. Прикл. мех.* 2019. 55, № 2, с. 133-144. Рус.

The transverse motions of underground pipeline located in the water-saturated fine-grained soil are studied using the developed interaction models in the system “pipeline–soil”. In the general case, this process should be described by a system of nonlinear equations with the common taking into account the longitudinal and transverse motions. To solve the problem, an approximate numerical method is used. The possible uplifting of the pipelines located in the water-saturated soil is determined under action of the longitudinal seismic loading. An effect of the soil conditions and geometrical characteristics on transverse motion of the underground pipeline is shown. The results of studies are presented as curves of dependence of the pipeline transverse displacements on time and accompanied by analysis.

2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030059.

### Акустика вязкоупругих материалов

См. **21.03-01.30**

### Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

**21.03-01.92 Влияние освещения на пьезоэлектрические характеристики кварцевых резонаторов.** *Шмытько И.М. Физика твердого тела.* 2021. 63, № 7, с. 928-932. Рус.

Приведены результаты воздействия освещения на пьезоэлектрические характеристики кварцевых резонаторов в виде камертона, испытавших предварительную тренировку повышенным трением от внешней среды. Обнаружено значительное изменение пьезоэлектрических характеристик таких резонаторов в зависимости от интенсивности и спектра подсветки. Сделано предположение, что обнаруженное изменение характеристик резонаторов обусловлено дислокациями, образованными в резонаторе в процессе тренировки с повышенным трением внешней среды, и является проявлением хорошо известного фотопластического эффекта и его гашения. Ключевые слова: кварцевые резонаторы, световое воздействие, фотопластический эффект, гашение фотопластического эффекта.

См. также **21.03-01.90**

### Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

**21.03-01.93 О различных режимах движения плавающего тела под влиянием поверхностной волны.** *Марченко А.В. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 1998. 223, с. 213-219. Рус.

Хорошо известны математические теории движения корабля, описывающие расчет сопротивления при движении в покоящейся жидкости и качку тонкого корабля на волнах малой амплитуды. При изучении сопротивления движение судна считается заданным и основной целью расчетов является определение энергетических затрат на формирование волн на поверхности жидкости и погранслоя около корпуса судна. Обратное влияние волн на судно, как правило, не рассматривается. При исследовании качки корабля полагается, что возмущения, вносимые кораблем в жидкость, малы. Принятые предположения неприменимы в случаях, когда движение плавающего тела в

основном обусловлено воздействием волн. Возможность поступательного движения плавающего тела при наличии поверхностного волнения исследовалась ранее. Было показано, что существует радиационное волновое давление, обусловленное отражением волн от тела. Другим примером является движение тела, размеры которого малы по сравнению с длиной волны. В этом случае можно пренебречь воздействием тела на волну. Движение происходит под влиянием сил тяжести и реакции жидкости. Результирующая проекций этих сил на касательную плоскость к деформированной поверхности жидкости может быть отлична от нуля, что приведет к перемещению тела по поверхности жидкости. В природных условиях таким образом формируется волновой дрейф плавающих льдов. Теоретическое исследование дрейфа мелких разрозненных льдин в поле поверхностных волн малой амплитуды проводилось ранее. Было показано, что влияние волн приводит к неупругим столкновениям льдин и к формированию из них полей сплоченного льда. Эти образования являются устойчивыми вследствие радиационного давления волн, действующего на крайние льдины. Менее известно явление ледового шторма — шторма при наличии на поверхности моря редких плавающих льдин. Под влиянием волнения льдины могут разгоняться в прибрежной зоне и разрушать гидротехнические сооружения и морское дно. Представляет интерес исследование движения малых тел на поверхностных волнах большой амплитуды. Наиболее заметно этот эффект будет проявляться вблизи берега при небольших глубинах жидкости, так как при подходе волны к берегу ее профиль становится круче и проекция силы тяжести на касательную плоскость к поверхности жидкости растет. Другая причина разгона малых плавающих тел волнами связана с тем, что при плавном уменьшении глубины профиль волны стремится к предельной волне Стокса, имеющей на гребне угловую точку с углом раствора  $120^\circ$ . Скорость частицы жидкости, находящейся в угловой точке, равна скорости волны. Отсюда вытекает возможность захвата малых тел на гребне волны, при котором тело движется со скоростью волны и сила, действующая со стороны жидкости на тело, равна нулю. Скорость распространения волны на мелководье может достигать нескольких метров в секунду. При такой скорости малые тела обтекаемой формы будут двигаться в режиме глиссирования, при котором основная часть сопротивления происходит за счет образования брызговых струй воды. Типичным примером быстрого движения на волне в прибрежной зоне, когда в зависимости от скорости тела обтекание может иметь турбулентный характер или происходит в режиме глиссирования, является хорошо известное катание на досках (surfing). Далее рассматриваются различные режимы движения малого плавающего тела на стационарной поверхностной волне. Исследуются условия захвата тела волной при движении с образованием турбулентного погранслоя вблизи тела и в режиме глиссирования.

### Акустоэлектроника

**21.03-01.94 Распространение акустических волн в пьезоэлектрических метасредах с дозвуковым электрическим током.** *Мионов М.А. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 265-269. Рус.

Рассмотрено распространение звука в пьезоэлектрической среде с периодической решеткой в присутствии дрейфа носителей заряда. Периодическая решетка создает рассеянную компоненту с волновыми числами, равными сумме и разности волнового числа исходной звуковой волны  $k$  и волнового числа периодической решетки  $q$ . Рассматривается случай  $q \gg k$  — период решетки много меньше длины звуковой волны. Фазовая скорость рассеянных компонент существенно меньше фазовой скорости звука. Взаимодействуя с носителями заряда, движущимися со скоростью, меньшей скорости звука, но большей скорости распространения рассеянной волны, рассеянная компонента может отбирать энергию у носителей заряда. Показана возможность усиления первичной звуковой волны. DOI: 10.31857/S0320791921030102.

См. также **21.03-01.24, 21.03-01.25**

### Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

**21.03-01.95 Напряженное состояние ортотропного пьезоэлектрического тела с трехосным эллипсоидальным включением при растяжении.** *Кирилков В.С., Левчук О.И. Прикл. мех.* 2019. 55, № 3, с. 102-108. Рус.

### Акустооптические эффекты, оптоакустика, акустическая визуализация, акустическая микроскопия и акустическая голография

**21.03-01.96 Вклад поглощения подложки на формирование нелинейного фотоакустического отклика: математическая модель и температурное поле.** *Сализов Т.Х., Меликхуджа Н., Махмалатиф А. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2018, № 2, с. 44-51. Рус.

Предложена математическая модель теории генерации нелинейного фотоакустического (ФА) отклика для случая, когда подложка, наряду с образцом, является поглощающей. Исходили из системы нелинейных уравнений теплопроводности для газового слоя, образца и подложки. Приращения температуры представлены в виде суммы локально-равновесной и колебательной частей, а колебательная, в свою очередь, складывается из линейной и нелинейной составляющих. Получена необходимая система дифференциальных уравнений для основной и второй гармоники нелинейного ФА-сигнала. Подробно исследованы особенности формирования температурного поля в ФА-камере.

**21.03-01.97 Моделирование струйных течений для газовых лазеров.** *Корепанов М.А., Королева М.Р., Морар Г. Химическая физика и мезоскопия.* 2020. 22, № 1, с. 121-125. Рус.

Рассмотрено течение инертного газа (криптона) в модельной установке, предназначенной для исследования лазерноплазменного источника экстремального ультрафиолетового (EUV) излучения с газоструйной мишенью. В среде OpenFOAM проведено численное моделирование течения вязкого теплопроводного газа в двухмерной осесимметричной постановке. Параметрическим моделированием показано, что плотность газа в скачке уплотнения прямо пропорционально давлению торможения криптона.

**21.03-01.98 Моделирование восстановления оптоакустического изображения оксигенированных эритроцитов.** *Кравчук Д.А. Прикладная физика.* 2021, № 2, с. 73-77. Рус.

Оптоакустическая визуализация позволяет обнаруживать сформированные ультразвуковые волны в исследуемой среде при поглощении импульсного лазерного излучения на основе оптоакустического эффекта. Этот метод объединяет достоинства спектрального оптического контраста и масштабируемого акустического разрешения на глубине от миллиметра до сантиметра и постепенно становится практическим инструментом для многих биомедицинских приложений. Оптоакустическая визуализация — это гибридный неинвазивный метод. В последние годы восстановлению оптоакустических изображений уделяется большое внимание, в частности, разрабатываются различные методы реконструкции, такие как обратная проекция, реконструкция в частотной области, обращение времени и реконструкция на основе моделей. Хотя эти методы основаны на различных теориях распространения, они имеют относительно простые реализации при восстановлении изображений в однородных средах. Однако в случаях неоднородных слоистых сред, существующие модели распространения необходимо модифицировать для учета различных акустических эффектов на границе раздела слоев, что усложняет процесс реконструкции. Для устранения искажений, вызванных дифракцией акустических волн, при реконструкции изображений используется метод перемещения виртуального детектора. Предложенный метод можно использовать для получения изображений в сло-

стых неоднородных средах. Ключевые слова: оптоакустический эффект, акустический сигнал, эритроцит, лазер, восстановление. DOI: 10.51368/1996-0948-2021-2-73-77.

**21.03-01.99 Вынужденные осесимметричные колебания полого шара из непрерывно неоднородного пьезокерамического материала при электрическом способе возбуждения.** Григоренко А.Я., Лоза И.А. *Прикл. мех.* 2020. 56, № 6, с. 28-45. Рус.

Досліджено осесиметричні вимушені коливання порожнистої кулі з функціонально-градієнтного п'єзоелектричного матеріалу, поляризованого у радіальному напрямі на основі просторової теорії електропружності. Властивості матеріалу неперервно змінюються у радіальному напрямі за степеневим законом. Вимушені коливання збуджуються за допомогою змінного електростатичного потенціалу на поверхні кулі. Розглянуто випадки суцільних та розрізних електродів. Після розділення змінних та представлення компонентів векторів переміщення та електричної індукції, електростатичного потенціалу та компонент тензора напружень сферичними функціями, початково тривимірною задачею зводиться до граничної задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Ця задача розв'язується з використанням ефективного чисельного методу дискретної ортогоналізації. Наведені результати чисельного аналізу отриманої задачі. Зокрема, проведено порівняльний аналіз розподілу механічних та електричних параметрів на перших модах вимушених електропружних коливань у випадку однорідного та неоднорідного п'єзокерамічного матеріалу. Також досліджено вплив характеру навантаження змінного електростатичного потенціалу на поверхні кулі на розподіл характеристик її вимушених коливань.

**21.03-01.100 Вынужденные колебания и виброразогрев податливой на сдвиг термовязкоупругой цилиндрической оболочки с пьезоэлектрическими актуаторами и сенсорами.** Киричок И.Ф., Черношук О.А. *Прикл. мех.* 2020. 56, № 6, с. 86-94. Рус.

A problem on the forced resonant vibrations and dissipative heating of the hinged fixed thermoviscoelastic cylindrical shell with piezoelectric actuators and sensors is stated. The in-plane

shear strain and temperature dependence of the electromechanical characteristics of the material are taken into account. The influence of temperature dependence, in-plane shear strain, and heat exchange conditions on the surfaces on amplitude and temperature frequency characteristics of the forced vibration of the shell on the thermal failure of the system as well as the possibility of the active damping of the flexural vibration mode using the piezoactuators and sensors are studied.

**21.03-01.101 Нестационарные колебания электроупругой сферической оболочки в акустическом слое.** Янчевский И.В., Кириченко В.В. *Прикл. мех.* 2020. 56, № 6, с. 95-104. Рус.

An analytical-numerical approach for the study of processes in an hydroelectroelastic system «spherical shell—acoustic layer» is proposed. The disturbed motion of a fluid and a shell is modeled by the relations of the acoustic approximation and theory of thin electroelastic shells. Using the method of «image sources», the method of separation of variables, and the Laplace integral transform in the time coordinate, the problem is reduced to an infinite system of Volterra's integral equations with retarded arguments, which is solved numerically using the method of reduction. The numerical results are given for the case of excitation of the shell as a point source by an electrical load in the form of a sinusoidal impulse.

См. также **21.03-01.39, 21.03-01.74, 21.03-01.75, 21.03-01.76, 21.03-01.77, 21.03-01.95**

### Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

См. **21.03-01.56**

### Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

См. **21.03-01.90**

## Акустика океана, гидроакустика

См. **21.03-01.8К, 21.03-01.9К**

### Звук в глубоком море, подводный звуковой канал

**21.03-01.102 Экспериментальное исследование импульсной характеристики волновода японского моря с использованием псевдослучайных последовательностей в приложении к навигации удаленных объектов.** Моргунов Ю.Н., Безответных В.В., Голов А.А., Буренин А.В., Лебедев М.С., Петров П.С. *Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 291-297. Рус.

Обсуждаются результаты экспериментальных и теоретических исследований по распространению и приему широкополосных импульсных сигналов на основе псевдослучайных последовательностей. Исследованы особенности формирования импульсных откликов при приеме сигналов с различной частотной полосой и длительностью символов. С позиции модовой теории распространения звука в волноводе глубокого океана рассмотрен феномен разделения приходов акустической энергии во взаимнокорреляционной функции принятых сигналов. Сделан практический вывод о необходимости комплексного применения различных по длительности символов навигационных сигналов при решении задач позиционирования автономных подводных аппаратов. DOI: 10.31857/S0320791921030163.

### Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

**21.03-01.103 Применение кепстральной обработки**

эхосигналов при профилировании слоистой структуры с использованием параметрических антенн. Кириченко И.А., Вишневецкий В.Ю., Старченко И.Б., Строчан Т.П., Маркомя А.И., Сизов И.И. *Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 286-290. Рус.

При разведке донных отложений важной задачей является определение границ слоистой структуры. Эхоимпульс является суперпозицией отражений от нескольких границ раздела и акустическая ситуация становится неинформативной. При перекрытии эхосигналов от различных границ, превышающем 50% от длительности импульса, был применен метод кепстрального анализа отраженных сигналов. Кепстр эхосигнала от слоистой структуры позволил выделить моменты прихода составляющих отражений. Показано, что кепстр низкочастотного эхоимпульса позволяет однозначно определить момент прихода эхосигнала от второй границы раздела при перекрытии меньшим 90%. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030060.

### Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

См. **21.03-01.87, 21.03-01.103**

### Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

**21.03-01.104 Методы оценивания приведенной шумности движущегося монополюсного источника в мелком**

море. *Глебова Г.М., Кузнецов Г.Н. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 275-285. Рус.

Показана возможность оценки приведенных к свободному пространству значений звукового давления, создаваемых буксирными тональными излучателями при приеме сигналов вертикально-горизонтальной скалярной антенной, установленной в мелком море. При буксировке излучателя выполнено взаимное позиционирование источника сигналов и элементов

приемной антенны, построена геометрия антенны. Для расчета передаточных функций волновода используется геоакустическая модель дна мелкого моря, полученная в результате предварительно выполненной акустической калибровки волновода в районе проведения эксперимента. Анализируется влияние достоверности априорной информации об условиях эксперимента на погрешность оценки пересчитанных к свободному пространству значений звукового давления. DOI: 10.31857/S0320791921030035.

## Атмосферная и аэроакустика

### Взаимодействие звука с поверхностью, учет покрытия и топографии, импеданс поверхностей на местности

**21.03-01.105 Отрыв набегающего потока от поверхности сверхзвукового вращающегося снаряда с использованием струи генератора микровихрей.** *Ма Ц., Чень Ч.Х., Сюэ Д.В., Сунь С.Х., Лю Ж. Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 2, с. 102-109. Рус.

Исследуется возможность использования генераторов микровихрей для повышения устойчивости полета и точности попадания в цель снаряда М549 путем перераспределения вихрей на его поверхности. Генератор микровихрей располагался перед обечайкой снаряда, а структура течения вблизи снаряда моделировалась с использованием метода отсоединенных вихрей. В результате численного моделирования установлено, что с помощью генератора микровихрей можно предотвратить сход вихрей с поверхности снаряда и тем самым устранить вибрацию, вызываемую аэродинамическими силами. DOI: 10.15372/PMTF20210210.

### Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

См. **21.03-01.105**

### Ударные и взрывные волны, звуковой удар

**21.03-01.106 Нелинейные волновые процессы при инициировании и распространении газовой детонации.** *Левин В.А., Марков В.В., Журавская Т.А., Осинкин С.Ф. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2005. 251, с. 200-214. Рус.

Исследуются процессы инициирования детонации электрическими разрядами и ее распространения в каналах и трубах, заполненных горючей смесью водорода с окислителем. Используется конечно-разностный метод, основанный на схеме С.К. Годунова. Основное внимание уделяется вопросу устойчивости двумерной волновой структуры детонационной волны и определению условий, энергетических и геометрических параметров, обеспечивающих формирование и сохранение детонационного режима горения, являющегося нелинейным колебательным процессом, связанным с формированием в потоке скачков уплотнения и их взаимодействием с головной ударной волной. В частности, рассматривается вопрос о минимизации энергии инициирования детонации посредством дополнительных разрядов с малой энергией.

**21.03-01.107 Математическое моделирование ударно-волновых процессов при взаимодействии газов с твердыми границами.** *Левин В.А., Мануйлович И.С., Марков В.В. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2013. 281, с. 42-54. Рус.

Представлены результаты численного исследования плоских течений воздуха в ограниченном объеме квадратного сечения, уменьшающемся за счет равномерного движения сторон, течения пропано-воздушной смеси при изменении размера квадратной области по синусоидальному закону, а также сверхзвуковых трехмерных воздушных и пропано-воздушных потоков

в каналах переменного квадратного сечения. Установлены особенности ударно-волновых процессов, связанные с поршневым эффектом и кумуляцией. Подтверждена гиперзвуковая аналогия плоских и пространственных течений, позволяющая использовать двумерные решения для оценки трехмерных потоков. Для описания течений использовались уравнения многокомпонентного идеального совершенного газа и одностадийная кинетика химических реакций. Численные исследования проводились методом, основанным на схеме С.К. Годунова, реализованном в оригинальном программном комплексе.

**21.03-01.108 Об ускорении ударных волн и концентрации энергии.** *Голубятников А.Н. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2013. 281, с. 162-169. Рус.

На ряде простых примеров, связанных с точными решениями задач газовой и магнитной гидродинамики, разъясняются возможные механизмы ускорения ударных волн и концентрации энергии. Исследован эффект ускорения ударной волны в задаче о плоском поршне, движущемся с постоянной скоростью, в случае падения начальной плотности среды при наличии постоянного противодавления. Показано, что в этой ситуации имеет место режим "обострения", связанный с уходом ударной волны на бесконечность за конечное время даже при ограниченной работе поршня. Построено простое сферически симметричное решение со сходящейся ударной волной, которое приводит к концентрации энергии. Обсуждается общий метод решения одномерных неавтономных задач, связанных с сопряжением на ударной волне состояния равновесия с движением с одномерной деформацией, который приводит к решению в квадратурах.

**21.03-01.109 Ударные волны в анизотропных цилиндрах.** *Куликовский А.Г., Чугайнова А.П. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2020. 300, с. 109-122. Рус.

Рассматриваются ударные продольные и крутильные волны малой амплитуды в круглых цилиндрах, состоящих из анизотропной среды такой, что скорости продольных и крутильных волн близки. Ранее при тех же условиях были рассмотрены простые волны, выявлены условия "прокидывания" этих волн и образования соответствующих ударных волн. Ниже представлено исследование ударных волн: ударной адиабаты и условий эволюционности. Полученные результаты могут относиться также к ударным волнам в неограниченных средах с квадратичной нелинейностью.

**21.03-01.110 Вращающаяся волна детонации в кольцевом зазоре.** *Левин В.А., Мануйлович И.С., Марков В.В. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2020. 300, с. 135-145. Рус.

Сформулирована и исследована задача о трехмерном нестационарном течении с вращающейся детонационной волной, возникающей в кольцевом зазоре осесимметричного устройства между двумя параллельными плоскостями, перпендикулярными его оси симметрии. Предполагается, что однородная горючая пропано-воздушная смесь, покоящаяся в резервуаре с заданными параметрами торможения, поступает в кольцевой зазор через его внешнюю цилиндрическую поверхность в направлении к оси симметрии и ее параметры определяются давлением в резервуаре и статическим давлением в зазоре. Продукты детонации вытекают из зазора в пространство, ограниченное

с одной стороны непроницаемой стенкой — продолжением стороны зазора. Через отверстие в другой стороне зазора и коническую выходную секцию с углом полураствора  $45^\circ$  газ вытекает из устройства во внешнее пространство. Сформулирована модель иницирования детонации подводом энергии, в которой направление вращения детонационной волны задается расположением зоны энергосыделения инициатора относительно твердой стенки, находящейся в плоскости, проходящей через ось симметрии. Через определенное время эта твердая стенка исчезает (сгорает). Получены и проанализированы нестационарные ударно-волновые структуры, возникающие в процессе формирования стационарной вращающейся детонации. Исследование проведено в рамках одностадийной кинетики горения численным методом, основанным на схеме С.К. Годунова, в оригинальном программном комплексе, разработанном для проведения многопараметрических расчетов и визуализации течений. Расчеты проведены на суперкомпьютере МГУ «Ломоносов».

**21.03-01.111 Исследование вращающихся волн детонации в кольцевом зазоре.** Левин В.А., Мануйлович И.С., Марков В.В. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 2020. 310, с. 199-216. Рус.

Поставлена и численно исследована задача о формировании вращающихся трехмерных волн детонации в кольцевом зазоре между параллельными пластинами. Предполагается, что однородная горючая смесь, находящаяся в резервуаре при заданных параметрах торможения, поступает в зазор через элементные сопла, равномерно заполняющие внешнее ограничивающее зазор кольцо. Газодинамические параметры смеси определяются как функции параметров торможения и статического давления в зазоре. При отсутствии поджигания смесь вытекает в полусамкнутый осесимметричный объем, ограниченный с одной стороны плоским диском (продолжением одной из образующих зазор пластин). С противоположной стороны к нему присоединено сопло, через которое смесь вытекает в воздух с заданным давлением и температурой. Иницирование детонации осуществляется направленным взрывом — энергоподводом в поток горючей смеси в узкой зоне при ее втекании в зазор. Отработана методика, позволяющая инициировать одновременно несколько вращающихся в заданном направлении волн детонации. При рассмотренных геометрических параметрах области течения наблюдалось формирование от одной до четырех вращающихся детонационных волн. Проведено исследование устойчивости процесса при изменении параметров торможения смеси, и получены данные по соответствующей им реактивной силе, вызванной истекающей в воздух струей продуктов детонации. Представлены результаты расчетов на суперкомпьютере МГУ «Ломоносов» для пропано-воздушной смеси, полученные в рамках одностадийной кинетики горения численным методом, основанным на схеме С.К. Годунова и реализованным в оригинальном программном комплексе.

**21.03-01.112 Простая схема плоскопараллельного кавитационного или отрывного обтекания клина и пластины несжимаемой жидкостью.** Степанов Г.Ю. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1998. 223, с. 123-135. Рус.

Построено обтекание клина и пластины идеальной несжимаемой жидкостью с отрывной или кавитационной областью постоянного разрежения, замыкающейся на полубесконечный след ограниченной ширины. Схема течения повторяет вторую кавитационную схему Тулина, отличаясь от нее гидродинамически обоснованными условиями однозначности. Решение задачи получено путем конечного выражения функции Жуковского в параметрической полуплоскости по формуле Келдыша—Седова. Определены все параметры течения и приведены расчетные коэффициенты давления для симметрично обтекаемого клина и пластины в зависимости от числа кавитации, от углов при вершине клина и наклона пластины.

**21.03-01.113 Влияние воздушной прослойки на иницирование взрывом детонации в водородовоздушной смеси.** Левин В.А., Марков В.В., Осинкин С.Ф. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1998. 223, с. 136-143. Рус.

Приведены результаты исследования течения, образующегося

при взрыве сферического заряда тротила в стехиометрической водородовоздушной смеси, содержащей шаровую прослойку воздуха, для случаев, когда прослойка непосредственно примыкает к заряду или расположена внутри горючей смеси. С помощью численных расчетов для зарядов различной величины определены критические радиусы слоев, при превышении которых детонация не возникает. Представлены приближенные аналитические соотношения для критических параметров, хорошо согласующиеся с численными результатами.

См. также **21.03-01.38, 21.03-01.84**

## Звук в трубах с потоками

**21.03-01.114 Особенности торможения двумерного гиперзвукового потока проводящего газа в канале в режиме генерирования электроэнергии.** Ватажин А.Б., Гуськов О.В., Копченов В.И. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1998. 223, с. 153-162. Рус.

Работа посвящена исследованию сверх- и гиперзвуковых двумерных течений вязкого газа в каналах в присутствии перпендикулярного к плоскости течения магнитного поля в режиме МГД-генератора. Ранее такие исследования проводились только в случае дозвукового или умеренного сверхзвукового режимов движения проводящей среды.

**21.03-01.115 Моделирование гомогенной конденсации криптона в сверхзвуковом сопле.** Корепанов М.А., Морар Г., Альес М.Ю. *Химическая физика и мезоскопия*. 2020. 22, № 2, с. 155-163. Рус.

Рассмотрено течение инертного газа (криптона) в коническом сопле. Для определения температуры в точке начала процесса конденсации - точке Вильсона проведено численное моделирование процесса для сопел различных размеров. Показано, что процесс гомогенной конденсации в рассматриваемых соплах идет, но практически не влияет на скорость падения температуры из-за малых размеров сопел, т.к. не успевает завершиться в сопле. Полученные значения температуры в точке Вильсона (точке начала конденсации) составляют 58-59 К, что значительно ниже точки фазового перехода 119.78 К.

**21.03-01.116 Моделирование течения вязкого газа сквозь сужающиеся конические сопла.** Липанов А.М., Карсканов С.А. *Химическая физика и мезоскопия*. 2020. 22, № 2, с. 175-183. Рус.

Методом прямого численного моделирования рассчитывается нестационарное течение вязкого сжимаемого газа сквозь сужающиеся сопла. Расчеты выполнены в осесимметричной постановке. Угол сужения сопла является варьируемым параметром. Показано, что с ростом угла сужения расход в сопле падает. Определено, что интенсивные вихревые возмущения в сужающемся сопле затухают; причем, чем сильнее сопло сужается, тем быстрее гасятся возмущения.

**21.03-01.117 Численное моделирование течения вязкого сжимаемого газа в РДТТ с центральным телом.** Шумихин А.А., Дадикина С.Ю. *Химическая физика и мезоскопия*. 2020. 22, № 2, с. 184-196. Рус.

Представлена методика моделирования внутреннего течения продуктов сгорания в тракте управляемого твердотопливного ракетного двигателя с центральным телом. Приведена система определяющих уравнений, записанная в цилиндрической системе координат, описывающая трехмерный поток сжимаемого вязкого газа. Предложено вычислительный алгоритм, разработанный на основе модифицированной схемы Стигера—Уорминга. Алгоритм пригоден для сквозного расчета всего тракта двигателя, как дозвуковых зон течения, так и сверхзвуковых. Проведены исследования потока газа в РДТТ при различных положениях центрального тела, соответственно при различных значениях площади критического сечения сопла, и при различных величинах характеристик твердого топлива, определяющих его скорость горения. Получены зависимости внутрикамерных параметров потока и расходных (тяговых) характеристик ракетного двигателя от величины площади критического сечения и показателя степени в законе горения твердо-

го топлива.

**21.03-01.118** Параметрическое исследование потоков газа, протекающих сквозь сужающиеся конические сопла. *Карсканов С.А. Химическая физика и мезоскопия.* 2020. 22, № 3, с. 261-268. Рус.

На основе прямого численного моделирования рассчитывается течение в сужающихся соплах, соединяющих два газовых резервуара. Интегрирование уравнений гидромеханики осуществляется с помощью алгоритмов высокого порядка аппроксимации. Счет ведется на многопроцессорной системе с использованием процедуры распараллеливания вычислительного процесса. Угол сужения сопла является варьируемым параметром. Показано распределение гидромеханических параметров в соплах с разным углом сужения. Выявлено, что в соплах с высоким углом сужения поток сильнее разгоняется, однако возмущения, заданные на входе, быстро гасятся.

**21.03-01.119** Спектральный анализ распределения параметров потоков, протекающих сквозь сужающиеся конические сопла. *Карсканов С.А. Химическая физика и мезоскопия.* 2021. 23, с. 58-66. Рус.

Рассчитывается течение в конических соплах с различными углами сужения. Счет ведется на основе прямого численного моделирования на многопроцессорной вычислительной системе. Интегрирование уравнений гидромеханики осуществляется с помощью алгоритмов высокого порядка аппроксимации. На основе дискретного преобразования Фурье строятся спектры частот, на которых происходит колебание давления в соплах с различным углом сужения. Выявлено, что в соплах с большим углом сужения амплитуда колебаний давления в одних и тех же точках уменьшается. Для каждого сопла можно выделить область частот, на которых происходят колебания.

См. также **21.03-01.106, 21.03-01.107, 21.03-01.110, 21.03-01.111**

## Авиационная акустика

**21.03-01.120** Модовая декомпозиция возмущений в сверхзвуковом потоке. *Цырюльников И.С., Громыко Ю.В., Поплавская Т.В. Теплофиз. и аэромех.* 2020, № 5, с. 675-686. Рус.

Реализован ввод контролируемых возмущений в поток аэродинамической трубы и проведены зондовые измерения полей амплитуды пульсаций давления и фазовых скоростей этих возмущений. По соотношениям для невязкого взаимодействия длинноволновых вихревых, энтропийных и акустических возмущений с ударной волной на клине и прямого численного моделирования определены коэффициенты преобразования различных мод в пульсации давления на поверхности модели в условиях экспериментов в сверхзвуковом потоке аэродинамической трубы периодического действия Т-327Б ИТПМ СО РАН. Реализован метод модовой декомпозиции для контролируемых возмущений в потоке с использованием коэффициентов преобразования возмущений. Реализация осуществлялась на модели плоской пластины с острой передней кромкой, выставленной под заданными углами атаки и крена в потоке. Ключевые слова: сверхзвуковой поток, возмущения, шум, акустика, восприимчивость, численное моделирование, аэродинамический эксперимент, декомпозиция мод возмущений.

**21.03-01.121** Оценка шумового загрязнения территорий, создаваемого деятельностью аэропорта Пулково. *Сакова Н.В., Куликович А.В., Гуляева К.В. Безопасность жизнедеятельности.* 2021, № 3, с. 43-48. Рус.

Рассмотрены вопросы шумового воздействия авиационного транспорта на жилые территории Санкт-Петербурга, расположенные в непосредственной близости к аэропорту Пулково. Приведены результаты оценки уровня шума на ближайших к аэропорту жилых территориях. Определены уровни шума в нескольких расчетных точках путем проведения инструментальных замеров с обработкой данных по действующим нормативным методикам и расчетов с использованием лицензированного программного комплекса "АРМ Акусти-

ка 3.2.8". Проведенные оценки показали превышение допустимых уровней шума в расчетных точках, расположенных в жилых зонах. Рассмотрены вопросы об актуальности границ санитарно-защитной зоны аэропорта Пулково. Для уточнения границ санитарно-защитной зоны построены картограммы распределения шума на прилегающих к аэропорту территориях.

**21.03-01.122** Обоснование требований к средствам коллективной защиты от авиационного шума. *Харитонов В.В., Солдатов С.К., Драган С.П., Богомолов А.В., Шешегов П.М., Зинкин В.Н., Соловей Ю.Н. Безопасность жизнедеятельности.* 2021, № 6, с. 3-13. Рус.

Представлены результаты гигиенических исследований акустической обстановки на рабочих местах инженерно-технического состава государственной авиации, показывающие необходимость разработки и применения средств коллективной защиты от шума. Обоснованы тактико-технические требования к средствам коллективной защиты от шума для авиационных специалистов, включающие требования к системам жизнеобеспечения, защиты и приборного оснащения, требования по безопасности и микроклимату, требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям, требования по эргономике и технической эстетике, требования по акустической эффективности. Приведены данные испытаний двух экспериментальных образцов (одно- и двухмодульный) средств коллективной защиты, которые показали, что они позволяют создать оптимальные микроклиматические условия (по температуре, влажности, освещенности). Отмечено, что образцы средств коллективной защиты способны обеспечить защиту авиационных специалистов от неблагоприятного действия шума. Предложено внедрить их в повседневную деятельность как средство борьбы с шумом в авиации.

**21.03-01.123** Проблемы снижения шума авиационных силовых установок с помощью эффекта экранирования. *Денисов С.Л., Остриков Н.Н., Гранич В.Ю. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 298-302. Рус.

Представлены результаты исследования адаптации Геометрической Теории Дифракции к задаче расчета дифракции звука, излучаемого из круглого цилиндрического канала на плоских полигональных экранах. Выполнено сравнение расчетных и экспериментальных данных по исследованию эффекта экранирования вращающихся звуковых мод в приложении к проблеме снижения на местности шума авиационной силовой установки. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030023.

См. также **21.03-01.115, 21.03-01.116, 21.03-01.117, 21.03-01.118, 21.03-01.119**

## Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

**21.03-01.124** Динамика слоя вязкой жидкости на поверхности вибрирующей пластины со свободными краями. *Александров В.А. Химическая физика и мезоскопия.* 2020. 22, № 1, с. 49-69. Рус.

На примере силиконового масла ПМС-100 исследовано поведение слоя вязкой жидкости на поверхности вибрирующей пластины со свободными краями. Обнаружено перемещение вязкой жидкости на поверхности вибрирующей пластины к участкам с пучностями изгибных колебаний с образованием отдельных капель. При высокочастотных вибрациях в каплях масла на поверхности свободных краев пластины возбуждаются капиллярные колебания, образуется струйка и возникают вихревые течения. С увеличением амплитуды изгибных колебаний пластины струйка в каплях отрывается от поверхности капли, образуя мостик жидкости. Проведен анализ наблюдаемых явлений, связанных с распределенными изгибными колебаниями пластины и капиллярными колебаниями, параметрически возбуждаемыми на поверхности капель вязкой жидкости.

См. также **21.03-01.46**



## Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

### Лабораторные исследования линейных и нелинейных свойств скальных пород, грунтов, глин, сыпучих сред и моделей геологических структур

**21.03-01.125** Оценка статистических параметров потока импульсов термически стимулированной акустической эмиссии в лабораторных экспериментах. *Индаков Г.С., Казначеев П.А. Ученые записки физического факультета МГУ.* 2021, № 1, <http://uzmu.phys.msu.ru/toc/2021/1>. Рус.

Вулканические землетрясения являются опасным явлением природы, требующим серьезного изучения. Они связаны с процессами разрушения горных пород при заполнении вулканической камеры горячей магмой. В связи с этим, натурные и лабораторные исследования процесса термического разрушения горных пород применительно к вулканологической сейсмологии представляют определенный интерес. На сегодняшний день одним из важных вопросов по этой теме является характер режима акустической эмиссии при нагреве образцов горных пород. В данной работе проведен анализ лабораторных экспериментов по нагреву образцов гранитов и базальтов. Была реализована и отработана методика оценки активности термически стимулированной акустической эмиссии и наклона графика повторяемости ( $b$ -value) на всем этапе нагрева и на всем этапе охлаждения, а также в динамике в непересекающихся окнах по 200 событий. Оценка  $b$ -value выполнена методами линейной регрессии и максимального правдоподобия. Произведена систематизация экспериментов по типу активности акустической эмиссии для возможности сравнения результатов. Обнаружена закономерность: для образцов с высокой активностью акустической эмиссии  $b$ -value оказывается меньше. Динамика активности акустической эмиссии и изменения  $b$ -value в процессе нагрева не показывают связи друг с другом, а также не зависят от типа породы.

### Обратные задачи сейсмоакустики

**21.03-01.126** Волны в трещиноватых средах, или «Об одном возможном механизме, предшествующем землетрясению». *Ладиков Ю.П. Труды Математического*

*го института имени В.А. Стеклова.* 1998. 223, с. 83-86. Рус.

Предлагается качественное рассмотрение поведения магнитно-упругих волн в районе возможного очага землетрясения.

**21.03-01.127** Частотно-временной анализ геоакустических данных с применением адаптивного согласованного преследования. *Марапулец Ю.В., Луковенкова О.О. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 319-327. Рус.

Показаны результаты применения разработанного подхода на основе методов разреженной аппроксимации для частотно-временного анализа геоакустических данных. Приведены описания разреженного представления геоакустического сигнала и разработанного алгоритма адаптивного согласованного преследования с использованием комбинированного словаря, состоящего из функций Берлага и Гаусса. Представлены результаты частотно-временного анализа геоакустических сигналов. Показаны выявленные с помощью предложенного подхода особенности, возникающие в частотно-временных структурах геоакустических данных перед землетрясениями. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030096.

### Акустика землетрясений, вулканических извержений, иных катастрофических природных явлений

**21.03-01.128** Динамика взрывной дегазации вулкана. *Уткин И.С., Мельник О.Э. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2020. 300, с. 190-196. Рус.

Построена одномерная нестационарная модель взрывной дегазации вулкана с каналом, запертым подвижной лавовой пробкой. Считается, что движение пробки обусловлено наличием полости под ней, в которую фильтруется газ из лежащей ниже магмы, вызывая рост давления. Показано, что в системе возникают периодические выбросы газа, разделенные длительными периодами покоя, что соответствует данным полевых наблюдений.

См. также **21.03-01.126**

## Акустическая экология; Шумы и вибрации

### Биологические эффекты шумов и вибраций

См. **21.03-01.121, 21.03-01.122**

### Воздействие шумов и вибраций на сооружения и технику

См. **21.03-01.63**

### Структурная акустика и вибрации

**21.03-01.129** Почти полное прохождение волн через перфорированные перегородки в волноводе с краевым условием Дирихле. *Назаров С.А., Шенель Л. Сибирский математический журнал.* 2021. 62, № 2, с. 339-361. Рус.

Рассматривается волновод, образованный двумя не обязательно одинаковыми полубесконечными полосами-рукавами и прямоугольником-резонатором, которые соединены через узкие отверстия в совмещенных стенках. Построены асимптотики коэффициентов рассеяния при стремлении к нулю диаметров отверстий, обоснование которых производится при помощи техники весовых пространств с отделенной асимптотикой. Уста-

новлен критерий возможности обеспечить на заданной частоте непрерывного спектра почти полное прохождение волны через обе перфорированные стенки: коэффициент отражения становится малым. Сам эффект обеспечивается точной настройкой размеров резонатора, критерий представляет собой равенство, связывающее геометрические характеристики частей волновода и волновые числа в рукавах, а любая из зеркальных симметрий превращает его в простое соотношение.

**21.03-01.130** Проявление вторичных резонансов при маятниковых колебаниях резервуаров с жидкостью. *Лимарченко О.С., Нефедов А.А., Семенович Е.А. Прикл. мех.* 2020. 56, № 6, с. 105-115. Рус.

A problem of oscillation of the reservoir on pendulum suspension with the movable suspension point and partially filled with the ideal incompressible liquid is considered. This problem is studied in the nonlinear joint statement. It is shown that consideration of the compatibility of the system components motion results in the considerable changing of values of frequencies and the order of arrangement the system normal modes of oscillations for their allocation according to ascending order of frequencies. It was ascertained that for the short and medium lengths of pendulum suspensions, the first anti-symmetric mode, which is usually the main in the development of resonant processes, is excited

not on its resonant frequency, but the frequency of pendulum oscillations and frequencies of secondary (nonlinear) resonances on the bases of nonlinear redistribution of energy. A correspondence of development of the dynamical processes in the system with fundamental regularities of nonlinear wave generation, ascertained in epy theoretical and experimental publications, is shown.

См. также **21.03-01.48**, **21.03-01.83**

### Шумоизоляция

**21.03-01.131** Шумопоглощающие свойства однородной пластины с произвольными граничными условиями под воздействием плоской гармонической волны в акустической среде. *Локтева Н.А., Иванов С.И. Труды МАИ. 2020, № 117, <http://trudymai.ru/published.php?ID=122234>. Рус.*

Ключевые слова: пластина Кирхгофа—Лява, акустическая среда, гармоническая волна, произвольные граничные условия, функции влияния.

### Активные методы подавления шума

**21.03-01.132** Динамические приемы гашения колебаний в системе «конструкция—жидкость со свободной поверхностью». *Константинов А.В., Лимарченко О.С., Лукьянчук В.В., Нефедов А.А. Прикл. мех. 2019, 55, № 1, с. 64-77. Рус.*

Two variants of reduction of oscillations of structures with liquid are considered. The controlling algorithm, which includes analytically determined compensation of force interaction of liquid with structure, is proposed for reduction of oscillations of the carrying structure. In this case with minor errors it is possible to reach the state, when the structure motion occurs as if the liquid becomes solidified. In the case of seismic excitation of the system motion it is suggested to use pendulum suspension of the system instead of its rigid fixation. Specificity of selection of the length of pendulum suspension is discussed. The use of pendulum suspension results in considerable lowering of force interaction of liquid with structure and reduction of waves on a free surface of liquid especially for high-frequency excitation. The adduced numerical examples show advantages of the suggested technique.

## Акустика помещений; Музыкальная акустика

### Акустика концертных залов

**21.03-01.133** Акустика мечети Кетшава в Алжире. *Алешкин В.М., Bouhout A., Субботкин А.О., Benferhat M.L., Amara M. Акустический журнал. 2021, 67, № 3, с. 308-318. Рус.*

Представлены результаты акустического обследования крупной соборной мечети Кетшава (Ketchaoua), расположенной в г. Алжир (Алжирская Народная Демократическая Республика), а также обзор на ее примере основных проблем акустики молельных залов культовых сооружений, таких как храмы и мечети. Мечеть построена в XVII веке и является одной из основных достопримечательностей столицы Алжира. Измерения в молельном зале мечети проведены согласно международной методике ISO 3382. Приводятся данные по времени реверберации, разборчивости речи и другим критериям акустического качества. Анализ полученных результатов и субъективная оценка акустики мечети показывают, что разборчивость речи в молельном зале недостаточна. Измеренные акустические критерии сопоставляются с оптимальными значениями и результатами обследования некоторых других мечетей. Формулируются возможные пути решения улучшения качества звучания архитектурно-акустическими методами. DOI: 10.31857/S0320791921030011.

### Акустика духовых инструментов

**21.03-01.134** Методика измерения динамических характеристик исполнения музыкальных произведений на ударных инструментах средствами тензометрии. *Максимюк В.А., Суценко Е.А., Фетисов И.Б. Прикл. мех. 2020, 56, № 2, с. 71-77. Рус.*

The experimental technique for studying the temporal and amplitude characteristics of the music works performance on percussion is suggested. An idea of the non-isochronous rhythm in the Ukrainian folk dance music is confirmed experimentally. A role of intensity in forming the construction of running through and rhythmical pattern of the particular measures is demonstrated. The question is formed on the different types of interaction between the duration and intensity within the musical performance as a key means of musical expression in playing the percussion.

### Акустика струнных инструментов

См. **21.03-01.134**

### Общие вопросы музыкальной акустики

**21.03-01.135** Влияние темпа исполнения музыки на уровень басовых нот. *Зверев В.А. Акустический журнал. 2021, 67, № 3, с. 338-344. Рус.*

Обнаружен и исследован эффект значительного (до 20 дБ) уменьшения уровня слышимости звуков рояля низкой частоты (аккомпанемента в басовом регистре) на фоне звуков высокой частоты (мелодии) при исполнении музыки в быстром темпе. Это указывает на существенное влияние темпа исполнения произведения на восприятие слушателем звукового ряда музыкального произведения. Объяснение эффекта дано на основе анализа физических особенностей формирования звуков в рояле в зависимости от темпа игры и восприятия звуков человеческим ухом. Эффект наглядно демонстрируется на примере исполнения первой части (Allegro di molto e con brio) сонаты № 8 до минор («Патетической») Бетховена. DOI: 10.31857/S0320791921030151.

См. также **21.03-01.134**

## Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

### Компьютерная обработка результатов эксперимента

**21.03-01.136** Численное построение спектров Фурье и реакций сейсмических воздействий. *Каландарбеков И.И., Низомов Д.Н., Каландарбеков И.К. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-*

*математический, химический, геологический и технический наук. 2018, № 3, с. 50-58. Рус.*

Разработаны алгоритмы и программы численного решения задач спектрального анализа сейсмических воздействий в виде записей акселерограмм. Численным моделированием получены спектры Фурье и реакций и проведен сравнительный анализ.

См. также **21.03-01.127**

## Акустическая голография и томография

**21.03-01.137 Широкополосная виброметрия двумерной ультразвуковой решетки методом нестационарной акустической голографии.** *Цысарь С.А., Николаев Д.А., Сапожников О.А. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 328-337. Рус.

Представлены результаты экспериментального определения структуры колебаний поверхности двумерного фазированно-

го ультразвукового датчика мегагерцового диапазона частот с использованием метода нестационарной акустической голографии в полосе частот от 0.1 до 10 МГц. Показано, что указанный метод позволяет обнаружить индивидуальные элементы, работающие с отклонениями параметров от номинальных значений, в том числе и неактивные. Проведено сравнение с результатами поэлементных эхо-импульсных измерений, а также измерений электрической емкости элементов. DOI: 10.31857/S0320791921030138.

## Акустика живых систем; Биологическая акустика

### Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

**21.03-01.138 Влияние траектории перемещения фокуса на равномерность температурного поля при импульсном воздействии мощного ультразвукового пучка на биологическую ткань.** *Пестова П.А., Карзова М.М., Юлдашев П.В., Крайдер У., Хохлова В.А. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 250-259. Рус.

Представлены результаты численного эксперимента по облучению образца ткани говяжьей печени *ex vivo* мощным фокусированным ультразвуком с помощью терапевтической решетки клинической системы Sonalleve V2 3.0T (Profound Medical Corp., Canada) в режимах, характерных для метода гистотрипсии с кипением. Облучение проводилось по траекториям, состоящим из дискретных фокусов, расположенных на двух либо четырех concentрических окружностях радиусами от 2 до 8 мм. Сравнивался режим облучения каждого дискретного фокуса последовательно из пятнадцати импульсов и переходом к следующему фокусу с режимом, при котором происходит поочередное облучение всех дискретных фокусов на окружностях по одному разу за пятнадцать обходов по всему набору облучаемых точек. Проанализировано влияние размера траектории и количества импульсов на степень проявления тепловых эффектов. Фокусировка ультразвукового пучка в ткани описывалась с помощью уравнения Вестервальта, температурное поле моделировалось с помощью уравнения теплопроводности. Показано, что более однородная структура температурного поля обеспечивается при большем временном интервале между повторным облучением каждого из фокусов, а оптимальное значение временного интервала лежит в диапазоне от трех до шести периодов следования импульсов. DOI: 10.31857/S0320791921030126.

### Распространение акустических волн в тканях и органах

**21.03-01.139 О распространении стационарных волн в составной деформируемой трубке, заполненной вязкой жидкостью.** *Тагиев М.М. Наука и мир.* 2019. 1, № 1, с. 12-16. Рус.

Рассматривается задача, которая может моделировать движение крови в крупном сосуде, часть которого заменена протезом (или трансплантатом). Предполагается, что материал протеза и сосуда подчиняется линейной вязкоупругой модели Фойгта. В статье рассмотрено одномерный волнообразный процесс движения вязкой несжимаемой жидкости в данной прямолинейной трубке. Изучена зависимость амплитуды давления от угловой частоты.

**21.03-01.140 Исследование оптоакустических сигналов на моделях эритроцитов в жидкости с контрастными наноагентами.** *Кравчук Д.А., Старченко И.В., Орда-Жигулина Д.В., Воронина К.А. Акустический журнал.* 2021. 67, № 3, с. 345-348. Рус.

Выполнено математическое моделирование эритроцитов с учетом их насыщения кислородом. Приводятся результаты экспериментального исследования формирования оптоакустического сигнала в жидкости, содержащей модели эритроцитов в

виде полистирольных сфер с наночастицами. В качестве контрастных агентов использованы углеродные нанотрубки, иммобилизованные к моделям эритроцитов. Полученные профили акустических сигналов для серии лазерных импульсов позволяют сделать вывод о возможности оценок качественного и количественного состава эритроцитов в облучаемой лазером жидкости. Статья подготовлена по материалам доклада на 3-й Всероссийской акустической конференции (21–25 сентября 2020 г., Санкт-Петербург). DOI: 10.31857/S0320791921030084.

**21.03-01.141 Функциональное исследование первичной слуховой коры кошки.** *Вибиков Н.Г. Сенсорные системы.* 2021. 35, № 2, с. 103-134. Рус.

Анализируются результаты электрофизиологических исследований реакций на звуковые стимулы нейронов первичной слуховой коры кошки. В течение более чем полувека эта зона являлась излюбленным объектом исследования и морфологов, и специалистов в области сенсорной физиологии. Некоторые ранние электрофизиологические работы выявили высокую специфичность реакции клеток интактного объекта. Однако в дальнейших работах, выполняемых, как правило, на наркотизированных животных, основное внимание уделялось анализу тонотопической организации коры и возможному выявлению иных особенностей реакции клеток, определяемых топографией этой корковой зоны. При этом ответ нейронов первичной коры на звук, как правило, возникал только в момент начала сигнала и отличался весьма слабой способностью к воспроизведению быстрых временных изменений. Сопоставление данных, полученных в разных лабораториях, выявляет существенную роль общего состояния объекта во время регистрации импульсной активности нейронов коры. В последние годы, когда получены важные результаты на нейронах слуховой коры бодрствующих грызунов и приматов, выявился явный дефицит таких данных именно для столь, казалось бы, изученного объекта, как первичная зона коры кошки.

**21.03-01.142 Влияние слуховой LTP-подобной стимуляции на обработку звуковых стимулов.** *Ребрейкина А.Б., Клеева Д.Ф., Согоян Г.А., Сысоева О.В. Сенсорные системы.* 2021. 35, № 2, с. 144-152. Рус.

Высокочастотная электрическая стимуляция вызывает усиление синаптической передачи между двумя нейронами, сохраняющееся продолжительное время (долговременная потенция/long-term potentiation (LTP)). Недавние исследования показали, что сенсорная (так называемая LTP-подобная, с частотой выше 9 Гц) стимуляция может вызывать эффекты, аналогичные тем, что проявляются после электрической стимуляции и характеризуют LTP. В единичных исследованиях на людях в слуховой модальности было показано, что после LTP-подобной стимуляции увеличиваются компонент N1, отражающий репрезентацию физических характеристик сигнала в слуховой коре, и компонент MMN, связываемый с различимостью стимулов. В настоящем исследовании в дополнение к предыдущим работам исследовали эффекты стимуляции не только непосредственно после стимуляции, а также при последующем визите в лабораторию. Мы использовали пассивную одд-болл парадигму с двумя редкими (10% каждый) девиантными тонами (980 и 1020 Гц) и стандартным (80%) тоном 1000 Гц. Эту парадигму предъявляли три раза: до (контрольная серия), сразу после LTP-подобной стимуляции и через 7–35

дней. ЛТР-подобную стимуляцию проводили с использованием тона 1020 Гц, предъявляемого в течение трех минут с синусоидальной модуляцией амплитуды с частотой 26 Гц. Сразу после стимуляции компонент N1 уменьшился на стимулы с частотой 980 и 1000 Гц, а на стимул, который использовался для стимуляции (1020 Гц), этот компонент не изменился. Мы полагаем, что это может быть связано с механизмом латерального торможения. Однако во второй визит в лабораторию данный эффект уже не проявлялся, но регистрировалось увеличение амплитуды N1 на стимул 1020 Гц, что может свидетельствовать об отсроченном эффекте “потенциации” для стимулируемого тона. Различий в MMN выявлено не было. Таким образом, мы показали пластические перестройки в слуховой коре, вызываемые ЛТР-подобной стимуляцией, которые могут лежать в основе обучения.

См. также **21.03-01.64**

### Физиологическая и психологическая акустика

**21.03-01.143** Отоакустическая эмиссия на частоте продукта искажения при нарушении звукопроводения и звуковосприятия. диагностическое обоснование эффекта. *Овчинников Е.Л., Яшин С.С., Адыширин-Заде К.А., Владимирова Т.Ю., Минаева Т.И. Современные проблемы науки и образования.* 2018, № 4, <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27829>. Рус.

Отоакустическая эмиссия представляет собой способ регистрации звуковых колебаний, возникающих в улитке в ответ на акустическую стимуляцию. Анализ полученных результатов позволяет четко определить связь между вязкоупругими свойствами уха и соответствующими параметрами продукта искажения отоакустической эмиссии. Для практического применения разработана классификация ДР-грамм, основанная на принципе изменений реактивных сопротивлений структур среднего и внутреннего уха. Регистрация продукта искажения отоакустической эмиссии обладает высокой чувствительностью и специфичностью, благодаря чему может применяться в клинической практике.

**21.03-01.144** Взаимосвязь акустических характеристик храпа с психологическими особенностями субъективного восприятия времени у пациентов с различными сомническими нарушениями. *Попова Н.А., Шкарин В.В., Горбунова М.Л. Современные проблемы науки и образования.* 2018, № 6, <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28373>. Рус.

Целью данного исследования является изучение влияния частотных составляющих храпа на психофизиологическое состояние пациентов в условиях привычного образа жизни. Исследовались результаты комплексного обследования 70 пациентов. На момент обследования пациенты имели различные нарушения дыхания во сне. Практически все пациенты обследовались амбулаторно, в условиях, приближенных к привычному образу

жизни. На момент исследования ни один из пациентов не получал препаратов, влияющих на состояние нервной системы и улучшающих сон, что могло бы исказить полученные данные. Каждому было проведено комплексное обследование, в результате которого производилось изучение жалоб, сбор анамнеза и осмотр больного на предмет выявления сопутствующих заболеваний и наличия органической патологии. Также были проведены клинично-функциональные и лабораторные исследования. У всех обследуемых участников проводилась ночная аудиозапись храпа. Затем записанный звук обрабатывался с помощью компьютерной программы. В процессе компьютерной обработки храп был разделен на 2 группы: низкочастотный и высокочастотный. Качество сна и состояние психофизиологического статуса было изучено с помощью тестирования и анкетирования пациентов. Для проведения анализа полученных результатов использовался корреляционный анализ с применением показателя Спирмена, кластерный анализ, а также канонический корреляционный анализ. Верификация полученных данных проводилась с помощью нейросетевых карт Кохонена.

**21.03-01.145** Психофизиологическая оценка влияния произвольного порогового апноэ и низкочастотной фоностимуляции на организм человека. *Аккизов А.Ю., Курданов Х.А., Альботова Л.А., Афаунова О.В., Лиева Л.Э., Шомазова Л.М. Современные проблемы науки и образования.* 2019, № 3, <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28917>. Рус.

Целью исследования явилась психофизиологическая оценка синхронного воздействия комплекса раздражителей на показатели функционального и когнитивного состояния человека.

**21.03-01.146** Взаимосвязь акустического паттерна храпа и уровня АД в течение дня по результатам функциональных проб у пациентов с сомническими нарушениями. *Попова Н.А., Шкарин В.В., Стронгин Л.Г. Современные проблемы науки и образования.* 2019, № 4, <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29126>. Рус.

Цель настоящего исследования состояла в изучении связей между акустическим паттерном храпа и показателями АД в повседневной жизнедеятельности у пациентов с сомническими нарушениями с помощью проведения функциональных проб.

**21.03-01.147** Изучение взаимосвязи микровибраций головы человека с ритмической активностью центральной нервной системы, вызванной фотостимуляцией. *Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Лебедев Ю.А., Припатинская Е.А. Современные проблемы науки и образования.* 2020, № 5, <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30145>. Рус.

Цель работы — изучение взаимосвязи механических микровибраций головы человека с ритмической активностью центральной нервной системы, вызванной фотостимуляцией зрительного анализатора.

См. также **21.03-01.141, 21.03-01.142**

## Физические основы технической акустики

### Акустические измерения и аппаратура

**21.03-01.148** Автоматизированный ультразвуковой контроль клеевых соединений и трёхслойных конструкций из полимерных композиционных материалов. *Иванов В.Г., Стариковский Г.П., Войцов А.А., Загуменнова А.Е., Кручинкин Н.В., Тышов Е.В. В мире неразрушающего контроля.* 2021, 24, № 1, <http://www.ndtworld.ru/index.php/ru/about-journal/journals/318-91.html>. Рус.

DOI: 10.12737/1609-3178-2021-36-40 Рассматриваются результаты автоматизированного ультразвукового контроля с использованием теневых методов для образцов клеевых соединений и трёхслойных конструкций из полимерных композиционных

материалов с искусственными дефектами, имитирующими основные типы реальных дефектов в деталях аэрокосмической техники.

См. также **21.03-01.25**

### Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

**21.03-01.149** К теории формирования крупных трещин в хрупких твердых телах. *Хон Ю.А., Макаров П.В. Физика твердого тела.* 2021, 63, № 7, с. 923-927. Рус.

Построена модель формирования крупных трещин в хруп-

ких твердых телах, учитывающая разные пространственно-временные масштабы накопления трещин при деформации. В рамках метода фазового поля получена система двух связанных нелинейных уравнений параболического типа, описывающих деформацию нагруженной среды при зарождении трещин на двух пространственных и временных масштабах. Найдены условия, при выполнении которых однородное распределение трещин становится неустойчивым. Развитие неустойчивости сопровождается образованием крупных трещин. Ключевые слова: трещины, деформация, моды деформации, фазовое поле, неустойчивость.

**21.03-01.150 Неклассические проблемы механики разрушения: к 50-летию исследований (обзор). I.** Гузь А.Н. *Прикл. мех.* 2019. 55, № 2, с. 8-72. Рус.

**21.03-01.151 Неклассические проблемы механики разрушения: к 50-летию исследований (обзор).** Гузь А.Н. *Прикл. мех.* 2019. 55, № 3, с. 5-91. Рус.

**21.03-01.152 Неклассические проблемы механики разрушения: к 50-летию исследований (обзор). III.** Гузь А.Н. *Прикл. мех.* 2019. 55, № 4, с. 3-100. Рус.

**21.03-01.153 Исследование динамических параметров вибрационной машины для уплотнения строительных смесей.** Васараб В.А. *Прикл. мех.* 2020. 56, № 6, с. 116-129. Рус.

An interaction between the building mixture and working platform of the electromagnetic shock — vibration machine under conditions of vibrocompacting is studied. The physical model of building mixture is represented as a system with distributed parameters. The laboratory-test stand is constructed which includes vibroimpact set and PC — based data acquisition system. A complex of experimental research is carried out and the values of displacement and phase shift of layers of the building mixture in the conditions of vibrocompacting are obtained. The numerical technique for a calculation of the main parameters of "work environment-machine" system in conditions of interaction is used. A spectral analysis of the stress-strain state of a concrete mixture is carried out and regularity of its change in the process of vibrocompacting is carried out. A mathematical modeling is realized. A stable poly-frequency mode of motion of the shock — vibration machine is obtained. A new design of the vibration machine is proposed.

**21.03-01.154 Моделирование датчиков акустической эмиссии и калибровка электрострикцией.** Цветаев С.К. *Техническая акустика.* 2021. 21, № 1, <http://www.ejta.org/ru/tsvetaev1>. Рус.

Для математического моделирования распространения и приёма ультразвуковых импульсов применяется программа EMGLab, позволяющая составить эквивалентную схему датчика акустической эмиссии и получить его отклик на импульсный сигнал. Для этого практически и математически наряду с эталонными методами применяются ударная труба низкого давления — функция Хевисайда, искровой разряд или взрывное кипение — функция Дирака, силы Кулона — отрезок гармонической функции с постоянным смещением. Показано, что калибровочные и реальные акустические сигналы разрядных процессов совпадают с полученными программой. Поэтому для акустически простых объектов энергетики можно моделировать переходную функцию среды, восстанавливая исходный импульс. Рассмотрено применение пондеромоторных сил

для генерации ультразвука на второй гармонике приложенного напряжения, что повышает помехоустойчивость измерений. Показано, что электризация плёнки диэлектрика может быть помехой при измерениях.

См. также **21.03-01.89, 21.03-01.148**

## Акустические методы обработки материалов и изделий

**21.03-01.155 Сонохимический синтез йодида свинца.** Верещагин А.Л., Кудряшова О.Б., Морозова Е.А., Бычин Н.В., Паседкина А.Н. *Южно-Сибирский научный вестник.* 2021, № 2, с. 31-39. Рус.

Йодид свинца образовывался при дозировании 0,02 М раствора KI в эквивалентное количество 0,01 М Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> при комнатной температуре (с добавлением уксусной кислоты) и при ультразвуковом облучении с интенсивностью 8 или 16 Вт/см<sup>2</sup>. Установлено, что морфология частиц PbI<sub>2</sub> образующегося при ультразвуковом облучении определяется pH среды. При pH 2,8–2,9 имеет место увеличение размера частиц в результате сварки вследствие столкновения частиц. Методом сканирующей электронной микроскопии обнаружены следы оплавления частиц и следы соударений. При pH 4,5–4,6 происходит диспергирование частиц вследствие соногидролиза и образования PbI(OH). Морфология образующихся частиц также зависит от способа получения: при дозировании йодида калия в раствор ацетата свинца образуются звездообразные структуры, при перекристаллизации — гексагональные пластины — во всех случаях размером порядка 10 мкм.

## Акустические технологии в промышленности

**21.03-01.156 Уточнённая методика определения размеров дефектов в крупногабаритных поковках с использованием QSAFT. Первый опыт серийного производства.** Врана Й., Циммер А., Шорнер К., Мошофер Ю., Колж К. *В мире неразрушающего контроля.* 2020. 23, № 4, <http://www.ndtworld.ru/index.php/ru/about-journal/journals/306-90.html>. Рус.

DOI: 10.12737/1609-3178-2021-18-24 Массивные поковки роторов как наиболее ответственные детали турбин и генераторов гидро- и электростанций требуют сплошного контроля для обеспечения регламентного срока службы. Для НК таких объектов обычно используется УЗК в ручном или автоматизированном вариантах. Ужесточение требований к параметрам недопустимых дефектов для таких объектов реализуется с использованием SAFT (Synthetic Aperture Focusing Technique), такой метод УЗК иногда называют ультразвуковой компьютерной томографией. Разработанная Siemens система DGS-SAFT с использованием АРД кривых позволяет оценить уровень сигнала для каждого вокселя и визуализировать результаты контроля массивной детали. В статье описан опыт, полученный при внедрении SAFT УЗК в серийное производство. Обсуждается необходимость дополнительного обучения дефектоскопистов 2-го и 3-го уровней. Ключевые слова: ультразвуковой контроль, количественный SAFT, массивные поковки роторов, обмен опытом.

См. также **21.03-01.153**

## Акустика в инженерном деле

См. **21.03-01.6К, 21.03-01.7К**

## Физика

**21.03-01.157 Спиновое и модельное определение дополнительных нейтральных калибровочных бозонов на Большом адронном коллайдере (LHC) и Международном линейном коллайдере (ILC).** Spin and model determination of extra neutral gauge bosons at LHC and ILC. *Pankov A.A., Tsytrinov A.V. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 38-40. Англ.

Heavy neutral gauge  $Z'$  bosons are predicted by many models of physics beyond the Standard Model. If a new neutral gauge boson is discovered at the LHC in the clean Drell—Yan channel, the characterization of its spin and couplings will proceed via measuring production rates and angular distributions of the decay products. We study the discrimination between a  $Z'$  boson (spin-1) against the Randall—Sundrum graviton resonance (spin-2) and spin-0 resonance (sneutrino) with the same mass and producing the same number of events in the cross section. The next step would be to measure its properties to identify the underlying theory that gave rise to the  $Z'$ . We discuss in this context the foreseeable sensitivity to  $Z'$ 's of fermion-pair production observables at the ILC with polarized beams, especially as regards the potential of distinguishing different  $Z'$  models once such deviations are observed.

**21.03-01.158 Новая гипотеза о природе шаровой молнии. Объяснение необычных свойств.** *Смирнов А.Н. Наука и мир.* 2019. 1, № 3, с. 25-42. Рус.

Исходя из анализа экспериментальных фактов и многочисленных наблюдений, предложена новая гипотеза возникновения шаровой молнии. Гипотеза основана на открытых в воде новых структурах — эмулонах и образовании дендрометров гидратированными ионами водорода и гидроксила. Масса шаровой молнии диаметром 20 см составляет 14 г, плотность вещества  $0,0033 \text{ г/см}^3$  (в  $2,7 > \rho$  воздуха) энергия  $\approx 1700 \text{ кДж}$ . Основной вклад в энергетику ПМ обеспечивают реакции рекомбинации свободных радикалов и ионов в газовой фазе.

**21.03-01.159 Свободные продольные колебания термовязкоупругих пластин.** *Ургеншибеков А.Т., Турсыматова О.И. Наука и мир.* 2020. 1, № 5, с. 25-28. Рус.

## Астрономия

**21.03-01.162 Результаты радиометрических измерений параметров атмосферы в районе аэропорта Пулково (Санкт-Петербург, Россия).** *Зуев В.В., Павлинский А.В., Мордус Д.П., Ильин Г.Н., Быков В.Ю., Нечепуренко О.Е. Труды Института прикладной астрономии РАН № 52.* СПб.: ИПА РАН, 2020, с. 3-8. Рус.

Обледенение воздушных судов в полете — метеорологическое явление, влияющее на безопасность и регулярность полетов. Крупноразмерные воздушные суда оборудованы эффективными противообледенительными системами, кроме этого, для них при необходимости применяется регламентная антиобледенительная обработка. Малоразмерные воздушные суда и беспилотные летательные аппараты не имеют никаких противообледенительных систем, при этом даже незначительное накопление льда на корпусе беспилотного летательного аппарата лишает его способности продолжать полет из-за низкой энергооборуженности. В связи с этим большое значение приобретает своевременное прогнозирование риска обледенения. Известные методики прогнозирования обледенения используют данные аэрологического зондирования, что подразумевает периодичность прогноза 12—24 ч. Столь долгосрочные прогнозы практически бесполезны для обеспечения работы малой авиации и беспилотных летательных аппаратов. Альтернативным подходом является применение методов дистанционного зондирования для получения текущего прогноза обледенения воздушных судов. Исходными данными для прогноза в этом случае являются вертикальный профиль температуры воздуха и интегральное влагосодержание воздушного столба. В работе рассматривается связь радиометрических данных и метеорологических параметров атмосферы в привязке к зарегистрированным случаям обледенения воздушных судов по данным метеослужбы аэро-

Интенсивное развитие науки и техники, создание новых конструкций строительных сооружений, использование качественно новых материалов, отвечающих современному уровню научно-технического прогресса, выдвигают повышенные требования к исследованиям нестационарного поведения элементов различных строительных и иных конструкций и сооружений с учетом температуры.

**21.03-01.160 Труды В.А. Стеклова по уравнениям математической физики и развитие его результатов в этой области.** *Гущин А.К. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2015. 289, с. 145-162. Рус.

Дается расширенное изложение доклада автора на Международной конференции “Современные проблемы математики, механики и математической физики”, посвященной 150-летию со дня рождения Владимира Андреевича Стеклова. Приводится краткое описание основных трудов В.А. Стеклова по разрешимости краевых задач для уравнений математической физики и последующего развития этой тематики. Основное внимание уделяется постановкам задачи Дирихле и условиям на область и заданные функции, при которых справедливы теоремы о разрешимости.

**21.03-01.161 Частотно-модулированные ультранизкочастотные волны в околоземном космическом пространстве.** *Гульельми А.В., Потанов А.С. УФН.* 2021. 191, № 5, с. 475-491. Рус.

Обзор посвящён ультранизкочастотным электромагнитным волнам естественного происхождения. Рассмотрено многообразие частотно-модулированных волн, источники которых располагаются в ионосфере, в радиационном поясе, на периферии магнитосферы и в солнечном ветре перед фронтом магнитосферы. Основное внимание уделено механизмам формирования частотной модуляции. Анализ частотной модуляции даёт нам информацию о процессах возбуждения и распространения волн, а также о физических условиях в местах возбуждения и на трассах распространения. Указаны актуальные открытые проблемы физики частотно-модулированных волн.

См. также **21.03-01.20**

порта Пулково. Определены диапазоны интегрального влагосодержания и температуры воздуха, соответствующие различным состояниям атмосферы в периоды обледенения воздушного судна и при его отсутствии. Полученные результаты позволили сформулировать пороговые критерии прогноза обледенения для автоматизированной радиометрической методики прогнозирования. Показаны отличия критериев прогноза для прибрежной (г. Санкт-Петербург) и внутриконтинентальной (г. Томск) зон.

**21.03-01.163 Проблемы передачи времени в ГЛОНАСС.** *Богданов П.П., Дружинин А.В., Примакина Т.В., Феоктистов А.Ю. Труды Института прикладной астрономии РАН № 52.* СПб.: ИПА РАН, 2020, с. 9-12. Рус.

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС предназначена как для навигационного, так и временного обеспечения различных потребителей. Однако в настоящее время характеристики системы ГЛОНАСС по точности передачи потребителям шкалы времени системы ГЛОНАСС и координированной шкалы времени России UTC(SU) не в полном объеме соответствуют требованиям, которые предъявляются современными потребителями. Цель работы — определение возможных причин недостаточной точности передачи времени в ГЛОНАСС и основных направлений их устранения. Проведенный анализ принципов передачи времени в ГЛОНАСС и результатов мониторинга временных характеристик ГЛОНАСС по измерениям на Государственном эталоне времени и частоты, который формирует UTC(SU), и данным отделения времени Международного бюро весов и мер BIPM, позволил выявить следующие основные проблемы передачи времени в ГЛОНАСС: ухудшение точности формирования шкалы времени системы ГЛОНАСС

при нарушениях функционирования центрального синхронизатора; наличие систематической погрешности передачи шкалы времени системы ГЛОНАСС и UTC(SU) потребителям. Проведен анализ результатов мониторинга расхождения шкалы времени системы ГЛОНАСС относительно UTC(SU) и передачи шкалы времени системы и UTC(SU) потребителям на основе измерений на Государственном эталоне времени и частоты, формирующем UTC(SU). Полученные данные позволили выявить проблемы передачи времени в ГЛОНАСС, требующие оперативного решения, и определить мероприятия, реализация которых позволит повысить точность передачи шкалы времени системы ГЛОНАСС и UTC(SU) потребителям.

**21.03-01.164** **Определение местоположения передающей антенны на Земле по наблюдениям ее сигналов, отраженных от Луны.** *Бондаренко Ю.С., Маршалов Д.А., Маклаков А.В., Сан Ц.* Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 13-16. Рус.

Сигналы наземных средств связи, излучаемые в сторону Луны, частично отражаются от ее поверхности и могут быть зарегистрированы радиотелескопами РСДБ-комплекса «Квазар-КВО». В некоторых случаях при обнаружении таких эхосигналов может возникнуть вопрос об их принадлежности и характеристиках, и эта задача имеет самостоятельное прикладное значение. В данной работе, на примере реальных наблюдений отраженных от Луны радиосигналов, решается задача определения местоположения заранее неизвестной передающей антенны, расположенной на Земле.

**21.03-01.165** **Астрономический автономный метод слежения за космическими аппаратами.** *Данилова Т.В., Архипова М.А., Маслова М.А.* Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 17-22. Рус.

Описан астрономический метод автономной навигации и слежения за орбитальными объектами космического контроля. Цель исследования — разработка метода формирования высокоточных навигационных данных объектов наблюдения, к которым относятся космические аппараты различных классов, а также фрагменты космического мусора. Метод также должен быть дополнен алгоритмами, обеспечивающими оперативное выявление фактов изменения орбиты наблюдаемого объекта. Предложен метод слежения, основанный на визирувании в оптико-электронном приборе (звездном датчике) объекта наблюдения и уточнении параметров его орбиты по результатам измерений углов «объект наблюдения—звезда». Выявление маневров визируемого объекта осуществляется на основе анализа динамики сумм поправок к орбите и сумм абсолютных значений невязок измерений, формируемых в процессе решения навигационной задачи. Представлены два варианта алгоритма выявления фактов импульса. Проанализированы факторы, влияющие на точность метода. Проведено его имитационное моделирование и испытания для космических аппаратов с орбитами, которые менялись в широком диапазоне, в том числе для искусственных спутников Луны. Результаты моделирования демонстрируют высокие точностные характеристики метода слежения. При средних значениях погрешностей положения визирующего космического аппарата  $R' \in [1.5\text{м}, 15.0\text{м}]$ , при случайных приборных погрешностях измерений координат звезд в оптико-электронном приборе  $\sigma = 0.3''$  апостериорные оценки орбиты объекта наблюдения таковы: средние отклонения по векторам положения и скорости  $dR < 7.5\text{м}$ ,  $dV < 8\text{м/с}$ , максимальные —  $dR_{\text{max}} < 11\text{м}$ ,  $dV_{\text{max}} < 11\text{м/с}$ , по крайней мере для представленных в статье классов орбит. Данный метод обеспечивает выявление маневров наблюдаемого объекта, в том числе и при слабых импульсах, от 1 м/с до 3 м/с. Результаты разработок могут быть применены в бортовых комплексах управления космическими аппаратами, в том числе в автономных системах контроля космического пространства.

**21.03-01.166** **Проект справочного документа «Цифровая Земля в КВНО».** *Денисенко О.В., Сильвестров И.С., Фатеев В.Ф., Давлатов Р.А., Вобров Д.С., Мурзабеков М.М., Рыбаков Е.А., Лопатин В.П.* Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 23-26. Рус.

В настоящее время для обеспечения определения местоположения потребителя, находящегося в условиях полного отсутствия сигналов ГНСС (под водой, под землей) или нарушения непрерывности навигационного сигнала (тоннели, каньоны, разрывы), а также при работе в закрытых помещениях, разрабатывается ассистирующая технология навигации по геофизическим полям. Для обеспечения этой системы необходима информация о параметрах гравитационного и магнитного полей Земли, что требует разработки специального справочного документа (СД). Таким образом, целью данной работы является формирование проекта такого СД, которое получило название «Цифровая Земля в КВНО». В статье представлены результаты создания проекта СД, содержащего расширенный объем информации. Дополнительно к существующим СД представляемый документ включает следующие разделы: цифровая модель геоида, характеристики гравитационного градиента, параметры магнитного поля Земли, методы расчета релятивистских поправок при навигации в околоземном пространстве — времени, краткое описание основных технических средств в обеспечении геодезии и навигации по геофизическим полям Земли, методы и средства метрологического обеспечения в навигации и геодезии, прогноз развития методов и средств навигации по геофизическим полям Земли, а также предложения по расширению состава Российских сегментов сервисов IAG (International Association of Geodesy) и GGOS (Global Geodetic Observing System). Указанные новые разделы необходимы для решения задач геодезии и навигации в околоземном пространстве, в том числе по гравитационному и магнитному полям Земли. На данный момент СД «Цифровая Земля в КВНО» получил одобрение нескольких организаций.

**21.03-01.167** **Оценивание межчастотных задержек навигационных космических аппаратов.** *Карауш Е.А., Печерица Д.С.* Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 27-30. Рус.

Необходимым условием для решения навигационных задач по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou) является учет всех источников погрешностей измерений, в число которых входят задержки сигналов в радиочастотном тракте навигационных космических аппаратов. Особенно важно компенсировать эти погрешности для обеспечения высокоточных координатно-временных определений при использовании навигационных сигналов нескольких систем. Цель работы — разработка способа определения межчастотных задержек сигналов навигационных космических аппаратов ГНСС. В качестве исходных данных предложено использовать псевдодальномерные измерения в поддиапазонах L1 и L2. Авторами рассмотрены сложности задачи определения межчастотных задержек, представлены результаты экспериментальных исследований и предложен новый способ оценивания таких задержек. Основная сложность в оценке таких задержек сигналов ГНСС — исключение погрешности измерений, вызванной задержкой сигналов в ионосферном слое Земли. Поэтому предлагаемый метод оценки межчастотных задержек включает в себя ряд условий: использование точной эфимеридно-временной информации, псевдодальномерных измерений в диапазонах L1 и L2, обработка измерений при малых значениях общего электронного содержания (ТЕС). Ключевая идея разработанного способа оценки межчастотных задержек сигналов состоит в использовании наблюдений только тех навигационных аппаратов ГНСС, взаимное положение которых отличается не более чем на  $1^\circ$ . Для оценивания задержек сигналов спутников всей орбитальной группировки отечественной системы ГЛОНАСС был выбран опорный аппарат с большим числом наблюдений, подходящих под перечисленные условия. Также в обработке участвовали наблюдения, полученные по различным парам спутников, но имеющие в составе один и тот же аппарат (например, пара спутников №11 (ГЛОНАСС) и №7 (GPS) и пара №11 (ГЛОНАСС) и №21 (ГЛОНАСС)). Таким образом проверялись результаты оценки задержек сигналов по разным парам навигационных аппаратов. Полученные результаты обработки псевдодальномерных измерений с помощью предложенного алгоритма показали принципиальную возможность получения межчастотных задержек навигационных космических аппаратов орбитальной группировки ГЛОНАСС.

**21.03-01.168** Метод снижения «шумового пола» цифровых анализаторов фазовых флуктуаций. *Карелин В.А., Смелычагов А.С. Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 31-35. Рус.*

Цель работы — дальнейшее развитие предложенного ранее метода цифровой обработки сигналов прецизионных стандартов частоты и времени для измерения фазовых шумов. Решение ряда задач создания высокоточных задающих квантовых генераторов невозможно без использования автоматизированных информационно-измерительных систем прецизионного измерения спектральной плотности мощности фазовых флуктуаций сигналов, так как фазовый шум является, по мнению авторов, важнейшим критерием стабильности частоты генераторов и синтезаторов. При построении таких систем современное состояние микросэлектроники позволяет реализовывать оптимальные методы измерений фазового сдвига радиосигналов (в частности ортогональные) в цифровом виде. Особенностью рассматриваемого алгоритма является использование синтезатора частоты квантовых импульсов, синхронизируемого эталонным сигналом. Предлагаемый метод оценки метрологических параметров фазы и частоты особенно удобен при анализе спектра флуктуаций фазы вблизи несущей частоты сигнала, где требуется высокая разрешающая способность. Кроме того, метод основан на двухканальном алгоритме оценки фазы, который, в отличие от известных алгоритмов, позволяет существенно ослабить паразитное влияние фазовой погрешности опорного сигнала. Относительно невысокая вычислительная сложность метода достигается специальным выбором частоты квантового сигнала. В работе обоснована основная идея предлагаемого метода и дается детальное математическое описание измерительного процесса. Показано, что высокая чувствительность метода достигается за счет стробоскопического эффекта при временном квантовании исследуемого сигнала. Реализация синтезированного алгоритма показана на примере цифровой структуры высокоточной оценки разности фаз на основе ортогонального метода. Рассмотренный алгоритм положен в основу разработки прецизионного цифрового прибора для оценки характеристик стабильности фазы и частоты.

**21.03-01.169** Анализ и нормализация бортовых часов GPS и ГЛОНАСС-спутников. *Мовсесян П.В., Петров С.Д., Трофимов Д.А., Чекунов И.В. Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 36-39. Рус.*

В настоящее время определение высокоточных координат пунктов из ГНСС-наблюдений осуществляется дифференциальным методом или с помощью абсолютного решения (метод PPP, Precise Point Positioning). При обработке методом PPP возрастает важность навигационных данных, орбит навигационных космических аппаратов и данных об их часах. Орбиты спутников хорошо аппроксимируются гладкими функциями. В отличие от эфемерид, часы спутников гладкими функциями не аппроксимируются, также обработка данных выполняется по-существу, что в итоге приводит к наличию практически во всех центрах обработки скачков поправок часов в полночь Всемирного времени, а зачастую и внутри суток. На основе анализа рядов поправок часов сделан вывод о том, что имеющиеся скачки на границе суток и многие внутрисуточные скачки не отражают реальный ход бортовых часов, а являются следствием некорректной обработки. К подобным выводам приходят и другие исследователи. Для улучшения поправок часов спутников на данный момент предложены различные методики улучшения, однако во всех случаях предлагается устранять скачки в ручном режиме, что является препятствием для их практического использования при обработке больших массивов наблюдений. Предложен алгоритм устранения данных ошибок в автоматическом режиме. Кроме определения глобального квадратичного тренда и использования фильтра Калмана, что в том или ином виде предполагают все предложенные методики улучшения часов, авторами сделано предположение о наличии неучтенных локальных линейных трендов. Сделана предварительная реализация данного алгоритма с применением библиотеки RTKLib и проведена обработка ряда поправок часов. Применение данного алгоритма приводит к устранению скачков часов на ин-

тервалах сколь угодно большой длительности.

**21.03-01.170** Оценка влияния частоты внешнего генератора на смещение относительных измерений по фазе несущей сигналов НКА ГЛОНАСС. *Пудловский В.Б., Печерица Д.С., Карацун А.А. Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 40-45. Рус.*

Адекватная интерпретация псевдофазовых измерений, полученных навигационной аппаратурой потребителей (НАП) или приёмником сигналов ГНСС разных фирм-производителей, является одним из необходимых условий успешной реализации различных режимов высокоточных относительных и/или абсолютных определений. Известно, что измерения по фазе несущей сигналов системы ГЛОНАСС в приемниках разных производителей могут иметь зависимость от номера литерной частоты. Однако вопрос о совпадении оценок текущего значения частоты опорного генератора (ОГ), полученных в НАП по сигналам ГНСС с кодовым (GPS) или по сигналам с частотным разделением (ГЛОНАСС), изучен недостаточно. Исходя из вышесказанного, цель работы следующая: исследовать, насколько одинаково изменяются в НАП приращенные псевдофазы для сигналов НКА с частотным и кодовым разделением при изменении частоты ОГ приемника или внешнего ОГ. Для достижения этой цели предложен метод оценки влияния опорной частоты навигационного приёмника на измерения псевдофаз несущей частоты сигналов ГНСС. Метод основан на обработке первых разностей измерений псевдофаз отдельно по сигналам каждого НКА. Оценка относительного смещения измерений псевдофаз отдельно по каждому из реальных сигналов НКА любой ГНСС может быть получена как первая разность измерений псевдофаз между двумя приёмниками, подключёнными к общей антенне и к разным внешним высокостабильным ОГ. Измеряя разность внешних опорных частот этих приемников по сигналам ГНСС, можно оценить, насколько одинаково изменяются в НАП приращения псевдофаз для сигналов с частотным и кодовым разделением при относительном изменении частоты внешнего ОГ. Для обработки первых разностей фазовых измерений по каждому НКА использованы результаты эксперимента с имитацией расхождения опорной частоты для одного из приемников сигналов ГНСС с помощью генератора отстроек частоты HROG-5. По результатам эксперимента установлено следующее: приращенные псевдофазы для сигналов НКА с частотным и кодовым разделением при изменении частоты ОГ НАП изменяются одинаково; влияния номера литерной частоты НКА ГЛОНАСС на оценку разности частот внешних ОГ по измерениям псевдофаз не выявлено; полученные результаты справедливы для использованного при эксперименте типа НАП и требуют дополнительной проверки для приёмников других производителей.

**21.03-01.171** Принципы космической навигации по пульсарам. *Родин А.Е., Орешко В.В., Потапов В.А. Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 46-50. Рус.*

Имеющиеся методы, основанные на измерении дальности по задержке распространения сигнала от КА до наземного пункта и измерении угловых координат КА методом радиоинтерферометрии, имеют существенный недостаток, связанный с ухудшением точности радиальной координаты из-за ослабления ответного сигнала как  $1/r^4$ , где  $r$  — расстояние от КА до земной антенны, и точности трансверсальных координат как  $1/r$ . Природой созданы источники высокостабильного периодического излучения — пульсары, использование излучения которых не имеет вышеописанных недостатков. В настоящее время точность регистрации пульсарных импульсов на крупнейших радиотелескопах производится с субмикросекундной точностью. Очевидно, что такая точность вряд ли может быть реализована с антенной, установленной на КА. Тем не менее даже микросекундная погрешность измерений является вполне достаточной для далеких межпланетных перелетов, так как позволяет попасть в наперед заданную точку планеты или её спутника. Цель и задача данной работы — определить требования к бортовым средствам КА для наблюдения пульсаров в радиодиапазоне, определить перечень пульсаров, пригодных для выполнения бортовых навигационных измерений, а также изложить математический метод вычисления координат КА по



фазовым дальностям и псевдодальностям относительно барицентра Солнечной системы. В статье рассмотрено несколько возможных типов антенн: многоэлементная фазированная антенная решетка, сферическое зеркало и раскрывающееся параболическое зеркало с одиночным двухполяризованным облучателем. Методом макетных и натурных испытаний показаны преимущества последнего варианта. На основе наблюдательных характеристик пульсаров в радиодиапазоне составлен список реперных пульсаров и приведены их параметры. Изложен алгоритм определения положения КА и поправок к бортовой шкале в барцентрической системе отсчета. Методом численного моделирования для эллиптической гомановской перелетной орбиты к Марсу показано, что точность определения координат КА составляет 3 км. Погрешность определения поправки к бортовой шкале времени имеет величину порядка нескольких микросекунд. Выводы: навигация КА по пульсарам имеет преимущество в дальнем космосе, в околоземном или окололунном пространстве целесообразно использовать другие радиотехнические методы, имеющие заведомо более высокую координатную точность.

**21.03-01.172 Расширенная схема прогнозирования частотно-временных поправок с использованием неравноточных данных.** Сальцберг А.В., Шупен К.Г. *Труды Института прикладной астрономии РАН № 52.* СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 51-56. Рус.

Основная задача частотно-временного обеспечения ГНСС — прогнозирование расхождения шкал времени и расчет частотно-временных поправок к бортовой шкале времени космического аппарата. В работе рассмотрена расширенная схема прогнозирования (РСП), позволяющая повысить точность среднесрочного прогноза частотно-временных поправок (ЧВП), под которым в контексте данной работы понимаются интервалы прогнозирования от 1 до 12 ч. Представлена последовательность сопоставления и анализа данных о ЧВП КА от различных источников, рассмотрена методика исключения различия в системных шкалах времени, в том числе через передаваемый сегмент ГНСС. Предложена РСП с использованием неравноточных данных из разных источников, определены ее ключевые элементы и ограничения. Представлены результаты использования такого подхода к улучшению среднесрочного прогноза ЧВП. РСП основана на использовании всей доступной информации о текущем значении расхождения бортовой шкалы времени КА от различных источников, осуществляющих обработку измерений ГНСС: данные ГНСС, информация систем функциональных дополнений, высокоточные системы реального времени. РСП может быть рассмотрена как эффективное средство решения проблемы недостатка данных.

**21.03-01.173 Влияние космической среды на ход бортовых часов.** Сальцберг А.В., Тимоченкова Е.В., Шупен К.Г. *Труды Института прикладной астрономии РАН № 52.* СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 57-62. Рус.

Космические часы играют важную роль в успешном выполнении целевых задач различных космических программ. При этом особую значимость приобретает задача оценки критических эффектов влияния космической среды на поведение часов на борту КА. Основные эффекты успешно моделируются и учитываются на этапе разработки прецизионных часов. Однако ввиду постоянного улучшения точностных характеристик квантовых генераторов частоты, используемых в составе бортовых часов ГНСС, возникает необходимость идентификации и корректного учета невоспроизводимых при наземной экспериментальной отработке эффектов, являющихся следствием воздействия космической среды на КА. Цель работы — обзор отдельных факторов космической среды, в отношении которых влияние на космические часы установлено, находится на стадии рассмотрения либо есть предположения о наличии зависимостей. В контексте данной работы речь идет именно о влиянии данных факторов на ход космических часов, а не об эффектах, возникающих в радиотехническом (или оптическом) тракте распространения сигнала. Эффекты трассы распространения компенсируются использованием комбинации измерений на нескольких частотах (ионосфера) или построением высокоточных априорных моделей и другими методами. Эффекты первых порядков успешно моделируются и учитываются

при разработке прецизионных часов. Однако ввиду постоянного улучшения точностных характеристик квантовых генераторов частоты, используемых в составе бортовых часов ГНСС, появляется необходимость идентификации и корректного учета невоспроизводимых при наземной экспериментальной отработке эффектов малых порядков, возникающих вследствие воздействия космической среды на КА, которые могут быть пропущены при построении моделей. Поскольку существует множество разнообразных факторов, связанных с космической средой, также как и систем, участвующих в выполнении целевой задачи КА, то проследить все возможные корреляции между ними не представляется возможным. В данной работе рассмотрено влияние ряда факторов солнечной и геомагнитной активности на работу бортовых часов. Выполнен обзор актуальных исследований влияния космической среды на бортовые часы, построенные на различных физических принципах. На основе данных измерений проведен анализ взаимосвязей между параметрами солнечной и геомагнитной активности и поведением шкал времени бортовых часов КА систем ГЛОНАСС и GPS.

**21.03-01.174 Эталонный измерительный комплекс длины в диапазоне до 60 м из состава Государственного первичного специального эталона единицы длины.** Соколов Д.А., Олейник-Дзядик О.М., Сильвестров И.С. *Труды Института прикладной астрономии РАН № 52.* СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 63-67. Рус.

Входящий в состав ГЭТ 199—2018 эталонный измерительный комплекс длины (ЭИК) в диапазоне до 60 м является исходным средством измерительной техники в структуре эталона и предназначен для воспроизведения, хранения и передачи размера единицы длины высокоточным средствам измерительной техники, а также обеспечивает прослеживаемость к эталону времени и частоты. С целью подтверждения высоких точностных характеристик рассматриваемого комплекса проведен анализ состояния подобных зарубежных комплексов и средств измерительной техники на основе данных сайта Международного бюро мер и весов (МБМВ), проведены совместные исследования метрологических характеристик ГЭТ 199—2018 и ГЭТ 192—2017 и представлены результаты испытаний абсолютных дальномеров (электронных тахеометров), демонстрирующие широкий круг применения ЭИК. В соответствии с требованиями к эталонам ЭИК должен воспроизводить, хранить и передавать единицу длины. Для достижения поставленных целей используется одна из возможных рекомендаций МБМВ по воспроизведению единицы длины метр в соответствии с новым определением метра: косвенным методом измерения времени пролета импульса света до цели (отражателя) и обратно. Для достижения высокой точности измерения длины применяется лазер с малой длительностью импульса — фемтосекундный. Масштабным коэффициентом в данном способе воспроизведения единицы длины является периодичность повторения фемтосекундных импульсов. Функция хранения реализуется за счет системы фазовой стабилизации с опорой на ГЭТ-1 частоты повторения импульсов лазера и постоянный ее контроль в процессе измерения длины. Передача единицы длины осуществляется с помощью 64-метрового компаратора, помещенного в специальное изолированное помещение. ЭИК имеет высокие точностные характеристики, соответствующие мировому уровню, что подтверждают данные подобных зарубежных комплексов, представленные на сайте МБМВ, а также совместные исследования с эталоном ГЭТ 192. Он имеет возможность передавать размер единицы длины как высокоточным средствам измерения, так и электронным тахеометрам.

**21.03-01.175 Определение полного электронного содержания ионосферы над станцией «Восток» по ГНСС-наблюдениям.** Трофимов Д.А., Петров С.Д., Серов Ю.А., Чежунов И.В., Смирнов С.С., Гришина А.С., Желтова К.В., Трошичев О.А. *Труды Института прикладной астрономии РАН № 52.* СПб.: ИПА РАН. 2020, с. 68-71. Рус.

Распространение радиоизлучения сквозь земную ионосферу в настоящее время представляет серьезную проблему с точки зрения обработки радиотехнических измерений в космической геодезии. С другой стороны, наличие двух независимых частотных каналов у современных навигационных прием-

ников геодезического класса позволяет достаточно точно оценивать параметры ионосферы, определяющие распространение через нее радиоволн. Соответственно, долговременные геодезические ГНСС-измерения дают данные о состоянии полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы. Поэтому авторам представлялось интересным отработать методику определения ПЭС. Наблюдения выполнялись на антарктической станции «Восток», расположенной вблизи южного геомагнитного полюса Земли. Для производства наблюдений был оборудован наблюдательный пункт, состоящий из столба, замороженного в фирн, на верхнем торце которого размещается площадка с винтовой маркой для закрепления приемника, прикрытая радиопрозрачным куполом. На пункте был установлен приемник JAVAD Triumph-1. Проводились наблюдения как GPS, так и ГЛОНАСС, на двух частотах с временным разрешением 30 сек. Наблюдения проводились в два интервала: с 7 февраля 2016 г. по 31 января 2017 г. и с 4 февраля 2018 г. по 10 февраля 2019 г. ПЭС определялось только на основе кодовых измерений как для GPS, так и для ГЛОНАСС. Полученные результаты сравнивались с ионосферными картами CODE. Полученные авторами данные по ПЭС хорошо согласуются с данными CODE. Обнаружено интересное явление, когда в ПЭС, вычисленному по GPS, в 2016 г. появились большие выбросы порядка 200–250 TECU, подобные выбросы отсутствуют в 2018 г. и в рядах ПЭС, полученных по ГЛОНАСС. Данное явление пока не получило надежного объяснения. При сравнении рядов ПЭС за 2016 и 2018 годы наблюдаются ожидаемые сезонные вариации. Ряды ПЭС, полученные по ГЛОНАСС и по GPS, хорошо согласуются между собой. Планируется возобновление наблюдений ориентировочно с февраля 2020 г.

**21.03-01.176 Излучение внешних компонентов протяженных радиоисточников.** *Амирганян В.Р. Астрофизический бюллетень.* 2021. 76, № 1, с. 1-5. Рус.

С использованием экспериментальных данных обзора FIRST построена диаграмма излучения внешних компонентов протяженных радиоисточников. Диаграмма отличается от сферической. Наибольшее отклонение от сферы наблюдается в области, обращенной к центральному компоненту, где имеется глубокий минимум. Возможно, минимум излучения в диаграмме направленности связан с областью, в которой регулярное магнитное поле джета трансформируется в запутанное магнитное поле внешнего компонента. Неясно, какую роль при этом играет экранирование элементами структуры протяженного радиоисточника.

**21.03-01.177 Ультраяркие рентгеновские источники.** *Фабрика С.Н., Атапин К.Е., Винокуров А.С., Шолухова О.Н. Астрофизический бюллетень.* 2021. 76, № 1, с. 6-42. Рус.

Ультраяркие рентгеновские источники были выделены в отдельный класс объектов в 2000 г. на основе данных космического телескопа Chandra. Это уникальные объекты; их рентгеновские светимости превышают эддингтоновский предел для типичной черной дыры звездной массы. Длительное время природа ULX оставалась неясной. Однако постепенное накопление данных, новые результаты рентгеновской и оптической спектроскопии, исследование структуры и энергетики окружающих ULX туманностей привели к пониманию того, что большая часть ультраярких рентгеновских источников должна представлять собой сверхкритические аккреционные диски наподобие SS 433. Обнаружение нейтронных звезд в ряде объектов лишь усилило уверенность научного сообщества в полученных выводах, поскольку присутствие нейтронных звезд в таких системах явно указывает на сверхкритический режим аккреции. В этом обзоре мы систематизируем основные факты о наблюдательных проявлениях ULX и SS 433 в рентгеновском и оптическом диапазонах и обсуждаем их объяснение с позиции теории сверхкритической аккреции.

**21.03-01.178 Магнитные поля CP-звезд в ассоциации Орион OB1. IV. Звезды подгруппы (b).** *Романюк И.И., Семенко Е.А., Моисеева А.В., Якунин И.А., Кудрявцев Д.О. Астрофизический бюллетень.* 2021. 76, № 1, с. 43-66. Рус.

Представлены результаты измерений магнитных полей хими-

чески пекулярных звезд подгруппы (b) ассоциации Орион OB1. Мы нашли, что доля звезд с магнитными полями среди пятнадцати CP-звезд подгруппы (b) почти в два раза больше, чем в подгруппе (a). При этом возраст подгруппы (b) оценивается в 2 млн. лет, а возраст подгруппы (a) — порядка 10 млн. лет. Средняя величина среднеквадратического магнитного поля  $\langle B_e \rangle$  в подгруппе (b) в 2.3 раза выше аналогичной величины для звезд подгруппы (a). Полученные выводы в целом укладываются в рамках реликтовой теории образования крупномасштабных магнитных полей В- и А-звезд, однако темп ослабления поля с возрастом оказался аномально большим. Мы предлагаем наши результаты в качестве важного наблюдательного теста для калибровки теории формирования и эволюции звездных магнитных полей.

**21.03-01.179 О движении кратных звезд в Плеядах по данным GAIA DR2.** *Данилов В.М. Астрофизический бюллетень.* 2021. 76, № 1, с. 67-85. Рус.

Выполнены оценки ряда параметров малых групп звезд рассеянного звездного скопления Плеяды. Использовались данные о координатах и собственных движениях звезд каталога Gaia DR2 в области радиусом  $d=2.5^\circ$  относительно центра скопления на небесной сфере. Выделены 36 широких пар звезд со звездными величинами  $m_G < 15^m$  и скоростями звезд в этих парах относительно их геометрических центров близкими к круговой скорости относительно их центров масс. Среднее отношение масс компонентов в таких парах составляет  $q \approx 0.67 \pm 0.04$ , медианное  $q \approx 0.78$ . С увеличением  $q$  число таких пар возрастает с максимумом вблизи  $q \approx 0.8-0.9$ . Взаимные расстояния  $r_{1,2}$  между звездами в парах растут с их расстоянием  $r$  от центра скопления, максимальное число таких пар находится в интервале  $r=3-4$  пк (медианное  $r \approx 3.64$ ). Отмечено отсутствие динамически активных двойных звезд в скоплении. Записаны формулы для потенциальной энергии двойной звезды с учетом силовых полей скопления и Галактики. Лишь одна из выделенных широких пар двойных звезд имеет отрицательную полную энергию. По диаграмме «показатель цвета ( $BP-RP$ )  $m_G$ » для  $m_G < 15^m$  в Плеядах выделены 62–70 неразрешенных кратных звезд. Пространственно-кинематические параметры рассмотренных групп широких двойных и неразрешенных кратных звезд в пределах погрешностей совпадают, что указывает на общность происхождения этих групп в данном скоплении при  $m_G < 15^m$ . Для неразрешенных кратных звезд произвольной кратности получены формулы для оценки масс компонентов по светимости звезды, рассматриваемой как одиночная звезда на главной последовательности (ГП). Применение этих формул для неразрешенных кратных звезд в Плеядах приводит к увеличению масс таких «одиночных звезд» на ГП в двойных, тройных, четверных звездах в среднем в 1.61, 2.19, 2.74 раза соответственно. Форма зависимости дисперсий скоростей  $\sigma_v^2$  звезд от  $r$  в малых группах определяется совместным действием гравитационной неустойчивости и бурной релаксации в скоплении. Определены размеры таких групп (несколько пк) и времена распада (несколько млн лет). Степень коррелированности величин  $\sigma_v^2$  в малых группах звезд возрастает вблизи центра скопления и в интервале  $2 < r < 5.7$  пк.

**21.03-01.180 Точные массы, возраста и орбитальные параметры двойных систем HIP 11352, HIP 70973 и HIP 72479.** *Аль-Тавалбей Я.М., Хуссейн А.М., Таани А.А., Абушаттал А.А., Юсуф Н.А., Мардини М.К., Сулейман Ф.А., Аль-Найми Х.М., Хасавней А.М., Аль-Вардат М.А. Астрофизический бюллетень.* 2021. 76, № 1, с. 86-99. Рус.

Уточнены орбитальные элементы и вычислили с высокой точностью полные массы для трех визуальных тесных двойных систем: HIP 11352, HIP 70973 и HIP 72479. Вычисления выполнены на основе оценки последних измерений тригонометрических параллаксов Gaia DR2 и Hipparcos. Морфология и кинематика орбит были сопоставлены с наблюдательными данными из Четвертого каталога интерферометрических измерений двойных звезд и сравнены с орбитами, ранее опубликованными в Шестом каталоге орбит визуально-двойных звезд. Вычисление орбитальных элементов позволяет определить суммы масс для трех систем:  $1.81 \pm 0.17 M_\odot$ ,  $1.83 \pm 0.07 M_\odot$  и  $1.61 \pm 0.26 M_\odot$  для HIP 11352, HIP 70973 и HIP 72479 соответственно. Такие оценки

указывают на то, что оба компонента этих систем принадлежат звездам Главной последовательности. Этот факт позволяет получить важную информацию об эволюции данных систем.

**21.03-01.181** Определение орбит визуально-двойных звезд, открытых П. Куто. *Байдин А.Э., Кречет В.Г. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 1, с. 100-107. Рус.

Впервые определены орбиты 20 визуально-двойных звезд, открытых П. Куто. У четырех из них (COU 384, COU 1067, COU 1681 и COU 2388) наблюдениями покрыты дуги порядка или более  $180^\circ$ , COU 384 и COU 2388 с момента открытия по настоящее время уже совершили полный оборот. Для COU 338, COU 567, COU 1003, COU 1607 и COU 2086 имеется много наблюдений на малых дугах и одно или два наблюдения в более удаленных положениях, когда разделения были очень малы. Орбиты остальных звезд (COU 80, COU 532, COU 543, COU 613, COU 696, COU 936, COU 1129, COU 1667, COU 1904, COU 2244, COU 2542) определены по наблюдениям, распределенным на малых дугах ( $10-60^\circ$ ).

**21.03-01.182** Замечания о различии свойств Am- и Ar-звезд. *Глаголевский Ю.В. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 1, с. 108-119. Рус.

Проведен сравнительный анализ свойств Ar- и Am-звезд. Показано, что основные различия в формировании и эволюции этих объектов обусловлены влиянием магнитного поля у Ar-звезд.

**21.03-01.183** Стокс-поляриметр для 1-метрового телескопа. *Афанасьев В.Л., Шабловинская Е.С., Уклеин Р.И., Малыгин Е.А. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 1, с. 120-126. Рус.

Описывается фотометр-поляриметр «СтоП» (Стокс-поляриметр), который применяется для наблюдений на 1-м телескопе САО РАН с начала 2020 года. В работе представлено описание прибора и его параметры при наблюдениях в фотометрическом и поляриметрическом режимах. Возможности прибора демонстрируются на примере поляриметрии базара S5 0716+714 и сравниваются с результатами, ранее полученными на БТА.

**21.03-01.184** Спектральные свойства неоднородностей микроволнового фона на многочастотных картах Planck вблизи источников RCR-каталога. *Майорова Е.К., Желенкова О.П. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 2, с. 127-159. Рус.

Исследованы спектральные свойства неоднородностей микроволнового фона на многочастотных картах Planck, удаленных от источников каталога RCR на величину полуширины диаграммы направленности высокочастотного комплекса Planck ( $\pm 2.5'$ ), а также спектральные особенности источников в зависимости от присутствия вблизи них положительных пятен. Обследовано порядка 830 объектов каталога на предмет обнаружения вблизи них пятен с положительными амплитудами. Выявлены особенности, которые свидетельствуют о связи положительных пиков на картах Planck с ближайшими радиоисточниками. Во-первых, это превышение числа RCR-источников с плоским и нормальными спектрами, вблизи которых есть пятна, над числом источников с крутыми спектрами. Во-вторых, количество пятен с положительной амплитудой на картах Planck, совпадающих в пределах  $\pm 2.5'$  с координатами свободных от источников областей на картах NVSS, FIRST и имеющих те же размеры, в среднем почти в полтора раза меньше, чем количество пятен, совпадающих с RCR-объектами. Показано, что RCR-объекты, вблизи которых нет пятен, имеют более крутые спектры по сравнению со спектрами источников, вблизи которых пятна обнаружены. Вид распределений спектральных индексов пятен в диапазоне 30–217 ГГц оказался близок к распределению спектральных индексов RCR-объектов в диапазоне 100 МГц–8.5 ГГц, а их медианные значения практически совпали. Это может указывать на то, что положительные флуктуации на картах Planck, обнаруженные вблизи RCR-объектов, в диапазоне 30–217 ГГц имеют синхротронную природу и могут быть связаны с этими объектами. Они могут быть проявлением этих объектов или проявлениями их родительских галактик и их окружения в субмиллиметровом диапазоне. В диапазоне 353–857 ГГц часть обнаруженных

пятен можно классифицировать как пылевые. Спектры RCR-источников, вблизи которых обнаружены такие пятна, оказались круче спектров RCR-объектов, вблизи которых пятна выявлены только в частотных каналах 30–217 ГГц. Чем круче спектр RCR-объекта в диапазоне 100 МГц–8.5 ГГц, тем больше величина положительного спектрального индекса ближайшего пятна в диапазоне 353–857 ГГц. Пятна, двухчастотные спектральные индексы которых указывают на их пылевую природу, возможно, связаны с большим содержанием пыли в родительских галактиках RCR-объектов и процессами звездообразования в них. Не исключено также, что подъем спектров на высоких частотах может быть вызван наличием на частотных картах сигнала от холодной галактической пыли.

**21.03-01.185** Поиск кандидатов в скопления галактик на картах микроволнового фонового излучения космической миссии Planck с помощью сверточной нейронной сети по принципу фиксации эффекта Сюняева–Зельдовича. *Вергоданов О.В., Топчиева А.П., Ороновская А.Д., Базров С.А., Шорин Д.А. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 2, с. 160-169. Рус.

Предложен метод поиска радиоисточников с эффектом Сюняева–Зельдовича на многочастотных картах излучения по данным миссии Planck с помощью сверточной нейронной сети. Каталог для распознавания радиоисточников составлен с помощью схемы пикселизации GLESP на частотах 100, 143, 217, 353 и 545 ГГц. Оценивается качество предложенного подхода и влияние вариации отношения  $S/N$  на результат обучение сети. Показано, что представленный нейросетевой подход позволяет детектировать объекты с эффектом Сюняева–Зельдовича. Предложенный метод может использоваться для поиска наиболее вероятных кандидатов в скопления галактик на больших красных смещениях.

**21.03-01.186** Галактики ранних типов (E, S0) в Каталоге изолированных галактик КИГ. *Караченцева В.Е., Караченцев И.Д., Мельник О.В. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 2, с. 170-186. Рус.

Используя материал современных цифровых обзоров неба (PanSTARRS-1, SDSS) и привлекая данные обзоров неба в линии H I и в далеком ультрафиолете (GALEX), мы заново классифицировали 165 галактик ранних типов в Каталоге изолированных галактик. В результате число E- и S0-галактик сократилось до 91. Поиск спутников у КИГ-галактик ранних типов выявил у 45 галактик ранних типов 90 соседей с разностью лучевых скоростей  $|dV| < 500 \text{ км с}^{-1}$  и проекционным линейным расстоянием  $R_p < 750 \text{ кпк}$ . Мы не обнаружили заметных различий в интегральной светимости и цвете галактик, связанных с наличием или отсутствием близких соседей. Для 26 систем «галактика КИГ-спутник» мы получили характерное отношение орбитальной массы к светимости:  $M_{orb}/L_K = (74 \pm 26) M_{orb}/L_{orb}$ , что согласуется с оценками  $M_{orb}/L_K$  для изолированных галактик раннего типа в каталоге 2MIG ( $63 M_{orb}/L_{orb}$ ), а также со значениями  $M_{orb}/L_K$  для E-, S0-галактик в Местном объеме:  $38 \pm 22$  (NGC 3115),  $82 \pm 26$  (NGC 5128),  $65 \pm 20$  (NGC 4594). Высокое отношение массы гало к звездной массе у E-, S0-галактик по сравнению со средним ( $20 \pm 3$ )  $M_{orb}/L_{orb}$  для спиральных галактик без балджей указывает на существенное различие в динамической эволюции галактик ранних и поздних типов.

**21.03-01.187** Трехкомпонентная штеккелевская модель Галактики, основанная на кривой вращения по данным о мазерах. *Громов А.О., Никифоров И.И. Астрофизический бюллетень*. 2021. 76, № 2, с. 187-201. Рус.

Построена трехкомпонентная штеккелевская модель Галактики, включающая балдж, диск и гало. Оценки параметров потенциала получены в результате процедуры оптимизации модельной кривой вращения по отношению к азимутальным скоростям, найденным по данным о тригонометрических параллаксах и пространственных скоростях мазеров. Метод оптимизации учитывает измерительную и природную дисперсии азимутальных скоростей и использует алгоритм исключения объектов с избыточными невязками. С целью получения более однородных выборок объекты были разделены на две группы: мазеры в областях образования массивных звезд и мазеры остальных типов. Выявлена и учтена значительная кинематическая

неоднородность этих групп: дисперсия азимутальных скоростей у первой группы равна  $\sigma_{0,1}=4.3\pm 0.4 \text{ км с}^{-1}$ , у второй —  $\sigma_{0,1}=15.2\pm 1.3 \text{ км с}^{-1}$ . После построения модели потенциала в плоскости Галактики выполнено обобщение потенциала на все пространство в предположении существования третяго квадратичного интеграла движения. При детальном воспроизведении кривой вращения Галактики использованный алгоритм дает аналитическое выражение для штеккелевского потенциала, что существенно упрощает задачу построения модели фазовой плотности Галактики в штеккелевском приближении. Для дальнейшего повышения реалистичности штеккелевской модели необходима разработка способов непосредственного учета сведений о вертикальном распределении плотности в Галактике.

**21.03-01.188 Об активности звезд (в том числе с планетными системами) по наблюдениям миссий Кеплер и K2. Саванов И.С. Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 2, с. 202-209. Рус.**

Представлены результаты сравнительного анализа фотометрических наблюдений звезд с помощью миссии Кеплер и ее продолжения K2. Оценка сопоставимости данных была проведена косвенным методом на базе вычисленных нами значений параметра запятности звездной поверхности  $S$ , которые определялись по амплитудам переменности блеска объектов  $R_{var}$  по наблюдениям основной миссии и K2. Главный вывод нашей работы состоит в том, что рассмотренные данные образуют единый массив, который может быть использован в дальнейших исследованиях. Сделаны заключения об изменениях активности у звезд различных температур и о том, как активность связана с вращением. Вывод, что рассматриваемые данные образуют единый массив, позволил во второй части работы провести обобщенный анализ двух независимых выборок звезд с планетными системами. Используя оценку радиусов звезд (данные архива телескопа Кеплер), мы получили величины  $A$  площади пятен на поверхности звезд в миллионных долях видимой полусферы Солнца. Найдено хорошее согласие характеристик пятен на поверхности звезд с экзопланетами по данным наблюдений основной миссии Кеплер и ее продолжения K2. Из нашего списка, в котором более 700 объектов с планетными системами для дальнейшего рассмотрения были отобраны 76 звезд с эффективными температурами  $T_{eff}$ , отличающимися от солнечной на 100 К. Для них были сделаны заключения об уменьшении активности объектов с периодами вращения более 10—12 суток. Из рассмотрения соотношения запятности объектов  $A$  и их возраста  $t$  (установленного по гирохронологическому соотношению) получен вывод о том, что звезды с возрастом менее 1 млрд лет являются самыми активными. Для одного сета наблюдений (Q3) миссии Кеплер выполнен предварительный анализ фотометрических наблюдений 9 объектов, обладающих наибольшими значениями параметра запятности  $A$  (более 10000 в миллионных долях видимой полусферы Солнца). Отмечены переменность их кривых блеска на временах, сопоставимых с периодами вращения, и ее заметная амплитуда, указывающая на повышенную площадь пятен на поверхности.

**21.03-01.189 Магнитные поля CP-звезд в ассоциации Orion OB1. V. Звезды подгрупп (c) и (d). Романюк И.И., Семенко Е.А., Моисеева А.В., Якунин И.А., Кудрявцев Д.О. Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 2, с. 210-235. Рус.**

Приведены результаты измерений магнитного поля 27 химически пекулярных звезд в подгруппах (c) и (d) ассоциации Orion OB1. Всего получено и измерено более 140 пар спектров циркулярно-поляризованного излучения, полученных в период с 2013 по 2020 гг. Анализ результатов показал, что в подгруппе (c) 13 из 24 CP-звезд обладают магнитным полем. Одновременно, поля значимой величины не удалось обнаружить ни у одной из трех CP-звезд подгруппы (d). Мы нашли, что доля магнитных звезд в подгруппе (c), средний возраст которой оценивается примерно в 5 млн. лет, лежит посередине между долей магнитных звезд в подгруппе (a) возрастом 10 млн. лет и (b), возраст которой около 2 млн. лет. Наши результаты свидетельствуют о резком падении доли магнитных CP-звезд и одновременном снижении величины их магнитного поля с возрастом.

Полученные на примере ассоциации Orion OB1 данные в целом свидетельствуют в пользу теории реликтового происхождения магнитного поля химически пекулярных звезд, однако сам процесс формирования поля может иметь ряд особенностей, имеющих наблюдательные проявления.

**21.03-01.190 Сверхбыстрая переменность профилей в спектрах ОВА-звезд. IV:  $\zeta$  Ori A. Холтыгин А.Ф., Моисеева А.В., Курдюжкова М.С., Якунин И.А., Костенков А.Е., Каратаева Г.М. Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 2, с. 236-247. Рус.**

Продолжением исследований сверхбыстрой переменности профилей линий в спектрах звезд ранних спектральных классов. Исследована переменность профилей линий в спектре двойной (O9.7Ib+V0III) звезды  $\zeta$  Ori A с использованием спектрографа ОЗСП 6-м телескопа БТА по наблюдениям, выполненным 19 февраля 2019 г. Обнаружены короткопериодические регулярные вариации бальмеровских линий водорода и линий He I с периодами от 89 до 295 минут. Возможно также присутствие короткопериодических вариаций в интервале периодов 10—20 минут. Анализ вариаций блеска звезды по наблюдениям на спутнике TESS показал присутствие семи регулярных компонентов, один из которых вероятно является второй гармоникой периода вращения основного компонента Aa-звезды  $\zeta$  Ori A. Определено магнитное поле звезды для всей серии наблюдений. Измеренное методом регрессии среднеквадратичное значение продольного компонента магнитного поля за все время наблюдений составляет 49 Гс.

**21.03-01.191 Техника спектроскопии звезд на телескопах малых и умеренных диаметров. Панчук В.Е., Ключкова В.Г., Емельянов Э.В. Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 2, с. 248-272. Рус.**

Изложена история технических решений, направленных на повышение эффективности спектроскопии на телескопах малых и умеренных диаметров. Оцениваются современное состояние методов спектроскопии звезд и некоторые перспективы.

**21.03-01.192 Информационная система для изучения галактик, видимых с ребра. Мажаров Д.И., Антипова А.В. Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 2, с. 273-284. Рус.**

Приведено описание системы, созданной в рамках проекта по исследованию галактик, видимых с ребра. Эти галактик представляют уникальную возможность изучения трехмерного распределения вещества в дисках галактик, что чрезвычайно важно для анализа влияния внутренних и внешних факторов на эволюцию галактик. На данный момент накоплен богатый наблюдательный материал о кинематике и фотометрии таких галактик. Информационная система предназначена для систематизации информации, удобства ее визуализации и усовершенствования работ по исследованию этого класса объектов. База данных объединяет информацию из предшествующих каталогов галактик, видимых с ребра, и данные из текущих проектов; предоставляет доступ к астрометрической и фотометрической информации; осуществляет взаимосвязь связь с другими базами данных. Описаны структура и web-доступ к базе данных:

**21.03-01.193 Параметрический анализ анизогридного корпуса космического аппарата для очистки орбиты от космического мусора. Белоновская И.Д., Кольга В.В., Ярков И.С., Яркова Е.А. Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. 22, № 1, с. 94-105. Рус.**

Представлен подход к решению задачи проектирования космического аппарата для очистки орбиты от космического мусора (космического сборщика мусора — КСМ), корпус которого выполнен в виде цилиндрической сетчатой анизогридной оболочки. Задачей проектирования является выбор оптимальных параметров анизогридного корпуса КСМ (форма и площадь сечения ребер, количество кольцевых и спиральных ребер, характеристика материала и др.), обеспечивающих необходимую прочность и устойчивость конструкции при минимальной массе. В процессе проектирования проведен параметрический анализ анизогридного корпуса космического сборщика мусора. Варьируя количество и угол наклона однонаправленных спиральных ребер, найдена оптимальная конструктивная схема, отвечающая заданным коэффициентам запаса прочности и устой-

чивости. Параметрический анализ корпуса КСМ включает в себя моделирование основных весовых и прочностных параметров: определение напряженно-деформированного состояния конструкции, значений собственных частот корпуса, определение запаса потери устойчивости от продольной силы, определение массы корпуса. Анализ несущей способности анизотропного корпуса космического сборщика мусора проводился с помощью метода конечных элементов с использованием программного пакета MSC Nastran. Конечно-элементная модель сетчатой оболочки была создана из двухузловых пространственных ВЕАМ конечных элементов. Диск, прикрепленный к торцевой части оболочки, моделировался с помощью RIGID конечного элемента. Размер балочного конечного элемента для всех моделей оболочек был одинаковым и равным 10 мм. При проведении параметрического анализа были рассмотрены три варианта сетчатой композитной структуры с различным количеством и углом наклона однонаправленных спиральных ребер. По результатам параметрического анализа корпуса КСМ были определены его геометрические размеры и минимизирована масса конструкции космического аппарата в целом. Ключевые слова: космический аппарат, параметрический анализ, прочность космического аппарата, сбор космического мусора, частота колебаний, напряженно-деформированное состояние, потеря устойчивости, конструирование космического аппарата.

**21.03-01.194 Математическая модель зеркальной системы обсерватории «Миллиметр» и описание метода предварительного обмера телескопа в рамках данной модели. Макаров С.Н., Верхогляд А.Г., Ступак М.Ф., Овчинников Д.А., Оберемок Ю.А. Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. 22, № 1, с. 151-165. Рус.**

Создается система контроля геометрии зеркал обсерватории «Миллиметр» для работы в составе бортового комплекса научной аппаратуры. Система предназначена для контроля качества зеркальной системы космического телескопа и использования получаемых данных в качестве сигналов «обратной связи» для предварительных настройки и юстировки оптической системы телескопа в космическом пространстве. Задачей системы является определение многомерного вектора неизвестных параметров зеркальной системы телескопа по косвенным измерениям, получаемым в результате обмера телескопа 3D-сканированием. Создана математическая модель, численно описывающая процесс предварительного обмера зеркальной системы обсерватории «Миллиметр» с использованием оптических контрольных меток на поверхности зеркальной системы. Линейная математическая модель позволяет связать фактические косвенные измерения зеркальной системы с неизвестными смещениями ее параметров, определяющими форму телескопа. Выведена формула для оптимального решателя обратной задачи в процессе предварительного обмера зеркальной системы. Описана методика обмера составляющих элементов телескопа в рамках его предварительной настройки. Обмер контрольных меток выполняется бортовым 3D-сканером, применяемым в конструкции системы контроля зеркальной системы. Проведен анализ ошибок при использовании оптимального решателя, получена ковариационная матрица для вектора ошибки оцениваемых параметров. Ключевые слова: математическая модель, зеркальная система обсерватории «Миллиметр», система контроля, форма телескопа, контрольные метки, 3D-сканер.

**21.03-01.195 Автоматизированный комплекс сбора и анализа оптических измерений малых тел Солнечной системы. Еленин Л.В., Воропаев В.А., Молотов И.Е., Борович Г.К. Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1, с. 1-4. Рус.**

Приводится общее описание создаваемого автоматизированного программно-информационного комплекса сбора, обработки и анализа оптических измерений малых тел Солнечной системы. Рассматривается его общая структура, принципы работы и основные программные модули, как уже введенные в эксплуатацию, так и еще находящиеся в разработке. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.196 Фотометрия ИСЗ на ММТ-9 в течение**

пяти лет. Каткова Е.В., Бескин Г.М., Бондарь С.Ф., Давыдов Д.В., Иванов Е.А., Карпов С.В., Орехова Н.В., Перков А.В., Сасюк В.В. Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1, с. 5-8. Рус.

С 2014 г. эксплуатируется 9-канальная система высокого временного разрешения Mini-MegaTORTORA (ММТ-9), принадлежащая Казанскому федеральному университету. Регулярно пополняется база данных фотометрических характеристик измеренных космических объектов (спутники, ступени ракет-носителей, фрагменты космического мусора): <http://mmt9.ru/satellites>. На данный момент в базе содержится информация более чем по 6000 космических объектов (КО). По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.197 Быстрая фотометрия КО на Цейсс-600. Каткова Е.В., Плахута А.С., Бондарь С.Ф., Орехова Н.В., Граужанина А.О., Иванов Е.А. Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1, с. 9-12. Рус.**

В 2019 г. на телескопе Цейсс-600 СОН «Архыз» была реализована возможность быстрой фотометрии высокоорбитальных объектов, имеющих блеск до  $15^m$ . Фотометрирование производится параллельно с получением угловых координат. Временное разрешение 0.128 с позволяет выявлять кратковременные изменения блеска у космических объектов (КО). По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.198 Наблюдения астероидов и космического мусора в проекте НСОИ АФН. Молотов И.Е., Еленин Л.В., Шильдкнехт Т., Круглый Ю.Н., Кожина Т.Н., Мендоса А.Д., Тунгалаг Н., Шароценко В.С., Корниченко Г.И., Желтоброхов М.С., Иващенко Ю.Н., Инасаридзе Р.Я., Айвазян В.Р., Эгамбердиев Ш.А., Захваткин М.В., Степаньянц В.А., Стрельцов А.И., Сальес Р., Иванов А.Л., Иванов В.А., Левшунов А.С., Харевич В.И., Новичонок А.О., Кудач В.И., Периг В.М., Выхристенко А.М. Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1, с. 13-16. Рус.**

Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений (НСОИ АФН) является открытым международным проектом, специализирующимся на наблюдениях и изучении околоземных космических объектов. 28 обсерваторий 15 стран мира с 50 телескопами, сотрудничающие с НСОИ АФН, обеспечивают возможность перекрывать наблюдениями все долготы земного шара и успешно совмещать исследование космического мусора и астероидов, сближающихся с Землей. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.199 Активность звезд с планетными системами EPIC 211916756 и EPIC 211964830 из скопления Ясли. Саванов И.С., Дмитриенко Е.С. Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1, с. 17-19. Рус.**

Проведено исследование активности звезд с планетными системами (EPIC 211916756 и EPIC 211964830) из молодого скопления Ясли (650—800 млн. лет) на основе доступного материала из архива космического телескопа «Kepler». Найдены величины периодов вращения звезд, по оценкам амплитуд переменности блеска объектов получены значения относительного и абсолютного параметров запятанности. Наши новые результаты подтверждают сделанный ранее вывод о сопоставимой величине магнитной активности звезд с экзопланетами и звезд без планетных систем.

**21.03-01.200 Активность  $\gamma$  Gem по фотометрическим наблюдениям TESS. Саванов И.С. Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1, с. 20-21. Рус.**

На основе высокоточного материала из архива космической миссии TESS изучена фотометрическая переменность звезды спектрального класса A0IV  $\gamma$  Gem. Получена оценка периода вращения звезды  $P=8.7$  суток. Найдены оценки площади пятен на поверхности  $\gamma$  Gem — величин относительного и абсо-

лютного параметров запятненности. Рассмотрены аргументы в пользу гипотезы о магнитной природе пятен на поверхности  $\gamma$  Gem.

**21.03-01.201 Об опасности мелкого космического мусора.** *Аксенов О.Ю., Вениаминов С.С., Якубовский С.В., Убоженко Д.Ю., Кононенко Н.Ф. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 1, с. 22-27. Рус.

Рассмотрена история прогрессивного засорения околоземного космического пространства (ОКП) крупным и мелким космическим мусором (КМ), исследуются причины и последствия этого явления для космической деятельности и экологии Земли и ОКП. Показано, что рост количества и массы мелкого (не каталогизированного Системами контроля космического пространства, размером менее 10 см) КМ происходит стремительнее, чем крупного. Анализируются различные аспекты опасности мелкого КМ (в отличие от крупного) на основе анализа известных реальных событий, доступных данных наблюдений и моделирования. Обсуждаются возможные методы противодействия процессу техногенного засорения ОКП. Отмечается существенный недостаток средств мониторинга мелкого КМ и отсутствие его контроля во многих орбитальных областях. Обосновывается актуальность интенсификации изучения мелкой фракции КМ и разработки способов противодействия процессу ее образования, особенно с учетом явной недооценки ее опасности и дефицита соответствующих измерений. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.202 Определение времени падения КА Tiangong-1 с использованием различных моделей атмосферы и методов прогнозирования.** *Юрасов В.С., Назаренко А.И. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 1, с. 28-31. Рус.

Приводятся сравнительные результаты долгосрочного прогнозирования времени существования космического аппарата (КА) Tiangong-1, полученные с использованием различных методов прогнозирования и моделей атмосферы. В качестве источника орбитальной информации для расчетов использовались TLE данные. Расчеты по КА Tiangong1 проводились, начиная с пятимесячного интервала до его падения, в режиме времени близком к реальному. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.203 Каталог малых планет на сайте ИПА РАН.** *Аксим Д.А., Безруков И.А., Бондаренко Ю.С., Водолагина А.Г., Железнов Н.Б., Кочетова О.М., Кузнецов В.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 1, с. 32-35. Рус.

Каталог малых планет (КМП), представляющий собой источник сведений о динамике малых планет и опирающийся на оригинальные исследования и программы, разработанные в ИПА РАН (URL: <http://iaaras.ru/dept/lbss/mpc/>). Приводится сравнение данных КМП с данными каталогов Международного Планетного центра (США), Лаборатории реактивного движения (США) и Пизанского университета (Италия). Показано, что орбитальные данные астероидов, сведения по обстоятельствам их сближений с большими планетами, размещенные на сайтах ИПА РАН и приведенных выше организациях, практически совпадают. В настоящее время КМП содержит сведения о 542163 малых планетах, заучмерованных по состоянию на декабрь 2019 г. Предполагается расширение КМП за счет нунумерованных малых планет, имеющих на интервале наблюдений несколько наблюдаемых оппозиций. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.204 Интегрированный комплекс автономного обнаружения-распознавания космических объектов на базе широкопольного «быстрого» обзорного телескопа трехметровой класса.** *Алешин В.П., Гришин Е.А., Коршунов В.С., Пименов И.Л., Шаргородский В.Д. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 1, с. 36-39. Рус.

Предлагаемый широкопольный обзорный телескоп трехметровой класса позволит обеспечить высокоэффективное наблюдение за микроспутниками и космическим мусором во всем диапазоне высот, в том числе в геосинхронной области и в зонах среднеорбитальных навигационных и высокоэллиптических связанных космических аппаратов (КА) (до 23<sup>m</sup> для трехметровой версии). Существенно увеличиваются возможности оперативного обнаружения факта и результатов столкновений с космическим «мусором». «Быстрый» телескоп сможет проводить несколько обзоров небесной сферы за ночь. Телескоп позволяет осуществлять автономное обнаружение малоразмерных объектов в космическом пространстве, не занесенных в каталоги. Телескоп предлагается реализовать на Алтайском оптолазерном центре (АОЛЦ), что позволит создать уникальный интегрированный комплекс автономного обнаружения-распознавания космических объектов (КО) и оценки космической обстановки с использованием длиннофокусного телескопа, входящего в состав Наземной оптико-лазерной системы (НОЛС) с Телескопом информационным (ТИ 3.12), апертура 3.12 м. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.205 Статистика падений метеоритов и болидов.** *Еретнова О.В., Дудоров А.Е. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 41-45. Рус.

Составлен каталог 938 падений метеоритов, зарегистрированных с 1860 по 2018 гг. С помощью статистического анализа каталога показано, что распределение метеоритов по массам аппроксимируется логнормальным законом. Средний интервал между зарегистрированными падениями метеоритов, подобных метеориту Chelyabinsk, составляет ~25 лет. Автокорреляционным методом обнаружена 10—11-летняя периодичность у группы Н-хондритов, железных и железокремнистых метеоритов с 1860 по 1960 г. Распределение болидов по годам позволяет предположить наличие 10—11-летней цикличности. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.206 Наблюдения КА «Спектр-Р» и «Спектр-РГ» в Кубанском государственном университете.** *Иванов А.Л., Иванов В.А., Лысенко В.Е., Антипин С.В., Иванова Н.В., Яковенко Н.А., Молотов И.Е., Воропаев В.А., Захваткин М.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 46-51. Рус.

Приводится методика наблюдений КА «Спектр-Р», а также результаты и оценка точности измерений положений КА «Спектр-РГ» за период с 13 июля 2019 г. до 28 августа 2019 г. по согласованию с данными от баллистического центра ИПМ им. М.В. Келдыша. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.207 Оценка возраста пары астероидов на близких орбитах (21436) Chaoyichi — (334916) 2003 YK39.** *Кузнецов Э.Д., Розаев А.Е., Плавалова Е., Сафронова В.С. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 52-55. Рус.

В последнее время значительный интерес вызывает изучение тесных пар астероидов, весьма вероятно имеющих общее происхождение. Описан общий подход, применимый при исследовании динамической эволюции и оценке возраста молодых пар астероидов. Метод основан на анализе относительных расстояний и скоростей астероидов, а также значений метрики Холшевникова. Для каждого астероида пары исследуется эволюция на основе номинальной орбиты, а также четыре варианта, различающихся скоростью дрейфа большой полуоси, обусловленного эффектом Ярковского. Оценки максимума модуля скорости дрейфа большой полуоси получены на основе соотношений между параметрами исследуемого астероида и астероида (101955) Bennu. Анализ динамической эволюции пары (21436) Chaoyichi — (334916) 2003 YK39 показал, что возраст пары не превышает 150 тыс. лет и, вероятно, составляет от 37 тыс. до 68 тыс. лет. По материалам доклада на XI международной кон-

ференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.208** Аппроксимационные соотношения для эффектов излучения от больших метеорных взрывов и небольших кратерообразующих импактов. *Глазачев Д.О., Подобная Е.Д., Попова О.П., Светцов В.В., Шувалов В.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 56-60. Рус.

Предложены соотношения подобия, позволяющие быстро оценить опасные последствия ударов крупных космических тел. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.209** Комплексные исследования астероидов километрового размера, сближающихся с Землей, на 1.5-м российско-турецком телескопе РТТ-150. *Хамитов И.М., Гумеров Р.И., Бикмаев И.Ф., Мельников С.С., Иртуганов Э.Н., Окуян Г., Окуян О.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 61-64. Рус.

Актуальность исследования АСЗ связана с вопросами происхождения Солнечной системы, с потенциальной опасностью столкновения с Землей, а также с практическим интересом в ближайшем будущем использования их в качестве источника полезных минералов и металлов. С 2018 г. на телескопе РТТ-150 проводятся регулярные спектроскопические и поляриметрические наблюдения АСЗ в рамках исследовательского проекта «Исследования физических характеристик и уточнение параметров движения астероидов, сближающихся с Землей, километрового размера на 1.5-метровом российско-турецком телескопе РТТ-150». Экспериментальные исследования по возможности наиболее полной выборки АСЗ километрового размера направлены на определение следующих физических характеристик астероидов: геометрическое альbedo, блеск, таксономический класс и диаметр АСЗ. Объекты наблюдаются в период их тесного сближения с Землей при видимом блеске до 18 звездной величины и на фазовых углах более 40°. В работе представлены результаты поляриметрических наблюдений АСЗ, выполненных в 2018 г. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.210** К вопросу о существовании семейства Сатурна: постоянные Радзиевского—Тиссерана для комет Дарре и Тутля. *Усанин В.С.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 65-68. Рус.

Ранее считалось общепризнанным деление комет на семейства Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Современная классификация оставляет только семейство Юпитера, а периодические кометы с большими афелийными расстояниями относятся к галлеевскому типу. Переход от старой классификации к новой до сих пор вызывает критику. В качестве одной из характеристик динамической связи комет с планетами предлагался критерий Радзиевского—Тиссерана. Эта постоянная в рамках ограниченной задачи трех тел величина имеет смысл большой полуоси орбиты второго тела, то есть возмущающей планеты. Хотя критерий уже применялся практически, конкретная методика его использования для комет, наблюдавшихся во многих появлениях, пока отсутствовала, что ставило под сомнение полученные результаты. В данной работе критерий Радзиевского—Тиссерана рассмотрен вначале на примере кометы Дарре (6P), достоверно относящейся к семейству Юпитера. Выявлены параметры распределения количества пар появлений по значениям постоянной Радзиевского—Тиссерана, являющиеся более устойчивыми и лучше обнаруживающие присутствие Юпитера. Далее та же методика применена к комете Тутля (8P), наиболее изученной из тех, что могли бы относиться к семейству Сатурна. Показано, что с точки зрения критерия Радзиевского—Тиссерана основным возмущающим телом для кометы Тутля является Юпитер, в области большой полуоси орбиты Сатурна особенности распределения отсутствуют. Таким образом, подтверждается новая классификация. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Ка-

зань).

**21.03-01.211** Спекл-интерферометрия астероида 3200 Фаэтон. *Алешин В.П., Балега Ю.Ю., Бескакетов А.С., Дьяченко С.В., Максимов А.Ф.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 74-77. Рус.

После выступления Т. Галушиной на предыдущей конференции «Околоземная астрономия 2017» нас заинтересовал астероид 3200 Фаэтон с точки зрения использования возможностей спекл-интерферометрии. 16 декабря 2017 г. удалось провести сеанс его наблюдений спекл-интерферометром видимого диапазона. Работа продолжает исследования САО РАН по астероидной тематике, начатые в 1990-х гг. (Балега, Максимов, Плужник, Дудинов, Дьяченко и др.). Была проведена спектральная обработка полученных короткоэкспозиционных изображений, анализ результатов и сравнение с априорной информацией. Оценены размеры астероида и асимметрия изображений. Рассмотрены возможности радиолокационных наблюдений астероидов и использования радиоизображений радара Аресибо. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.212** Исследование точности оптических телескопов с использованием данных международной лазерной сети. *Соколов И.С.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 2, с. 78-83. Рус.

Представлен алгоритм оценивания орбит по измерениям лазерных дальномеров, учитывающий различные факторы. Точность прогноза на одни сутки достигает единиц метров. Затем, по оцененной орбите вычисляются продольные и поперечные ошибки для угловых наблюдений оптических телескопов. Влияние различных поправок рассмотрено на примере орбиты спутника Ajisai. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.213** Пары скоплений и двойные звездные скопления. *Верещагин С.В., Сизова М.Д., Шустов Б.М.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 85-88. Рус.

В отличие от звезд, среди которых большинство являются двойными или кратными, двойные скопления в нашей Галактике не наблюдаются. Выводы, сделанные в работе R. de La Fuente Marcos and C. de La Fuente Marcos (2009) о том, что в диске Галактики на галактическом радиусе Солнца может быть до 12% двойных скоплений, мы считаем недостаточно корректно сформулированными. Пары скоплений, т.е. близкие, но гравитационно несвязанные системы, наблюдаются довольно часто. В работе обсуждаются такие близкие пары скоплений из солнечной окрестности радиусом 200 пк. Данные взяты из каталога MWSC (Kharchenko et al. 2013). Выделена пара скоплений Platais 8 и IC 2602, которые сблизились на расстояние 30 пк около 2 млн. лет назад и медленно расходятся в современную эпоху. Для выяснения вопроса, возможно ли образование двойных скоплений в Галактике, мы применили стохастический подход. Согласно результатам расчетов, при общем числе звездных скоплений в Галактике 105 образование двойных скоплений маловероятно.

**21.03-01.214** О стохастическом подходе к оценке частоты сближений звезд и звездных скоплений с Солнцем. *Шустов Б.М., Верещагин С.В., Сизова М.Д.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 89-93. Рус.

Неизбежные сближения звезд и звездных скоплений с Солнечной системой до критических расстояний оказывали и будут оказывать существенное воздействие на динамику тел в облаке Оорта, вызывая, в частности, появление новых долгопериодических комет. Частоту таких появлений нужно учитывать, в частности, в анализе проблемы астероидно-кометной опасности. В данной работе на основе стохастического моделирования движений звезд и скоплений в окрестности Солнечной системы получена зависимость частоты сближений со звездами от «прицельного расстояния»  $d_{min}$ . Для  $d_{min}=0.5, 1, 2$  пк частота сближений составляет 4, 16 и 64 событий за млн. лет

соответственно. Сближения скоплений с Солнечной системой на  $d_{min}=10$  пк происходят с частотой несколько раз за млрд. лет.

**21.03-01.215** Миграция планетезималей из зоны питания планет-гигантов к планетам земной группы и Луне. *Маров М.Я., Ипатов С.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 94-96. Рус.

Рассмотрена миграция планетезималей с различных (от 2.5 до 40 а.е.) расстояний от Солнца и вероятности столкновений таких планетезималей с планетами земной группы и Луной. Учитывалось гравитационное влияние 7 планет (от Венеры до Нептуна) или 5 планет (от Венеры до Сатурна). Начальные значения больших полуосей орбит планетезималей варьировались от  $a_{min}$  до  $a_{max}$ . В наших расчетах  $a_{max}=a_{min}+2.5$  а.е. и  $a_{min}$  варьировалось с шагом 2.5 а.е. от 2.5 до 40 а.е. Начальные эксцентриситеты  $e_0$  орбит планетезималей равнялись 0.05 или 0.3. Начальные наклонения орбит равнялись  $e_0/2$  рад. Элементы орбит мигрировавших планетезималей записывались в компьютерную память с шагом равным 500 лет. Основываясь на этих массивах элементов орбит, мы вычисляли вероятности столкновений планетезималей с планетами земной группы, Луной и их зародышами. Расчеты показали, что количество материала, доставленного из-за орбиты Юпитера на Землю, может превышать массу земных океанов. Некоторая часть (возможно 1/3) этого материала состояла из воды и летучих веществ. Общая масса планетезималей, мигрировавших из-за орбиты Юпитера и столкнувшихся с Луной, была в 16 или 17 раз меньше, чем при столкновениях этих тел с Землей. Масса вещества, доставленного на планету, к массе планеты для Марса была примерно в два раза больше, чем для Земли, и такие отношения для Меркурия и Венеры были немного больше, чем для Земли. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.216** Вероятности столкновений планетезималей из разных частей зоны питания планет земной группы с формирующимися планетами, Луной и их зародышами. *Ипатов С.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 97-99. Рус.

Численно моделировалась эволюция орбит планетезималей в зоне питания планет земной группы. При этом учитывалось гравитационное влияние планет или их зародышей. Вероятности столкновений планетезималей с планетами или с их зародышами вычислялись на основе массивов элементов орбит мигрировавших планетезималей. Показано, что зародыши планет земной группы с массами, которые составляли не более 0.1 масс планет, аккумулировали в основном материал из окрестностей их орбит. Суммарная масса планетезималей из различных частей зоны от 0.7 до 1.5 а.е. от Солнца, столкнувшихся с почти сформировавшимися Землей и Венерой, отличалась для этих планет, вероятно, не более чем в два раза. Внутренние слои каждой земной планеты могли аккумулировать в основном планетезимали из окрестности орбиты этой планеты. Внешние слои Земли и Венеры могли аккумулировать аналогичные планетезимали из разных областей зоны питания планет земной группы. При отношении масс зародышей Земли и Луны, равном 81 (отношению масс Земли и Луны), отношение вероятностей столкновений планетезималей с зародышами Земли и Луны не превышало 54. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.217** Оценки изменения численности околоземных объектов на основе возрастов лунных кратеров в течение последнего миллиарда лет. *Ипатов С.И., Феоктистова Е.А., Светцов В.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 100-102. Рус.

Показано, что характерный размер лунного кратера, образующегося при выпадении на Луну 1-км тела, составляет около 15 км. Сделаны оценки числа кратеров с диаметрами не менее 15 км, которые могли образоваться за 1.1 млрд. лет, если бы число объектов, пересекающих орбиту Земли (ОПОЗ), и элементы их орбит за это время равнялись их современным значениям. При вероятности столкновения ОПОЗ с Луной близкой

к  $5 \cdot 10^{-10}$  для всей поверхности Луны эти оценки числа кратеров в 5—6 раз превышают число кратеров с диаметром  $D \geq 15$  км, возраст которых оценивается в работах в работах Mazouei и др. и Losiak и др. меньше 1.1 млрд. лет. На основании данных этих работ, показано, что число кратеров с  $D \geq 15$  км и с возрастом не более 1.1 млрд. лет на единицу поверхности Луны для области в районе Океана Бурь (Oceanus Procellarum) и морей видимой стороны Луны в 1.75—3.5 раза больше, чем для всей поверхности Луны. Причинами большего числа кратеров на единицу поверхности для лунных морей, чем для материков, могут быть, например, различные подстилающие поверхности для морей и материков и неточности определения возраста кратеров. Полученные нами оценки темпа кратерообразования не противоречат возможности увеличения темпа кратерообразования в 2.6 раза 290 млн. лет назад, рассмотренной в работе Mazouei и др., но и не доказывают эту возможность. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.218** Современная звездная астрономия. *Малков О.Ю., Поляченко Е.В., Расторгуев А.С., Самусь Н.Н.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 103-124. Рус.

Здесь представлен аналитический обзор современного состояния проблем звездной астрономии. Он преимущественно базируется на докладах, сделанных на девятой ежегодной конференции «Современная звездная астрономия» (ГАИШ МГУ / ИНАСАН). Обзор разбит на темы: «Звезды», «Звездные скопления и ассоциации», «Строение, кинематика и динамика Галактики», «Галактики», «Звездообразование», «Динамика гравитирующих систем», «Научные задачи проекта «Лира-Б».

**21.03-01.219** Радианты и элементы орбит метеороидов комплекса  $\delta$ -Канкриды. *Соколова М.Г., Сергиенко М.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 125-128. Рус.

На основе телевизионных наблюдений изучена структура радиантов северной NCC (код 96) и южной SCC (код 97) ветвей метеороидного комплекса  $\delta$ -Канкриды DCA (код 95). Выполнен анализ распределений больших полуосей и эксцентриситетов орбит метеороидов потока в зависимости от их массы, получены оценки возраста  $\delta$ -Канкриды. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.220** Блок камер поля космической обсерватории «Спектр-УФ». *Сичевский С.Г., Шугаров А.С., Сачков М.Е., Иосипенко С.В., Архангельский Р.Н., Буслеева А.С., Шустов В.М.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 129-133. Рус.

Блок камер поля (БКП) — это один из основных научных инструментов космической обсерватории «Спектр-УФ» (WSO-UV). В силу различных обстоятельств концепция БКП в ходе работы над проектом менялась. В данной работе кратко описан окончательный вариант БКП, сформированный по результатам эскизного проектирования. Проведено сравнение его характеристик с характеристиками камер поля Космического телескопа Хаббла.

**21.03-01.221** Основные требования, предъявляемые к системе DORIS для контроля геодезических параметров Земли. *Кузин С.П.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 134-136. Рус.

Для создания российского сегмента Глобальной геодезической системы наблюдений (Global Geodetic Observing System, GGOS) в нее должны быть включены, по возможности, все основные спутниковые геодезические технологии (как наземные, так и орбитальные средства), функционирующие на территории нашей страны. Одной из таких технологий является французская спутниковая доплеровская радиотехническая система DORIS, несколько передатчиков которой были установлены на территории нашей страны, начиная с 1990 г., при активном участии Института астрономии РАН. В настоящее время система DORIS является одной из основных технологий системы GGOS, вносящих свой вклад в построение и развитие международной земной системы координат ITRF (International



Terrestrial Reference Frame). В преддверии выхода новой реализации ITRF2020 в данной статье определены основные требования к сети наземных средств и продуктам системы DORIS.

**21.03-01.222** Разработка предложений по построению системы контроля геодезических параметров Земли. *Кузин С.П. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 137-141. Рус.

Необходимость разработки и создания российского сегмента системы контроля геодезических параметров Земли (ГПЗ) обуславливается требованиями потребителей к точности измерения параметров, оперативности их получения и доступности. Система контроля ГПЗ должна стать основой для фундаментального геодезического обеспечения российской спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС. Система контроля ГПЗ должна состоять из наземного и орбитального комплексов измерительных средств, с учетом их перспективного развития, центров сбора, обработки и хранения данных и соответствующей инфраструктуры для надежного функционирования системы. Система контроля ГПЗ должна основываться на уже имеющейся на данный момент инфраструктуре, а также включать недостающие критически важные элементы (космические системы и комплексы, наземные средства наблюдений, системы наблюдений Земли из космоса). В работе приводятся основные предложения по разработке общего вида системы контроля ГПЗ.

**21.03-01.223** Координаты и орбита кометы 21P/Джакобини—Циннера по наблюдениям в обсерваториях Таджикистана. *Кожирова Г.И., Буриев А.М., Хамроев У.Х. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 142-145. Рус.

В Международной астрономической обсерватории Сангloch (МАОС) и Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) Института астрофизики АН РТ в 2018 г. проведены квазисинхронные астрометрические наблюдения короткопериодической кометы 21P/Джакобини—Циннера. Определены координаты кометы и вычислена орбита. Результаты наблюдений в МАОС и ГисАО находятся в хорошем соответствии между собой, а также с данными мировых наблюдений. Сделано заключение о стабильности орбиты кометы на момент наблюдений. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.224** Результаты наблюдений кометы 29P/Швассмана—Вахмана 1 в обсерватории Сангloch. *Кожирова Г.И., Иванова А.В., Буриев А.М., Хамроев У.Х., Рахматуллаева Ф.Дж. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 146-152. Рус.

В Международной астрономической обсерватории Сангloch (МАОС) Института астрофизики АН РТ проведены астрометрические и фотометрические наблюдения кометы 29P/Швассмана—Вахмана 1 в 2017 г. Несмотря на короткий период обращения, эта комета относится к относительно новой группе малых тел, называемых кентаврами. Определены координаты кометы и вычислена орбита, получены значения блеска в фильтрах BVRI, проведена оценка диаметра ядра кометы. Результаты наблюдений в МАОС хорошо согласуются с данными мировых наблюдений. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.225** Сверхбыстрая оценка лучевой скорости потенциально опасных для Земли астероидов методом дробного дифференцирования доплеровского сигнала. *Бондарь Ю.А., Захарченко В.Д., Карликова И.А., Кивожурцева П.И., Коваленко И.Г. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 153-156. Рус.

Рассмотрена реализация дробно-дифференцирующего фильтра (ДДФ) порядка 1/2 в виде аналоговой и цифровой структур. ДДФ позволяет существенно ускорить оценивание лучевой скорости движения космического объекта, что важно для решения практических задач противостояния астероидно-кометной угрозе. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.226** Бассейн «Южный Полус—Эйткен» от первых измерений («Зонд-6», 1968) до первой посадки лунохода («Чань'э-4», 2019). *Шпежин М.И. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 157-162. Рус.

Рассмотрены основные этапы изучения бассейна «Южный Полус—Эйткен» на Луне, начиная с первых прямых измерений рельефа его поверхности в Советском Союзе до первой успешной посадки на его территории Китайской межпланетной станции «Чань'э-4». Представлены результаты фотограмметрии обратной стороны Луны по снимкам, впервые доставленным на Землю космическими кораблями «Зонд-6» и «Зонд-8» в 1968 и 1970 гг. Перечислены некоторые публикации отечественных и зарубежных исследователей, посвященные изучению бассейна в первую очередь в ГАИШ МГУ и в университете Брауна (США, Род-Айленд). Обращается внимание на высокий уровень подготовки миссии «Чань'э-4» китайскими учеными и инженерами. Впервые за 60 лет космических исследований Луны им удалось осуществить мягкую посадку на ее обратной стороне в кратере Карман, где они уже второй год проводят интересные эксперименты. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.227** Возможности новых метеорных телекамер. *Леонов В.А. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 3, с. 163-166. Рус.

С развитием современных приемников излучения при наблюдениях метеоров в видимом диапазоне появилась возможность регистрировать сотни метеоров за ночь одной камерой. Ранее для метеорного мониторинга использовались детекторы, разработанные для охранных систем. Специальные астрономические камеры в силу специфики их производства разрабатывались преимущественно по спецзаказам в единичных экземплярах, а их стоимость превышала стоимость стандартной метеорной камеры в сотни и даже тысячи раз. Технологический прогресс и использование инновационных технологий позволили некоторым производителям создать компактные астрономические камеры на основе CMOS-технологии, обладающие требуемым набором характеристик: повышенной чувствительностью, низким уровнем шума и высокой скоростью считывания, тем самым обеспечивать прецизионную регистрацию фотонов. Поэтому возможности новых телевизионных камер требуют специального рассмотрения. В работе проанализированы характеристики одной из таких камер, выполнен сравнительный анализ с другими камерами, применяемыми в настоящее время в ИНАСАН, и дан анализ ее потенциальных возможностей.

**21.03-01.228** Современные проблемы астрономии: звездообразование и скопления. *Самусь Н.Н., Малков О.Ю., Поляченко Е.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 169-173. Рус.

Анализ вопросов, связанных с исследованием звездных скоплений и звездообразования. Обзор преимущественно базируется на докладах, сделанных на конференции «Современная звездная астрономия» (САО РАН, октябрь 2019 г.).

**21.03-01.229** Современные проблемы астрономии: исследования звезд. *Малков О.Ю., Поляченко Е.В., Самусь Н.Н. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 174-182. Рус.

Анализ вопросов, связанных с исследованием двойных и переменных звезд. Обзор преимущественно базируется на докладах, сделанных на конференции «Современная звездная астрономия» (САО РАН, октябрь 2019 г.).

**21.03-01.230** Современные проблемы астрономии: Галактика и галактики. *Поляченко Е.В., Самусь Н.Н., Малков О.Ю. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 183-187. Рус.

Анализ вопросов, связанных с исследованием нашей Галактики Млечный путь и других галактик. Обзор преимущественно базируется на докладах, сделанных на конференции «Современная звездная астрономия» (САО РАН, октябрь 2019 г.).

**21.03-01.231** Предложения по выбору структуры и состава системы контроля геодезических параметров

**Земли.** Кузин С.П. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 188-191. Рус.

Российский сегмент системы контроля геодезических параметров Земли (ГПЗ) должен будет использовать (а также расширить) текущее созвездие спутников, имеющих отношение к задачам и целям системы, и миссий, запланированных на следующие десятилетия, интегрируя их в одну систему наблюдений. Фундаментом для этой интеграции являются существующие глобальные наземные сети станций слежения различных космических геодезических технологий: интерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ), спутниковой лазерной дальнометрии (СЛД), лунной лазерной дальнометрии (ЛЛД), глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и доплеровской системы DORIS. Система контроля ГПЗ должна объединить эти сети слежения с наземными гравиметрическими сетями. Система контроля ГПЗ дополнит космический сегмент и глобальную наземную сеть воздушно-наземными кампаниями с целью калибровки и валидации системы, регионального уплотнения и уточнения параметров системы. Ассимилирование этих наблюдений в модели погоды, климата, океанологии, гидрологии, изучения льдов и процессов в твердой Земле фундаментально увеличит понимание роли поверхностных изменений и динамики развития нашей планеты. Кроме того, через одновременный анализ плотной сети микроволновых измерений спутниками ГНСС, низкоорбитальных аппаратов (НОА) и земных поверхностных измерений появляется новая мощная техника зондирования состава атмосферы. Система контроля ГПЗ будет иметь два совершенно разных аспекта: (1) «организационный аспект», связанный с созданием таких компонентов, как руководящий комитет, научные группы, рабочие группы, и т.д., и (2) «комплекс наблюдательных средств системы контроля ГПЗ», включающая инфраструктуру различных типов аппаратуры, спутниковых миссий, и центров данных и анализа. В статье рассмотрены предложения, выдвинутые автором, по выбору структуры и состава системы контроля ГПЗ.

**21.03-01.232 Наземные средства измерений системы контроля геодезических параметров Земли и направления их развития.** Кузин С.П. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 192-195. Рус.

Наземные средства измерений различных спутниковых технологий космической геодезии являются и будут являться ядром системы контроля геодезических параметров Земли (ГПЗ), вносящим вклад в построение земной системы координат и мониторинг Земли. На наземных станциях системы контроля ГПЗ будет размещено оборудование основных космических геодезических технологий, кроме того, большинство станций наблюдений должны быть оснащены вспомогательными дополнительными датчиками и оборудованием (например, метеорологические датчики, радиометры водяных паров и т.д.), и на многих станциях должны быть расположены приборы различных технологий для обеспечения колокации. Совместное размещение оборудования различных технологий на одной станции (колокация) позволяет не только интеграцию индивидуальных сетей различных технологий в уникально земную систему отсчета (ITRF), но также оценку качества, точности и взаимной проверки результатов. В работе автором предложен набор средств измерений наземной инфраструктуры системы контроля ГПЗ, необходимый для решения текущих и перспективных задач системы контроля ГПЗ и рассмотрены общие направления формирования основных технологий наземной инфраструктуры.

**21.03-01.233 Результаты наблюдений астероида Дон Кихот в обсерватории Санглох.** Кожирова Г.И., Иванова А.В., Разматуллаева Ф.Д. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 196-200. Рус.

Представлены результаты многоцветных оптических наблюдений астероида (3552) Дон Кихот, проведенных в Международной астрономической обсерватории Санглох в июле 2018 г. Определен видимый и абсолютный блеск астероида в фильтрах VRI. Анализ кривых блеска астероида показал значительное изменение блеска в период наблюдений от 11.5 до 13.1 абсолютных звездных величин. Зарегистрированная вспышка астероида связана с его активностью, типичной для комет. Полученная оценка эффективного диаметра астероида 18–19 км хорошо согласуются с имеющимися данными. Показано, что объект,

очень вероятно, является ядром угасшей кометы. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.234 К вопросу о влиянии солнечной активности на открытие комет.** Гулиев А.С., Гасымов Г.А. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 201-206. Рус.

Анализируется отличие периодических комет (ПК) семейства Юпитера от долгопериодических по признаку зависимости дат открытия от фазы 11-летней активности Солнца. Показано, что оно не связано с их орбитальными характеристиками ПК, в частности параметрами перигелийных расстояний, наклонов и широт перигелиев орбит. Параметры  $q_{mean}$ ,  $q_{min}$  и  $i_{max}$  комет семейства Юпитера хорошо коррелируют с фазами 11-летней активности Солнца. Путем сравнения распределений  $N(F)$  периодических комет семейства Юпитера и семейства Сатурна по фазам циклов установлено отсутствие сходства между ними. Это дает еще один косвенный аргумент реальности семейства Сатурна. По материалам доклада на XI международной конференции «Околоземная астрономия и космическое наследие» (30 сентября — 4 октября 2019 г., Казань).

**21.03-01.235 Аммиак в плотных сгустках волокна WB 673.** Рябухина О.Л., Курсанова М.С. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 207-210. Рус.

Исследована область массивного звездообразования WB 673 в гигантском молекулярном облаке G174+2.5. Были проведены наблюдения этой области в линиях излучения аммиака NH<sub>3</sub> (1,1), (2,2) и (3,3) на 100-м телескопе Эффельсберг. Определены кинетическая температура и лучевая концентрация аммиака в направлении на пики излучения пыли плотных сгустков WB 668, WB 673, S233-IR, G173.57+2.43.

**21.03-01.236 О нетепловой потере атмосферы за счет фотодиссоциации H<sub>2</sub> для экзопланеты GJ 436b.** Автаева А.А., Шематович В.И. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 211-218. Рус.

Оценивается вклад процессов диссоциации молекулярного водорода жестким ультрафиолетовым (УФ) излучением в образование фракции надтеплого атомарного водорода в переходной H<sub>2</sub>→H области и формирование соответствующего потока убегающего из протяженной верхней атмосферы экзопланеты GJ 436b. Рассчитаны скорость образования и энергетический спектр атомов водорода, образующихся с избытком кинетической энергии при диссоциации H<sub>2</sub>. При помощи численной стохастической модели горячей планетной короны исследованы на молекулярном уровне кинетика и перенос надтепловых атомов водорода в протяженной верхней атмосфере и рассчитан нетепловой поток убегающего. Поток убегающего оценен величиной  $4.0 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$  для умеренного уровня звездной активности в УФ излучении, что приводит к скорости потери атмосферы за счет процессов диссоциации H<sub>2</sub>, равной  $2.5 \cdot 10^8 \text{ г с}^{-1}$ . Данные оценки ближе к верхней границе полученных из наблюдений оценок возможной скорости потери атмосферы экзопланеты GJ 436b в диапазоне  $\sim(3.7 \cdot 10^6 - 1.1 \cdot 10^9) \text{ г с}^{-1}$ . Возможные уточнения расчетных оценок скорости потери атмосферы ожидаются по мере поступления новых наблюдательных данных как о спектре потока УФ излучения родительской звезды GJ 436, так и новых наблюдений протяженной атмосферы планеты-транзита GJ 436b.

**21.03-01.237 Фундаментальные параметры Ар-звезды HD 108662.** Романовская А.М., Рябчикова Т.А., Шуляк Д.В. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 4, с. 219-223. Рус.

Проведено исследование атмосферы Ар-звезды HD 108662, основанное на самосогласованном анализе спектра высокого разрешения и спектrophотометрических наблюдений в широком диапазоне длин волн с учетом магнитного поля. Определено содержание для 24 химических элементов и стратификация в атмосфере для Fe, линии которого дают основной вклад в линейчатое поглощение. Другой элемент группы железа — хром — не показывает значительного отклонения от однородного распределения в атмосфере звезды. В результате определены фундаментальные параметры HD 108662:  $T_{eff} = 10200 \text{ K}$ ,  $\lg g = 4.0$ ,

$R/R_{\odot} = 2.09$  и  $\log(L/L_{\odot}) = 1.63$ , а также оценены скорость вращения  $v \sin i = 20.4$  км/с и усредненное по поверхности магнитное поле  $B_s = 3300$  Гс.

**21.03-01.238** О динамической шкале населения астероидов, сближающихся с Землей. *Золотарёв Р.В., Шустов В.М., Корчагин В.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 225-229. Рус.

С помощью численной модели эволюции населения астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ) показано, что характерное время пополнения (истощения) текущего населения АСЗ составляет  $\sim 5$  млн. лет. Это время согласуется с результатами других авторов.

**21.03-01.239** Концепция широкоугольного телескопа с апертурой 1 м. *Шугаров А.С., Шмагин В.Е., Наливкин М.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 230-235. Рус.

Предложена концепция широкоугольного телескопа с апертурой 1 м, которая может быть использована для создания глобальной сети обзорных телескопов метрового класса. Рассмотрены три варианта оптической схемы, предложен современный КМОП детектор класса 100 Мпкс, блок светофильтров.

**21.03-01.240** Тенденции развития современных КМОП и ПЗС детекторов для широкоугольных телескопов. *Шугаров А.С.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 236-242. Рус.

Представлены последние разработки и тенденции в области крупноформатных КМОП и ПЗС детекторов оптического диапазона, рассмотрена возможность их использования в телескопах ИНАСАН. Совершенствование классических ПЗС идет в направлении увеличения параллелизма (CCD250-82), расширения спектрального диапазона в ИК область, 4-сторонней стыкуемости. КМОП научного уровня с трехсторонней стыкуемостью (CIS 113) и КМОП мозаика на его основе (TAOS-II) демонстрирует потенциал использования КМОП на крупных телескопах. Массовые относительно недорогие КМОП научного уровня (GSENSE6060) формата  $6 \times 6k$  ( $60 \times 60$  мм) и в перспективе  $9 \times 9k$  ( $90 \times 90$  мм) позволяют улучшить эффективность обзорных телескопов с апертурами до 1 м. КМОП с очень мелким пикселем (3–5 мкм) формата более 100 Мпкс позволяют увеличить информационную емкость широкоугольных телескопов умеренных апертур. Опытные искривленные КМОП (CMV20000) позволяют в перспективе реализовывать сверхширокоугольные телескопы малых апертур и искривленные мозаичные детекторы для крупных телескопов.

**21.03-01.241** Изменения температуры по поверхности быстровращающейся В9.5-A0 звезды KELT-9. *Саванов И.С.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 243-245. Рус.

Представлены результаты применения методики оценки свойств пятен к данным транзитов планеты KELT-9 b (находящейся практически на полярной орбите) с целью проведения оценок изменений температуры по поверхности быстровращающейся звезды спектрального класса В9.5-A0 KELT-9. Наблюдательные данные взяты из архива космической миссии TESS. Найдено, что температура экваториальной области звезды ниже, чем на полюсе, на величину 950 К с погрешностью 300 К. Полученная оценка сопоставлена с результатами детального модельного самосогласованного анализа, выполненного другими авторами. Приводится краткий обзор исследований звезды и планеты системы KELT-9. Система представляет интерес с точки зрения включения ее в базовую программу наблюдений проекта «Спектр-УФ» — «Всемирная космическая обсерватория» (ВКО-УФ) в части наблюдений экзопланет.

**21.03-01.242** Многоволновые наблюдения объектов Вселенной в широком диапазоне электромагнитного излучения. *Саванов И.С., Петков В.В., Бескин Г.М., Вольвач А.Е., Вольвач Л.Н., Дзапарова И.М., Джанпуев Д.Д., Кочжаров М.М., Курень А.Н., Михайлова О.И., Нароенков С.А., Наливкин М.А., Новосельцев Ю.Ф., Новосельцева Р.В., Романенко В.С., Сергеев А.В., Шляпников А.А., Унатлоков И.М., Янин А.Ф., Бирюков А.В., Бондарь С.Ф., Иванов Е.А.,*

*Карпов С.В., Каткова Е.В., Орегова Н.В., Перков А.В., Сасюк В.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 246-248. Рус.

Поставлена задача решения фундаментальной проблемы физической связи между гравитационно-волновыми всплесками от слияния объектов в двойных системах и вспышками электромагнитного излучения в широком диапазоне длин волн и нейтринного излучения от этих объектов. Для ее реализации участниками проекта (сотрудниками БНО ИЯИ РАН, ИНАСАН, КраО РАН и САО РАН) будут использоваться методы и подходы астрономии быстрого реагирования, оптической и радиоастрономии, гамма-астрономии сверхвысоких энергий и нейтринной астрономии. Предлагается использовать метод синхронных наблюдений областей локализации кандидатов в гравитационно-волновые события по алертам от LIGO/VIRGO сетью взаимодополняющих друг друга астрофизических инструментов.

**21.03-01.243** Эволюция звезд вблизи ярких квазаров. *Федорова А.В., Тутуков А.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 249-252. Рус.

Исследовалась эволюция звезд, находящихся в близкой окрестности ярких квазаров и облучаемых их жестким излучением. Поглощение внешнего потока излучения в оболочке звезды рассчитывалось с помощью того же формализма, который используется при вычислении непрозрачности звездного вещества. Численное моделирование показало, что облучение нагревает внешние слои звезды, изменяя их строение и уменьшая толщину конвективной оболочки маломассивных звезд. Кроме того, облучение существенно усиливает потерю массы звездами. Этот вывод имеет значение для понимания эволюции масс квазаров со временем, поскольку усиленная потеря вещества близкими звездами снабжает квазар дополнительным газом для аккреции.

**21.03-01.244** Астероидно-кометная опасность как источник чрезвычайных ситуаций космического происхождения. *Савельев М.И., Соколова М.Г.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 253-257. Рус.

Обсуждается проблема снижения рисков для населения и территорий от чрезвычайных ситуаций космического происхождения, обусловленных проявлением астероидно-кометной опасности и ее поражающих факторов при падении на Землю опасных небесных тел.

**21.03-01.245** Вычисление полного межзвездного поглощения на основе моделей звездных атмосфер. *Сичевский С.Г.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 258-264. Рус.

Фотометрия, наравне с прямым наблюдением спектров, применяется для исследования распределения энергии в спектрах звезд. Возможность расчета блеска звезды на основе современных моделей их звездных атмосфер позволяет оценивать характеристики звезд и межзвездной среды путем сравнения результатов наблюдений с расчетами. Однако современные фотометрические системы создают значительную путаницу среди профессиональных астрономов, потому что существует не одна система величин, а несколько. С целью внести ясность в работе кратко изложено описание современных каталогов фотометрических наблюдений и представлены соотношения, включая необходимые константы, для расчета теоретического блеска звезды в системах звездных величин обзоров: 2MASS, SDSS, GALEX, IPHAS, Pan-STARRS и Gaia. Используя модели звездных атмосфер, выполнен расчет полного межзвездного поглощения для всех полос указанных обзоров и различных значений параметров закона межзвездного поглощения, что необходимо для анализа накопленных в этих обзорах результатов наблюдений путем их сравнения с теоретическим расчетами.

**21.03-01.246** Луна как источник для абсолютной калибровки спектров протяженных объектов. *Пагомов Ю.В., Великодский Ю.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 265-268. Рус.

Показано преимущество использования гладких участков поверхности Луны для абсолютной калибровки спектров высоко-го разрешения протяженных объектов, наблюдаемых на круп-

ных телескопах. Использование звезд-стандартов становится невозможным вследствие переменнойности размера их изображений и неизвестной доли их излучения, попадающего в щель спектрографа. Тогда как калибровка по лунной поверхности показывает стабильность и точность до 1–10%.

**21.03-01.247** О возможности применения фотометрии площадок Ландольта для определения параметров звезд. *Пахомов Ю.В., Степина Ю.А. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 269-271. Рус.

Проанализирована возможность определения звездных параметров и межзвездного покраснения на основе UBVR<sub>I</sub>JHK фотометрии вторичных стандартов площадки Ландольта S98. Показано, что для этого необходима точность фотометрических измерений не менее 0.010–0.015<sup>m</sup>, а при наличии измеренного параллакса — не менее 0.02<sup>m</sup>.

**21.03-01.248** О пятнах на поверхности звезд с планетными системами. I. *Саванов И.С., Дмитриенко Е.С. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 272-274. Рус.

Для двух независимых выборок звезд с планетными системами по данным наблюдений основной миссии Кеплер и ее продолжения K2 выполнено сопоставление величин параметров, характеризующих площадь пятен (в относительных и абсолютных единицах), с эффективной температурой и с периодами вращения объектов. Установлено согласие результатов, найденных по данным этих выборок. Сделаны заключения об изменениях активности этих звезд с температурой и о связи активности с вращением. Показано, что площади пятен на поверхности звезд с экзопланетами из рассматриваемых выборок существенно превосходят площади самых больших групп пятен на Солнце.

**21.03-01.249** Кинематика OB-звезд и цефеид по данным Gaia DR2. *Пахомова П.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 275-282. Рус.

Исследована кинематика и уточнены шкалы расстояний молодых объектов галактического диска: OB-звезд и звезд высокой светимости поздних спектральных классов, а также цефеид. Использовались наблюдательные данные, полученные в ходе миссии Gaia и опубликованные в каталоге Gaia DR2. Для определения кинематических параметров объектов применен метод статистических параллаксов.

**21.03-01.250** Особенности изменения блеска космического мусора по наблюдениям в обсерватории Санглюх. *Кожирова Г.И., Бахтигарев Н.С., Левкина П.А., Чазов В.В., Хамроев У.Х. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 282-286. Рус.

Изучение вариаций блеска фрагментов космического мусора (КМ) является важным инструментом для определения их физических характеристик. Обнаружение и анализ закономерностей вращательного движения позволяет уточнить долгосрочную эволюцию орбит КМ. В Международной астрономической обсерватории Санглюх Института астрофизики АН Республики Таджикистан при помощи телескопа Цейсс-1000 проводятся оптические наблюдения фрагментов КМ с 2016 г. Очередная сессия наблюдений объектов была проведена в период с 31 июля по 9 августа 2019 г. Исследованы особенности изменения блеска фрагментов КМ с большим коэффициентом отношения средней площади миделевого сечения к массе. В работе приведены графики изменения блеска, выявленные особенности зависимости блеска от фазового угла, вычисленные значения коэффициентов отношения средней площади миделевого сечения к массе и периодов изменения блеска наблюдаемых объектов.

**21.03-01.251** Наблюдения малоразмерных фрагментов космического мусора в Терскольской обсерватории. *Бахтигарев Н.С., Левкина П.А., Чазов В.В., Шелин А.В., Горшков А.П., Рыжлова Л.В., Карпов Н.В., Сергеев А.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 287-289. Рус.

В рамках международной программы «Астрономия в Приэльбрусье» на наблюдательном комплексе телескопа Zeiss-2000 Терскольской обсерватории осуществляются исследования заселенности геостационарной зоны малоразмерными объектами

космического мусора (КМ) при помощи оптических измерений. В работе приводятся параметры орбит и физические характеристики нескольких малоразмерных фрагментов КМ, обнаруженных при наблюдениях в Терскольской обсерватории в 2019–2020 гг.

**21.03-01.252** К вопросу о надежности космической научной аппаратуры. *Иосипенко С.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 290-293. Рус.

К научной аппаратуре космического базирования предъявляются высокие требования в части показателей надежности. На примере Блока камер поля, разрабатываемого для космической обсерватории «Спектр-УФ», рассмотрено влияние неучета надежности кабелей на показатели надежности всего изделия.

**21.03-01.253** PRESTALINE: инструмент для моделирования синтетических спектров областей звездообразования. *Кочина О.В., Ван Ловерен Г. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 294-300. Рус.

Представляем пакет PRESTALINE, инструмент для моделирования спектров регионов звездообразования. Пакет состоит из трех блоков: модель химической эволюции, расчет переноса излучения и визуализация синтетических спектров.

**21.03-01.254** Средний размер ПАУ в области фотодиссоциации Orion Bar. *Мурга М.С. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 298-300. Рус.

В межзвездной среде (МЗС) содержится большое количество разнообразных молекул, и самыми крупными из них, вероятно, являются молекулы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). В отличие от малоатомных молекул, идентифицировать конкретную молекулу ПАУ в МЗС не удается в связи с тем, что полосы эмиссии этих молекул широкие, и полосы разных ПАУ накладываются друг на друга. Однако по соотношениям между потоками в этих полосах можно сделать предположение о свойствах ПАУ, наиболее распространенных в среде, в частности, о размере и заряде. Путем сопоставления диаграмм отношений потоков в разных эмиссионных полосах, основанных на спектрах большого количества ПАУ, и данных спектральных наблюдений в данной работе были оценены средний размер и заряд ПАУ в области фотодиссоциации Orion Bar. Эти же величины были рассчитаны на основе модели эволюции ПАУ, разработанной ранее. Значения, полученные из расчетов и по диаграммам, согласуются друг с другом, что дает основание заключить, что данные оценки размера и заряда ПАУ близки к фактическим.

**21.03-01.255** Метанол в плотных сгустках волокна WB 673. *Буслаева А.И., Кирсанова М.С. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 301-305. Рус.

Исследованы физические условия в направлении на плотные сгустки молекулярного волокна WB 673. С помощью метода вращательных диаграмм, построенных для серии линий метанола CH<sub>3</sub>OH на частоте 96 ГГц, получены значения вращательных температур в этих сгустках. Показано, что вращательная температура метанола в сгустках в 2–3 раза ниже кинетической температуры газа. Показано, что для более подробного исследования условий возбуждения метанола необходимо привлекать линии из других серий.

**21.03-01.256** Проект «Спектр-УФ» в 2020 г. *Шустов Б.М., Сачков М.Е., Сичевский С.Г., Шугаров А.С., Саванов И.С., Канев Е.Н., Иосипенко С.В., Архангельский Р.Н., Шмагин В.Е., Буслаева А.И. Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 306-310. Рус.

Проект «Спектр-УФ», он же «Всемирная Космическая Обсерватория—Ультрафиолет» (WSO-UV), развивается уже довольно длительное время. Запуск обсерватории назначен на 2025 г. Запас времени дал возможность внести некоторые улучшения в структуру проекта. Уточнена научная программа; проведена оптимизация выбора орбиты; подготовлен обновленный проект камер поля, а также рассматривается возможность установки дополнительного японского научного прибора — спектрографа; начат сбор заявок для включения в Базовую научную программу исследований. В данной статье кратко изложено текущее состояние работ по проекту, при этом сделан акцент на

недавние продвижения в проекте.

**21.03-01.257** Подготовка наблюдательных данных для построения карты межзвездного поглощения в Галактике. *Сытов А.Ю.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 5, с. 311-314. Рус.

Приводится описание методики проверки и предварительной обработки данных фотометрических обзоров для определения расстояний до объектов и величин межзвездного поглощения.

**21.03-01.258** О тепловом убегании атмосферы горячего непуна GJ 436b. *Калиничева Е.С., Шематович В.И., Павлюченков Я.Н.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 317-319. Рус.

С помощью одномерной самосогласованной астрономической модели были получены высотные профили температуры, скорости и плотности для горячего непуна GJ 436b. Мы проследили расширение газовой оболочки под действием нагрева от жесткого излучения родительской звезды от тонкого атмосферного слоя 1.02R0 до 5R0. Используемая модель учитывает вклад надтепловых частиц, что значительно уточняет функцию нагрева атмосферы. Установлено, что формируется структура атмосферы с двумя характерными шкалами высоты, отвечающими относительно плотной атмосфере и более разреженной короне. Также был посчитан темп оттока атмосферы, составивший около  $1.6 \cdot 10^9$  г  $\text{с}^{-1}$ , что ниже результатов, полученных авторами других расчетов.

**21.03-01.259** Вспомогательные устройства спектрографа высокого разрешения БТА (функции и управление). *Верич Ю.Б., Панчук В.Е., Юшкин М.В., Якопов Г.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 320-321. Рус.

Отмечены устройства и функции спектрографа высокого разрешения 6-метрового телескопа БТА, охваченные программой улучшения параметров прибора. Программа выполняется по плану УНУ и плану развития средств наземной поддержки проекта «Спектр-УФ».

**21.03-01.260** Учет межзвездного поглощения при анализе фотометрических данных. *Малков О.Ю., Длужневская О.Б., Жуков А.О., Захаров А.И., Ковалева Д.А., Миронов А.В., Сичевский С.Г., Скворцов Н.А., Ступнижов С.А., Сытов А.Ю.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 322-326. Рус.

Учет межзвездного поглощения — необходимый этап в процессе параметризации звезд по многоцветной фотометрии. Мы анализируем опубликованные законы межзвездного поглощения и обсуждаем возможность оценки величины межзвездного поглощения для фотометрических полос современных больших обзоров.

**21.03-01.261** Морфология течения газа при столкновении аккреционных дисков в двойных звездах типа Т Тельца с эллиптическими орбитами. *Сытов А.Ю.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 327-335. Рус.

Представлены результаты численного моделирования взаимодействия аккреционных дисков при прохождении периастра в двойной звезде типа Т Тельца с эллиптической орбитой. Рассмотрена структура системы ударных волн в аккреционных дисках и между ними и ее изменение с течением времени. Обсуждается возможность построения аналитической модели взаимодействия аккреционных дисков.

**21.03-01.262** Наблюдательные признаки распада широких двойных звезд по данным Gaia DR2. *Сапожников С.А., Ковалева Д.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 336-340. Рус.

По данным Gaia DR2 в радиусе 100 пк от Солнца исследованы двойные звезды с общим собственным движением до расстояния между компонентами 3 пк. Для исключения возможных случайных совпадений смоделирована искусственная выборка случайных пар. Показано, что принятый способ отбора пар с общим собственным движением делает загрязнение выборки случайными совпадениями незначительным даже при больших расстояниях между компонентами; величина такого загрязнения оценена численно. Получено бимодальное распределение

по логарифму расстояния между компонентами, демонстрирующее для очень широких пар минимум, связанный с распадом систем, на расстоянии  $\sim 0.5$  пк, и дальнейший рост, формируемый распавшимися, медленно расходящимися компонентами.

**21.03-01.263** Поиск компонентов разного возраста в визуальных двойных системах. *Малков О.Ю.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 341-343. Рус.

Предпринята попытка обнаружить среди визуальных двойных звезд системы с компонентами разного возраста. Для этого сравниваются спектральные классы компонентов, а также их массы, оцененные из этой спектральной классификации. Применение этого простого метода к Каталогу орбитальных двойных звезд ORV6 позволило обнаружить тринадцать систем, у которых менее массивный компонент выглядит более проэволюционировавшим (т.е., два компонента, по-видимому, имеют разный возраст). Для уточнения результатов требуются дальнейшие исследования.

**21.03-01.264** Астроклимат места установки телескопа и потери наблюдательного времени. *Панчук А.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 344-350. Рус.

При выборе места установки оптического телескопа основными характеристиками являются статистика ясных ночей, и, впоследствии, статистика качества изображений, набираемая экспедиционными средствами. Поэтому интересно сравнить прогностические оценки с реальной статистикой уже работающего телескопа. По данным службы эксплуатации 6-метрового телескопа БТА оценивается количество наблюдательного времени и потери этого времени, связанные с метеорологическими и техническими ограничениями на эксплуатацию комплекса БТА. Эти оценки могут быть использованы при планировании долгосрочных наблюдательных программ, в т.ч. и программы наземной спектроскопической поддержки проекта «Спектр-УФ».

**21.03-01.265** Неразрешенные двойные звезды в рассеянных звездных скоплениях. *Бородина О.И., Ковалева Д.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 351-357. Рус.

Проведено исследование популяции двойных звезд в рассеянных звездных скоплениях Галактики с использованием данных космической миссии Европейского космического агентства Gaia. Разработаны две независимые методики определения доли неразрешенных двойных звезд в рассеянных звездных скоплениях. Методики исследованы на моделях скоплений, изучены их возможности и ограничения с учетом особенностей наблюдательных данных. Сделаны оценки доли неразрешенных двойных звезд в скоплениях NGC 2516 и NGC 2447.

**21.03-01.266** Обнаружение и каталогизация мало-размерного фрагмента космического мусора 20-й звездной величины. *Базтигареев Н.С., Левкина П.А., Шейн А.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 358-360. Рус.

На обсерватории Терскольского филиала ИНАСАН 24 сентября 2020 г. на комплексе телескопа Цейсс-2000 впервые был обнаружен и наблюдался в течение двух ночей фрагмент космического мусора 20-й звездной величины на геосинхронной орбите, что соответствует размерам менее 10 см. Объект был каталогизирован в динамической базе космических объектов ИПМ им. М.В. Келдыша под номером 71113. Топоцентрическое расстояние до фрагмента во время наблюдений менялось от 36862 км до 37224 км при фазовых углах от  $53^\circ$  до  $68^\circ$ , амплитуда изменения блеска объекта — от 19 до 21-й звездной величины в интегральном свете. Приводятся параметры орбиты и диаграммы изменения блеска.

**21.03-01.267** Проект эшелле-спектрополяриметра первичного фокуса БТА. *Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Юшкин М.В., Сачков М.Е., Якопов Г.В., Верич Ю.Б., Емельянов Э.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 361-367. Рус.

Сообщается о завершении очередного этапа работ по созданию эшелле-спектрографа ESPriF, предназначенного для спек-

троскопии и спектрополяриметрии звезд и планетарных туманностей. Потенциальное качество нового спектрографа оценивается относительно характеристик Основного звездного спектрографа (ОЗСП) БТА, используемого сегодня для обеспечения большей части программ спектроскопии и спектрополяриметрии звезд в РФ. Спектрограф ESPriF планируется использовать в качестве одного из средств наземной поддержки проекта «Спектр-УФ».

**21.03-01.268 Концепция лунного астрофизического УФ телескопа (проект Луна-УФ).** Сачков М.Е., Шугаров А.С., Шагин В.Е., Сичевский С.Г. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 368-373. Рус.

Предложена концепция широкоугольного УФ телескопа небольшой апертуры для проведения обзорных наблюдений в УФ с поверхности Луны с целью устранения неполноты каталога УФ-источников GALEX, а также для решения ряда других научных задач, решение которых затруднено при использовании наземных телескопов. Кратко рассмотрены варианты оптической схемы, способов наведения телескопа, предложены научные светофильтры и современный КМОП детектор.

**21.03-01.269 Спектральные исследования газа в туманностях (спектрограф SING): общие задачи и предварительный оптический расчет.** Сачков М.Е., Чандра Б., Мурти Д., Шагин В.Е., Прабха Ш., Пракаш А., Наир Б.Г., Сафонова М.В., Рай Р., Мохан Р. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 374-379. Рус.

Ультрафиолетовый спектральный диапазон (ближний УФ, 180–300 нм; дальний УФ, 115–180 нм) крайне востребован астрофизиками. Успешные космические проекты, такие как IUE, HST, GALEX, ASTROCAT/UVIT и другие, дали ученым совершенно новые данные для астрофизических исследований. Прямые УФ-изображения неба позволяют проследить морфологию протяженных объектов (планетарных туманностей, остатков сверхновых и т.д.), но эти данные дают очень ограниченную информацию о понимании физических условий (температура, плотность, поле излучения). Спектроскопические наблюдения позволяют изучать локальные физические условия, но обычно только в одной точке протяженной туманности. Спектроскопия, основанная на наблюдениях с помощью спектрографа с длинной щелью, позволяет объединить два этих метода. Для изучения динамики и эволюции протяженных объектов мы предлагаем такой инструмент — SING (Spectroscopic Investigation of Nebular Gas, спектроскопические исследования газа туманностей). Мы планируем установить его на борту китайской космической станции. В данной статье представлены общие задачи и предварительный оптический расчет прибора SING.

**21.03-01.270 О методе радиомаяка для уточнения орбиты астероида.** Шустов Б.М., Поль В.Г. *Научные труды Института астрономии РАН.* 2020. 5, № 6, с. 380-387. Рус.

Приводятся аргументы в пользу неизбежной интенсификации полетов к астероидам. Это обусловлено ростом внимания к проблеме астероидно-кометной опасности, а также быстрым ростом интереса к освоению астероидных ресурсов. Массовость полетов ставит задачу оптимизации технологии уточнения параметров движения астероидов. Метод радиопередатчика (маяка), размещенного на околоастероидной орбите, позволяет уточнить положение астероида по сравнению с обычными средствами на 2–3 порядка. Отработка такой возможности была заложена в космическом проекте «Апофис», который ранее предлагался для включения в Федеральную космическую программу, а сейчас может быть частично реализован в рамках проекта «Буранг».

**21.03-01.271 Теоретические радианты и скорости метеорных потоков, связанных с астероидами, сближающимися с Землей, открытыми в 2009–2014 гг.** Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Хамроев У.Х., Кулаев И.В., Джеммухаммади А.И. *Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2019, № 1, с. 57-95. Рус.

Изучены динамические свойства астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), открытых в наблюдениях за период 1.01.2009 — 31.12.2014 гг. Выявлено, что согласно постоянной Тиссерана 274 АСЗ двигаются по кометоподобным орбитам, которые пересекают орбиту Земли. Исследование эволюции орбит данных АСЗ под действием планетных возмущений показало, что за один цикл изменения аргумента перигелия 216 астероидов пересекают орбиту Земли 4 раза и 50 астероидов — 8 раз. Следовательно, если эти АСЗ в действительности являются ядрами угасших комет, то, согласно теории образования и эволюции метеороидных роев, каждый из них может быть родительским телом метеороидного роя, порождающего четыре или восемь метеорных потоков. В статье представлены результаты вычисления теоретических геоцентрических радиантов, скоростей и дат максимальной активности 1287 метеорных потоков возможных связанных с 274 АСЗ. Поскольку рассматриваемые родительские тела двигаются в своих метеороидных роях, то теоретические радианты метеорных потоков определяют направления, скорости и даты возможных столкновений этих тел с Землей.

**21.03-01.272 Исследование фотометрических параметров комет семейства Сатурна.** Асоев Х.Г. *Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2019, № 1, с. 96-103. Рус.

Изучена эволюция абсолютной яркости ( $m_0$ ) и фотометрического параметра ( $n$ ) комет 28P/Neujmin 1, 53P/Van Biesbroeck и 92P/Sanguin за все время их наблюдения и возможная связь этих фотометрических параметров от активности Солнца. Выявлено, что изменения этих параметров незначительны, и они не связаны с изменениями элементов орбит комет и с активностью Солнца. Изменение параметров орбит может быть обусловлено покрытием поверхности ядер комет темным тугоплавким слоем.

**21.03-01.273 Сравнительный анализ определения траекторий и скоростей болидов, сфотографированных болидными и цифровыми камерами.** Кожирова Г.И., Хамроев У.Х., Латипов М.Н. *Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2019, № 2, с. 40-51. Рус.

Фотографические наблюдения активности метеорного потока Персеид проведены болидной сетью Таджикистана во время максимума потока в течение 2007–2011 гг. За этот период сфотографировано 29 болидов Персеид. В результате астрометрической обработки полученного наблюдательного материала определены атмосферные траектории, скорости, орбиты метеороидов. Часть из них зарегистрирована одновременно болидными и цифровыми камерами и для них выполнена независимая обработка. В данной работе представлен сравнительный анализ результатов определения динамических параметров метеороидов, сфотографированных разной аппаратурой. Достаточная точность определения параметров показывает надежность и преимущество использования цифровых камер в болидных наблюдениях.

**21.03-01.274 Международная экспедиция в Памирскую астрономическую обсерваторию.** Кожирова Г.И., Рахматуллаева Ф.Д. *Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2019, № 3, с. 112-115. Рус.

**21.03-01.275 Космические исследования лесов.** Стыценок Ф.В., Барташев С.А. *Земля и Вселенная.* 2020, № 6, с. 5-17. Рус.

Леса — наиболее распространенный тип наземных экосистем планеты. Занимая около 1/3 поверхности суши Земли, они синтезируют почти 2/3 массы ее органических веществ, являясь важнейшим регулятором глобальных биохимических и биофизических процессов, включая циклы углерода и воды, поддерживают кислородный и энергетический баланс. Каково же состояние лесов планеты? Сколько их и где они произрастают, каковы их породный состав и продуктивность, как быстро они меняются и в какой мере способны сейчас — и смогут ли в будущем — выполнять свои функции регулятора климата и

круговорота воды, среды обитания многочисленных растений и животных, фактора здоровья людей, наконец, источника древесных ресурсов? Каков масштаб влияния антропогенных (т. е. порожденных человеком) факторов на лесной покров Земли и ведут ли они к его деградации?

**21.03-01.276 Леса в современном мире. Лукина Н.В. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 18-26. Рус.**

Эффективным ответом на современные глобальные вызовы: рост населения Земли, глобализация, урбанизация, миграция, изменения климата — является развитие лесной биоэкономики замкнутого цикла как альтернативы линейной экономике, базирующейся на ископаемом сырье, которая привела к деградации окружающей среды и сокращению биоразнообразия. Сохранение биоразнообразия лесов и обеспечение баланса между их экосистемными услугами — предпосылка устойчивого функционирования биосферы и успешного экономического развития нашего государства — мировой лесной державы.

**21.03-01.277 Сейсмогенно-триггерная гипотеза усиления эмиссии метана и изменения климата в Арктике. Лобковский Л.И. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 27-36. Рус.**

Рассматривается сейсмогенно-триггерная гипотеза возникновения фаз резкого увеличения эмиссии метана и потепления климата в Арктике как следствие сильных механических возмущений краевой области арктической литосферы, вызванных сильнейшими землетрясениями в Алеутской зоне субдукции, передачи этих возмущений в область арктического шельфа и прилегающей суши и триггерного эффекта высвобождения метана из многолетнемерзлых осадочных пород и метастабильных газогидратов с последующими выбросами парникового газа в атмосферу.

**21.03-01.278 Сейсмические деформации в древнем поселении Кыркхуджа, расположенном на великом шелковом пути в Папском районе Узбекистана. Корженков А.М., Анарбаев А.А., Усманова М.Т., Захидов Т.К., Максудов Ф.А., Саидов М.М., Кубаев С.Ш., Насриддинов Ш.Н., Родина С.Н., Варданян А.А. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 37-59. Рус.**

Полученные в ходе археологических и палеогеографических исследований результаты свидетельствуют о том, что дельтовая часть Гавасая (притока р. Сырдарья) была освоена в X в. до н.э., и здесь в течение около 500 лет процветало поливное земледелие. В V в. до н.э. на территории городища Кыркхуджа строится город Пап (Баб) площадью более 10 га. Он состоял из трех частей: цитадель, шахристан и пригород (рабад). Через 4 века Кыркхуджа, как все города Северной Ферганы, пострадал в 90-х гг. до н.э. вследствие сильного землетрясения. После этого на Кыркхудже были построены новые крепостные стены шириной до 8 м, при этом старые используются как фундамент. В конце IV–V в. н.э. вследствие сильных разрушений во время следующего землетрясения население покидает городище Кыркхуджа. Выявленные во время исследований сильные разрушения и повреждения специфической структуры однозначно указывают на сейсмический генезис деформаций на городище Кыркхуджа. Судя по факту невозможности определить систематику деформаций в руинах Кыркхуджы, очаг древнего землетрясения располагался неподалеку от городища. Само оно находится на размытых адырах, растущих внутривпадинных антиклинальных поднятиях. За их образование, рост и сейсмическую активность отвечают сейсмоактивные разломы, залегающие под адырами. Разрывные плоскости, сформировавшиеся во время изученных древних и современных сильных землетрясений, располагаются под адырами. Анализ существующих геолого-тектонических материалов по району исследований позволил выявить геологические причины сейсмических процессов, которые предопределены новейшей историей тектонического развития и тем положением, которое занимает Северо-Ферганская сейсмически активная зона в общей структуре Западного Тянь-Шаня. Необходимо учесть важный фактор повышения сейсмического риска в связи с тем, что Наманганская область расположена в предгорной территории, непосредственно в зоне Северо-Ферганского разлома и его одноименной флексурно-разрывной зоне. Тем самым Наман-

ганская обл. находится в сфере их активного влияния. Резюмируя, отметим, что с одной стороны, геодинамические процессы, связанные с тектоническим режимом Северо-Ферганского разлома и его одноименной флексурно-разрывной зоной, продолжают развиваться. С другой стороны, с учетом повторяемости сильных землетрясений, отсутствие более 36 лет сильного землетрясения с магнитудой  $M=5.0$  в Наманганской сейсмогенной зоне является веской причиной для объявления тревоги ожидания сильного землетрясения с  $M=5.0$  в Наманганской области, в том числе в Папском районе, где расположен археологический памятник Кыркхуджа.

**21.03-01.279 Второй «лунный корабль» продолжает полет. Апаньева В.И. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 60-63. Рус.**

doi=10.7868/S0044394820060055.

**21.03-01.280 Школа. Лето. Космос. Хожлов А.В. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 64-68. Рус.**

doi=10.7868/S0044394820060067.

**21.03-01.281 Летняя космическая школа — 2020. Шкубин П.С. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 69-71. Рус.**

doi=10.7868/S0044394820070063.

**21.03-01.282 Викторина юных физиков Отделения физических наук РАН. Наумов А.В., Магарян К.А., Голованова А.В. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 72-74. Рус.**

С 4 по 24 мая 2020 года, в период вынужденной самоизоляции для многих граждан нашей страны, Отделение физических наук РАН провело Всероссийскую онлайн-викторину юных физиков. Вопросы и задачи викторины, предложенные членами и профессорами РАН, были ориентированы на школьников, интересующихся физикой и астрономией.

**21.03-01.283 Фотонная ракета: фантазии и физическая реальность. Александров Е.Б. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 89-93. Рус.**

doi=10.7868/S0044394820100060.

**21.03-01.284 «Небесная Франция». Соломонов Ю.В. Земля и Вселенная. 2020, № 6, с. 94-95. Рус.**

doi=10.7868/S0044394820110067.

**21.03-01.285 Предельные значения как универсальный метод описания физической реальности. Limit values as an universal method of description of physical reality. Bolotin Yu.L., Cherkaskiy V.A., Yanovsky V.V. Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 6-12. Англ.**

There are two main forms of cognition of Nature: empiric knowledge obtained from the experience, and theory as system of ideas and principles. Each of the two forms uses its own methods. While empirics or phenomenology is based on experiments, theory mostly deals with axiomatic approach. Every axiomatics starts from the principal question: what statements should be chosen as axioms? The present work uses the existence of limit values as the initial axiom. It is well known that the statement about the existence of minimum quantum of action  $\hbar$  is sufficient to build all the Quantum Mechanics, likewise maximum velocity value  $c$  — for the Special Relativity. Similar approach can be realized in General Relativity as well, which can be built on the postulated existence of limit (maximum) power  $\eta=c/4G$ . It seems natural in context of this axiomatics to transit from the traditional Planck's units to the modified ones, i.e. from the set  $(\hbar, c, G)$  to  $(\hbar, c, \hbar)$ , with the latter containing exclusively limit values. The approach considered in the present paper opens new exciting possibilities for interpretation of the known results and obtaining the new ones.

**21.03-01.286 Азбука космографии. The ABC of cosmography. Bolotin Yu.L., Zazunov L.G., Konchatnyi M.I., Lemets O.A. Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 13-15. Англ.**

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114129>.

**21.03-01.287 Столетие AGR: космическая паутина на фоне темной энергии. AGR centennial: cosmic web in dark energy background. Chernin A.D. Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 16-18. Англ.**

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114218> The

basic building blocks of the Cosmic Web are groups and clusters of galaxies, superclusters (pancakes) and filaments embedded in the universal dark energy background. The background produces antigravity, and the antigravity effect is strong in groups, clusters and superclusters. Antigravity is very weak in filaments where matter (dark matter and baryons) produces gravity dominating in the filament internal dynamics. Gravity-antigravity interplay on the large scales is a grandiose phenomenon predicted by AGR theory and seen in modern observations of the Cosmic Web.

**21.03-01.288 Квантовая модель заряженной черной дыры.** Quantum model of a charged black hole. *Gladush V.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 19-22. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114219> A canonical approach for constructing of the classical and quantum description spherically-symmetric con guration gravitational and electromagnetic fields is considered. According to the sign of the square of the Kodama vector, space-time is divided into  $R$ - and  $T$ -regions. By virtue of the generalized Birkhoff theorem, one can choose coordinate systems such that the desired metric functions in the  $T$ -region depend on the time, and in the  $R$ -domain on the space coordinate. Then, the initial action for the configuration breaks up into terms describing the fields in the  $T$ - and  $R$ -regions with the time and space evolutionary variable, respectively. For these regions, Lagrangians of the configuration are constructed, which contain dynamic and non-dynamic degrees of freedom, leading to constrains. We concentrate our attention on dynamic  $T$ -regions. There are two additional conserved physical quantities: the charge and the total mass of the system. The Poisson bracket of the total mass with the Hamiltonian function vanishes in the weak sense. A classical solution of the field equations in the configuration space (minisuperspace) is constructed without fixing non-dynamic variable. In the framework of the canonical approach to the quantum mechanics of the system under consideration, physical states are found by solving the Hamiltonian constraint in the operator form (the DeWitt equation) for the system wave function  $\Psi$ . It also requires that  $\Psi$  is an eigenfunction of the operators of charge and total mass. For the symmetric of the mass operator the corresponding ordering of operators is carried out. Since the total mass operator commutes with the Hamiltonian in the weak sense, its eigenfunctions must be constructed in conjunction with the solution of the DeWitt equation. The consistency condition leads to the ansatz, with the help of which the solution of the DeWitt equation for the state  $\Psi_{em}$  with a defined total mass and charge is constructed, taking into account the regularity condition on the horizon. The mass and charge spectra of the configuration in this approach turn out to be continuous. It is interesting that formal quantization in the  $R$ -region with a space evolutionary coordinate leads to a similar result.

**21.03-01.289 Квантование сферически-симметричной конфигурации гравитационного и электромагнитного полей.** Quantization of the spherically symmetric configuration of the gravitational and electromagnetic fields. *Holovko M.G., Gladush V.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 23-26. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114223> To construct a quantum model of a charged black hole (CBH), we introduce a modified description of the configuration of the electromagnetic and gravitational fields in a spherically symmetric space-time, which consists of  $T$ - and  $R$ - regions. We choose such coordinate system that the desired metric functions depend only on the time coordinate in the  $T$ -region, and on the space coordinate in the  $R$ -region. Then, the initial action for the configuration decays into terms which describe the fields in the  $T$ - and  $R$ -regions with the time and the space evolutionary coordinate respectively. We define new coordinates in the  $R$ - and  $T$ - regions, what allows us to unify the form of the Lagrangians, in each of them and carry out their uniform analysis. Then we construct the canonical formalism for obtained degenerate system according to the method of D.M. Gitman and I.V. Tyutin. It appears that system contains non-physical degrees of freedom. For their explicit separation we carry out the canonical transformation to new canonical variables. In these variables the constraints are reduced to the canonical form and physical part of the Hamilton function of the system is

identically equal to zero. This leads to the fact that the desired wave function is determined only by the eigenvalue equations for the operators of observable physical quantities. According that considered system has only two observables — charge and mass of black hole — for further construction of quantum model of this system we introduce its mass and charge functions and find their expression in the new canonical variables. The solution of eigenvalue equations for corresponding operators leads to continuous spectra of charge and mass in considered model of CBH.

**21.03-01.290 Дифракция высоких энергий и соотношения двойственности.** High-energy diffraction and duality relations. *Jenkovszky László, Szanyi István.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 27-34. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.115466> Relations between elastic and inelastic diffraction due to Regge factorisation and pomeron dominance are discussed in the light of the new phenomena discovered at the LHC in nearly forward scattering.

**21.03-01.291 Соотношение количества изображений  $n$ -точечной гравитационной линзы и количества решений ее системы.** Correlation of the number of images of an  $n$ -point gravitational lens and the number of solutions of its system. *Kotvytskiy A.T., Bronza S.D., Shablenko V.Yu.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 35-37. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114229> In this paper, we study the correlation between the number of solutions of a system of lens equations and the number of source images that a gravitational lens has. We defined the concept of an image in a gravitational lens. To find the set of solutions of a system of lens equations, we applied methods of algebraic geometry.

**21.03-01.292 Ядра в гало темной материи с анизотропным распределением Осипкова—Мерритта и максимальной фазовой плотностью.** Cores in dark matter haloes with anisotropic Osipkov—Merritt distribution and maximal phase-space density. *Rudakovskiy A.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 41-44. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114259> This paper describes the developed model of dark matter cored density profiles. This model was recently proposed by Dmytro Iakubovskiy (Iakubovskiy and Rudakovskiy, in preparation). It has only one extra parameter — the maximal value  $f_{max}$  of phase-space distribution function — that turn a cusped Navarro—Frenk—White density profile into a cored one. This paper focuses on the estimation of the influence of velocity anisotropy on the cored density profile by using the Osipkov—Merritt model. The density profiles of the typical dwarf-spheroidal galaxy for different masses of fermionic dark matter particle and different anisotropy parameters  $r_a$  was calculated. It was obtained that the influence of velocity anisotropy on the cored density profile is small.

**21.03-01.293 Определение ориентации скопления галактик по рентгеновским снимкам методом FOCAS.** Determination of the galaxy cluster orientation using x-ray images by FOCAS method. *Shevchenko S.Yu., Tugay A.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 45-47. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114263> In our work we considered orientations of bright X-ray halos of the galaxy clusters (mainly Abell clusters). 78 appropriate clusters were selected using data from Xgal sample of extragalactic objects in XMM-Newton observation archive. Position angles and eccentricities of these halos were calculated applying FOCAS method. No privileged orientations were found.

**21.03-01.294 Несвязанные области устойчивых круговых орбит в присутствии массивного скалярного поля.** Disconnected regions of stable circular orbits in presence of massive scalar field. *Stashko O.S., Zhdanov V.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 48-50. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114270> We



study circular orbits around a static spherically symmetric configuration of General Relativity in presence of a nonlinear massive scalar field (SF). The problem deals with a family of solutions to Einstein — SF equations with the SF potentials that are negative for some SF values in order to consider black hole configurations. We show that, for some parameters of the family, there can exist two disconnected regions of stable circular orbits around the configuration. Such regions can exist both for black hole and for naked singularities.

**21.03-01.295 Статистический анализ крупномасштабной структуры Вселенной.** Statistical analysis of large-scale structure of Universe. *Тугау А.В. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 51-53. Англ.

While galaxy cluster catalogs were compiled many decades ago, other structural elements of cosmic web are detected at definite level only in the newest works. For example, extragalactic filaments were described by velocity field and SDSS galaxy distribution during the last years. Large-scale structure of the Universe could be also mapped in the future using ATHENA observations in X-rays and SKA in radio band. Until detailed observations are not available for the most volume of Universe, some integral statistical parameters can be used for its description. Such methods as galaxy correlation function, power spectrum, statistical moments and peak statistics are commonly used with this aim. The parameters of powerspectrum and other statistics are important for constraining the models of dark matter, dark energy, inflation and brane cosmology. In the present work we describe the growth of large-scale density fluctuations in one- and three-dimensional case with Fourier harmonics of hydrodynamical parameters. In result we get power-law relation for the matter power spectrum.

**21.03-01.296 Содержание циркония в центральной части карликовой сфероидальной галактики Fornax.** Zirconium abundances in the central part of the DsPH Fornax galaxy. *Andrievsky S.M., Korotin S.A., Hill V., Zhukova A.V. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 54-56. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117154> We derived LTE zirconium abundance in a sample of 81 giant stars in dwarf spheroidal Fornax galaxy. The LTE synthesis was used for this aim. We obtained the lower Zr abundance in Fornax galaxy comparing to the relevant value in the thick/thin disc of the Milky Way. We note that this result may be affected by the NLTE effects that decrease the real zirconium abundance.

**21.03-01.297 Статистически оптимальное моделирование плоских затмений и транзитов экзопланет. Алгоритмы "Wall-Supported Polynomial" (WSP).** Statistically optimal modeling of flat eclipses and exoplanet transits. The "Wall-Supported Polynomial" (WSP) algorithms. *Andrych K.D., Andronov I.L., Chinarova L.L. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 57-62. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.118521> The methods for determination of the characteristics of the extrema are discussed with an application to irregularly spaced data, which are characteristic for photometrical observations of variable stars. We introduce new special functions, which were named as the "Wall-Supported Polynomial" (WSP) of different orders. It is a parabola (WSP), constant line (WSL) or an "asymptotic" parabola (WSAP) with "walls" corresponding to more inclined descending and ascending branches of the light curve. As the interval is split generally into 3 parts, the approximations may be classified as a "nonpolynomial splines". These approximations extend a parabolic/linear fit by adding the "walls" with a shape, which asymptotically corresponds to the brightness variations near phases of the inner contact. The fits are compared to that proposed by Andronov (2010, 2012) and Mikulasek (2015) and modified for the case of data near the bottom of eclipses instead of wider intervals of the light curve. The WSL method is preferred for total eclipses showing a brightness standstill. The WSP and WSAP may be generally recommended in a case of transit eclipses, especially by exoplanets. Other two methods, as well as the symmetrical polynomials of statistically optimal order, may be recommended in a general case of non-total eclipses. The method was illustrated by application to observations of a newly discovered eclipsing binary

GSC 3692-00624 = 2MASS J01560160+5744488, for which the WSL method provides 12 times better accuracy.

**21.03-01.298 Ионизационные потери и ударное возбуждение атомов  $^{44}_{20}\text{Ca}$  I и  $^{44}_{20}\text{Ca}$  II в холодных остатках сверхновых типа II.** Ionisation loss and shock excitation of  $^{44}_{20}\text{Ca}$  I and  $^{44}_{20}\text{Ca}$  II atoms in cold remnants of type II supernovae. *Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 63-68. Рус.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.118314> The light emission ("glow") of cold dusty plasma of the remnant of SN 1987A was confirmed by the Hubble Space Telescope observations on 7th January, 1995. In particular, Ca I and Ca II lines were recorded and identified in the spectrum of the supernova's envelope. The period of complete hydrogen recombination in the remnant is 800 days. Thus, it is only radioactive decay that could be a primary source of the plasma light emission at the moment of observation. This paper describes the conditions of shock excitation and recombination of  $^{44}_{20}\text{Ca}$  resulted from the decay of radioactive  $^{44}_{22}\text{Ti}$  travelling in the remnant's cold dust. The overionisation in the remnant resulted from the motion of the  $^{44}_{20}\text{Ca}$  recoil nucleus, as well as its impact on the spectrum formation, was studied. It has been shown that the calcium lines are formed by the  $^{44}\text{Ca}$  Ca II ion in the inner layers of the remnant. We have reached the conclusion that the Ca I/Ca II line strength ratio corresponds to the isotopic abundance ratio  $[^{44}\text{Ca}]/[^{40}\text{Ca}]$  in Type II supernova remnants.

**21.03-01.299 Радиоактивные молекулы в остатке SN1987a.** Radioactive molecules in SN1987a remnant. *Doikov D.N., Savchuk N.V., Yushchenko A.V. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 69-75. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114273>.

**21.03-01.300 Содержание молибдена и рутения в холодных звездах галактического диска.** Molybdenum and ruthenium abundances in cool stars of the galactic disc. *Gorbaneva T.I., Mishenina T.V. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 76-77. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114274> We revise the molybdenum and ruthenium abundances in FGK stars with metallicities ranging from  $-1.0 < [\text{Fe}/\text{H}] < +0.3$ . The observed stars belong to the substructures of the Galaxy. The observations were conducted using the 1.93 m telescope at Observatoire de Haute-Provence (OHP, France) equipped with the echelle type spectrographs ELODIE and SOPHIE. The results are based on analyses of spectra that have a typical S/N  $\sim 100-300$  and a resolution of 42 000. These estimates were obtained using synthetic spectra computed with LTE model atmosphere.

**21.03-01.301 Активность вращающейся материи в звезде Хербига АЕ / ВЕ, MWC 614.** Circustellar matter activity in AE/BE Herbig star MWC 614. *Ismailov N.Z., Adigezalzade A.N., Bashirova U.Z. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 78-84. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117155> The results of spectral observations of the Herbig Ae/Be type star HD 179218 are presented. Two wave-like cycles of variability in the parameters of hydrogen lines  $\text{H}_\alpha$  and  $\text{H}_\beta$  with a characteristic time of  $\sim 40$  days are revealed. The first wave of variations is deeper; the branches of decreasing and increasing the spectral parameters of the lines are more clearly expressed. At the time of the first minimum, in the profile of the emission line  $\text{H}_\alpha$  the appearance and disappearance of additional blue and red emission components are observed. At the same time, narrow absorption components were discovered in the  $\text{H}_\beta$  line. Possible mechanisms of the observed variability of the star are discussed.

**21.03-01.302 Обновленные световые элементы 10 звезд RRab в созвездиях Antlia, Caelum и Sculptor.** Updated light elements of 10 RRab stars in the Antlia, Caelum and Sculptor constellations. *Kolotsey A., Atroschenko M., Dubrovski S.A., Baluk I.I. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 85-88. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117671> This paper presents the results of verification of the periods and other characteristics of 10 variable stars. The All Sky Automated Survey

(ASAS) data have been used in this verification study. 10 RRab stars in the Antlia, Caelum and Sculptor constellations have been investigated. The study was performed using the software package developed by S.A. Dubrowski and V.P. Goranski.

**21.03-01.303 Спектральная эволюция коротких мягких гамма-всплесков.** Short soft  $\Gamma$ -ray burst spectral evolution. *Kondratyev V.N.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 89-90. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114279> Short Soft Gamma-Ray bursts are considered as neutron star crust magnetoemission. Statistics of temporal burst properties are shown to display universal features.

**21.03-01.304 Синтез намагниченных ядер при взрыве сверхновой.** Synthesis of magnetized nuclei at supernova explosion. *Kondratyev V.N., Nurtayeva U.M., Zhomartova A.Zh., Mishenina T.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 91-92. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114335> Influence of magnetorotational instabilities in astrophysical plasma at supernova explosion on synthesis of chemical elements is investigated. At field strength less than 10 teratesla nuclear magnetic susceptibility exhibits linear regime with enhanced nuclear binding energy for open shell nuclei. Effects of ultra-strong nuclear magnetization are demonstrated to enhance the portion of titanium product. The relation to an excess of titanium isotopes revealed from the Integral mission data and galactic chemical evolution is discussed.

**21.03-01.305 Анализ фазовой плоскости фотометрических вариаций долгопериодических переменных.** Phase plane analysis of the photometrical variations of long-period variables. *Kudashkina L.S., Andronov I.L.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 93-97. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114346> Using the phase plane diagrams, the phase light curves of a group of the Mira-type stars and semi-regular variables are analyzed. As generalized coordinates  $x$  and  $x$ -dot, we have used  $m$  — the brightness of the star and its phase derivative. We have used mean phase light curves using observations of various authors. The data typically span a large time interval (nearly a century). They were compiled from the databases of AAVSO, AFOEV, VSOLJ, ASAS and approximated using a trigonometric polynomial of statistically optimal degree. As the resulting approximation characterizes the auto oscillation process, which leads to a photometrical variability, the phase diagram corresponds to a limit cycle. For all stars studied, the limit cycles were computed. For a simple sine-like light curve, in e.g., L<sub>2</sub> Pup, the limit cycle is a simple ellipse. In a case of more complicated light curve, in which harmonics are statistically significant, the limit cycle has deviations from the ellipse. In an addition to a classical analysis, we use the error estimates of the smoothing function and its derivative to constrain an “error corridor” in the phase plane.

**21.03-01.306 Физические параметры протопланетного диска, окружающего молодую звезду IRAS 22150 + 6109.** Physical parameters of protoplanetary disk surrounding IRAS 22150+6109 young star. *Kuratova A.K., Zakhozhay O.V., Kuratov K.S., Zakhozhay V.A., Miroshnichenko A.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 98-100. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114371>.

**21.03-01.307 Вариации профиля H $\alpha$  and H $\beta$  в спектрах звезды 55 Cyg.** H $\alpha$  and H $\beta$  profile variations in the spectra of the star 55 Cyg. *Maharramov Y.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 101-107. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114351> We study the variability of the H $\alpha$  and H $\beta$  lines in the spectra of 55 Cyg based on observations acquired in 2014 on the 2-m telescope of Shamakhy Astrophysical Observatory. In this work line profiles of H $\alpha$  and H $\beta$  are described extensively and compared with early observations. The profile of H $\alpha$  line vanishes or almost vanishes in the spectra on some epochs again. Our observations showed that when the H $\alpha$  line disappeared or weaken sharply in the spectra, the HeI and H $\beta$  line are redshifted, but no synchronous

variabilities were observed in other spectral lines (CII and others) formed in deeper layers of the stellar atmosphere. In addition, the profiles of the H $\alpha$  and H $\beta$  lines have been analysed, as well as their relations with possible conditions of the atmosphere of 55 Cyg. We revealed that the structures of photospheric (CII, HeI etc.) absorption line profiles, as well as H $\beta$  line, their radial velocities and equivalent widths are variable. These events may be associated with a manifestation of the non-stationarity of the atmosphere or non-sphericity of the stellar wind.

**21.03-01.308 Три гиганта — участники открытого скопления M 67.** Three giants — members of the open cluster M 67. *Mishenina T., Klochkova V., Panchuk V., Basak N., Kovtyukh V., Korotin S., Velichko A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 108-112. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114355> We determined the atmospheric parameters and chemical composition of the three giants, which are members of the open cluster M 67. The high resolution spectra (R=60 000) were obtained with the echelle spectrograph NES mounted on the 6-meter telescope of the SAO RAS. Obtained variations in Na and Zr abundances are within the determination errors. The Li abundance suggest a depletion of Li in the course of stellar evolution. For studied giants, the iron abundances derived from the neutral and ionized iron lines have not shown any significant discrepancies. The [Ba/Fe] values are close to the solar ones.

**21.03-01.309 Трехмерные численные гидродинамические модели прецессирующего толстого аккреционного диска, а также генерации в состоянии включения и выключения в микроквазарах.** 3D numerical hydrodynamical models of the precessing thick accretion disk and on- and off-state generations in microquasars. *Nazarenko V.V., Nazarenko S.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 113-116. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114365> The thick accretion disk and donor’s wind on the example of CYG X-1 are computed. The main aim of the present simulations is to calculate the precessing thick accretion disk and ON- and OFF-state generation by the methods of 3D numerical hydrodynamics. The main task of the present research is to investigate the dependencies of the central disk temperature and mass accretion rate versus time. Non-stationary Euler’s hydrodynamical equations are resolved by astrophysical variant of large-particle method by Belotserkovskii—Davydov. The ON- and OFF-state generation for the precessing thick accretion disk was setting. The correlation between radio flux and X-ray was setting. Our present calculations also show that in the cases of the thick accretion disk the jet velocities will be close to 0.24—0.26 of light speed (see for instance SS433) and on contrary in the cases of a thin accretion disk jet velocities will be close to 0.98—99 of light speed (see for instance CYG X-1).

**21.03-01.310 Ультраволновой мониторинг изменяющегося внешнего вида AGN NGC 2617 во время изменений состояния.** Ulti-wavelength monitoring of the changing-look AGN NGC 2617 during state changes. *Oknyansky V.L., Gaskell C.M., Huseynov N.A., Mikhailov Kh.M., Lipunov V.M., Malanchev N.I., Tsygankov S.S., Gorbovskov E.S., Tatarnikov A.M., Metlov V.G., Shatsky K.L., Brotherton M.B., Kasper D., Du P., Chen X., Burlak M.A., Buckley D.A.H., Rebolo R., Serra-Ricart M., Podesta R., Levato H.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 117-120. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114366> Optical and near-infrared photometry, optical spectroscopy, and soft X-ray and UV monitoring of the changing-look active galactic nucleus NGC 2617 show that it continues to have the appearance of a type-1 Seyfert galaxy. An optical light curve for 2010—2017 indicates that the change of type probably occurred between 2010 October and 2012 February and was not related to the brightening in 2013. In 2016 and 2017 NGC 2617 brightened again to a level of activity close to that in 2013 April. However, in 2017 from the end of the March to end of July 2017 it was in very low level and starting to change back to a Seyfert 1.8. We find variations in all passbands and in both the intensities and profiles of the broad

Balmer lines. A new displaced emission peak has appeared in  $H\beta$ . X-ray variations are well correlated with UV—optical variability and possibly lead by  $\sim 2\text{--}3^d$ . The K band lags the J band by about  $21.5 \pm 2.5^d$  and lags the combined  $B+J$  bands by  $\sim 25^d$ .  $J$  lags  $B$  by about 3 d. This could be because  $J$ -band variability arises predominantly from the outer part of the accretion disc, while  $K$ -band variability is dominated by thermal re-emission by dust. We propose that spectral-type changes are a result of increasing central luminosity causing sublimation of the innermost dust in the hollow bi-conical outflow. We briefly discuss various other possible reasons that might explain the dramatic changes in NGC 2617.

**21.03-01.311 Особенности скоплений галактик O-типа.** The peculiarities in O-type galaxy clusters. *Panko E.A., Emelianov S.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 121-123. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114369> We present the results of analysis of 2D distribution of galaxies in galaxy cluster fields. The Catalogue of Galaxy Clusters and Groups PF (Panko—Flin) was used as input observational data set. We selected open rich PF galaxy clusters, containing 100 and more galaxies for our study. According to Panko classification scheme open galaxy clusters (O-type) have no concentration to the cluster center. The data set contains both pure O-type clusters and O-type clusters with overdense belts, namely OL and OF types. According to Rood—Sastry and Struble—Rood ideas, the open galaxy clusters are the beginning stage of cluster evolution. We found in the O-type clusters some types of statistically significant regular peculiarities, such as two crossed belts or curved strip. We suppose founded features connected with galaxy clusters evolution and the distribution of DM inside the clusters.

**21.03-01.312 Циклы звездной активности: зачем нужны длительные измерения магнитного поля?** Stellar activity cycles: why do we need in the long-term measurements of the magnetic field? *Plachinda S.I., Butkovskaya V.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 124-125. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114374> Solution of the two important problems requires a study of long-term behavior of the magnetic field on stars with nondegenerate matter: firstly, to define the role of the magnetic field on different evolutionary stages of stars; secondly, to know the influence of the star's activity on space weather in the habitable zone. This brief review summarizes the first results of the long-term magnetic field measurements on selected stars.

**21.03-01.313 Улучшенные эфемериды малоизученной затменной двойной системы GSC 3950-00707 = 2mass J20355082 + 5242136.** Improved ephemeris of poorly studied eclipsing binary GSC 3950-00707 = 2mass J20355082+5242136. *Savastru S.V., Marsakova V.I., Andrych K.D., Dubovsky P.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 126-127. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.115819> We made our CCD-observations of GSC 3950-00707 by using the telescope Celestron-14 of Vihorlat Observatory and Astronomical Observatory on Kolonica Saddle. The moments of minima were calculated by using the symmetrical polynomial fit. We also analyzed the observations from automated surveys ASAS-SN and found 3 mean minima by using trigonometrical polynomial fit. The analysis of our observations and data from the surveys allows to conclude that it is the W UMa-type variable and its published period value is not accurate. We analyzed the O—C curve and corrected the elements.

**21.03-01.314 Модель магнитного вырожденного карлика.** Model of magnetic degenerate dwarf. *Sterechynskiy S.V., Dzikovskiy D.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 128-134. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114380> Ключевые слова: degenerate dwarf, critical mass, relativistic parameter, spin-polarization.

**21.03-01.315 Эффекты массопереноса и присутствия третьих компонентов в тесных двойных звездных системах.** Effects of the mass transfer and presence of the third

components in close binary stellar systems. *Tvardovskiy D.E., Marsakova V.I., Andronov I.L.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 135-139. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.115463> In our research, we have studied 6 close binary stellar systems which are eclipsing variables of  $\beta$  Lyrae and W Ursae Majoris types of variability. We have studied their O—C curves. To build them, we used moments of minima, listed in the BRNO database. Also, we used ones, which we obtained as the result of processing of observational data taken from AAVSO database. As the result of the O—C analysis, we detected that all of these stars have parabolic O—C curves, which might be caused by mass transfer from one component to another. In an addition, 3 from researched stars (U Peg, V0523 Cas and WZ Cyg) have superimposed parabolic and cyclic O—C changes that could be caused by presence of the third components in the systems. Also, we calculated minimal possible masses of third components, rates of the mass transfer for these systems and corrected the ephemerides.

**21.03-01.316 Фотометрия и эффект Блажко в звезде типа RR Lyr AE Leo.** Photometry and Blazhko effect in RR Lyr-type star AE Leo. *Udovichenko S.N., Keir L.E.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 140-142. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114381> The photometric observations for the RR Lyr-type star AE Leo in the Astronomical station near Odessa using the 48-cm reflector AZT-3 and the CCD photometer equipped with the V filter have been carried out. The light curves shows variable amplitude of light maxima and the moderate Blazhko effect. The analysis of the O—C light maxima for our observations and the ASAS, NSVS data indicates the secular period changes.

**21.03-01.317 Спектроскопическое исследование слабых южных цефеид с помощью Большого южноафриканского телескопа (SALT).** Первые результаты. Spectroscopical study of faint southern Cepheids with Southern African large telescope (SALT), first results. *Usenko I.A., Kniazev A.Yu., Kovtyukh V.V., Belik S.I., Berdnikov L.N.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 143-145. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117156> First Cepheids observations using echelle-spectrograph HRS fed by Southern African Large Telescope (SALT) were realized during 2016. All spectra have been obtained in the medium resolution mode ( $R \approx 31000\text{--}41000$ ) with high S/N ratio near 50—220. All data were processed using package developed by authors based on the standard system of astronomical data reduction MIDAS. Using new echelle data we found the atmosphere parameters and chemical composition for 30 faint Cepheids of southern hemisphere, where for the most of these stars these results we obtained for the first time. 28 stars are Cepheids after the first-dredge up stage, while ASAS 075842-25336.1 and ASAS 1131714-6605.0 having remarkable Li I 6707.8 Å absorption line and anomalous CNO and Na content could be consider as first crossing of the Cepheids instability strip.

**21.03-01.318 Пульсационная активность малоамплитудной цефеиды Polaris ( $\alpha$  UMi) в 2016—2017 гг.** Pulsational activity of the small-amplitude Cepheid Polaris ( $\alpha$  UMi) in 2016—2017. *Usenko I.A., Kovtyukh V.V., Miroshnichenko A.S., Danford S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 146-148. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114382> We present the results of an analysis of 49 spectra of  $\alpha$  UMi (Polaris) obtained during August—December 2016 and January—March 2017. Frequency analysis displays an unexpected decrease of the pulsational period up to 17.3min in comparison to the 2015 observational set. The radial velocity amplitude was reduced to  $3.43 \text{ km s}^{-1}$  in 2016 and to  $3.31 \text{ km s}^{-1}$  in the beginning of 2017 in comparison with  $4.16 \text{ km s}^{-1}$  in 2015. This result is also unexpected, because during the last decade a gradual amplitude growth has been observed. The average  $T_{eff} = 6021 \text{ K}$  determined from the 2016—2017 data is close to the values determined for the 2001—2015 set.

**21.03-01.319 Характеристики электронно-ядерной**

**модели в теории вырожденных карликов. Уравнение состояния.** The characteristics of electron-nuclear model in the degenerate dwarfs theory. Equation of state. *Vavrukh M.V., Dzikovskiy D.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 149-158. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114384>  
 Within the microscopic theory the ground state energy of spatially homogeneous degenerate relativistic subsystem of electrons in the field of stationary nuclei of  $l$ -th sorts with charges  $z_1, \dots, z_l$  was calculated. In the two- and three-particle electron correlations approximation the contributions of Coulomb interactions to the equation of model state at low temperatures was analyzed.

**21.03-01.320 О концепции составления расширенного каталога FON.** On the concept of the enhanced FON catalog compilation. *Andruk V., Yuldoshev Q., Eglitis I., Pakuliak L., Mullo-Abdolv A., Vaviliva I., Protsyuk Yu., Relke H., Golovnia V., Shatokhina S., Yizhakevych O., Ehgamberdiev Sh., Muminov M., Kokhirova G., Kazantseva L.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 159-162. Англ.

**21.03-01.321 Обработка астрономических изображений для получения высокоточных астрометрических данных.** Astronomical image processing for high-accurate astrometry data. *Dmytrenko A.M., Akhmetov V.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 163-165. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114458>  
 This article presents the main results of the initial processing of some of the astronomical images obtained from the archive of the digitized photographic survey of the whole sky SuperCOSMOS. Using of the median filtering and gaussian convolution procedure with the adaptive kernel allows to carry out the initial processing of astronomical images without calibration frames. After the initial processing, the photo centers of the celestial objects were identified by various methods. It has been concluded that after the use of the mathematical methods for the initial processing of the digitized photographic images, the position of objects is calculated with a higher random and systematic precision.

**21.03-01.322 Визуализация данных метеорных наблюдений в экваториальной системе координат с использованием информационных технологий.** Meteor observational data visualisation in the equatorial coordinate system using information technology. *Golovashchenko V.A., Kolomyiets S.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 166-169. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.115454>  
 As a result of dynamic evolution of IT industry and astronomical research in the XXI century, which have resulted in obtaining large and complex data sets known as Big Data (e.g. data from the European Space Agency missions, such as GAIA mission, etc.), as well as due to rapid development of computer technologies, astronomy and computer science have become closely linked to each other. In the XXI century, Information technology has become an essential part of understanding the world around. This paper presents a solution to the problem of meteor data representation in the second equatorial coordinate (RA-Dec) system using Information Technology. Such a visualisation solution is needed to analyse the results of experiments based on the radar observations conducted in 1972–1978 (stage 1 — the data obtained in 1972 comprise 10,247 meteor orbits), which have been accumulated and stored in the Meteor Database of the Kharkiv National University of Radio Electronics (KNURE). A sample set of data with their characteristics and details about their delivery has been presented by (Kashcheyev—Tkachuk, 1980). An electronic calculator application was developed by employing the model of data visualisation in the form of celestial hemispheres using the object-oriented programming language C#.

**21.03-01.323 Фотографические наблюдения тел Солнечной системы в Главной астрономической обсерватории НАН Украины: окончательные результаты.** Photographic observations of solar system bodies at the Main astronomical observatory of NAS of Ukraine: final results. *Golovnia V., Yizhakevych O., Shatokhina S., Andruk V.*

Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 170-173. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114463>  
 Astrometric photographic observations of Solar system bodies in the frame of different programs were made at MAO NAN of Ukraine during 1950–2005. 9245 plates with the images of planets and their natural satellite, Moon, minor planets, comets and artificial satellites were obtained and processed in the late 20th century. At the beginning of the 21st century, the UkrVO Joint Digital Archive (JDA) was created, which is accessible at the MAO NAS resources (<http://gua.db.ukr-vo.org/archivespecial.php>). To digitize the plate archive for the JDA database, flat bed scanners were used and the software was specially developed on the basis of the LINUX/MIDAS/ROMAFOT software for the processing of wide-field images, as well as searching for the images of minor planets and comets on the Northern sky survey program plates. Up to the present time, the photographic plates with images of outer planets and their satellites have been re-processed. The final result of the long-lasting program of the photographic positional observations of Solar system bodies are summarized and presented in this publication.

**21.03-01.324 Об оцифровке одесской коллекции астрономических негативов. Экспертиза фотосканера Epson perfection V 700.** On the digitisation of Odessa collection of astronomical negatives. Examination of the Epson perfection V 700 photo scanner. *Kashuba S., Andruk V., Kashuba V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 174-177. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114277>  
 Ключевые слова: astronegative, scanning, processing of digitized plates.

**21.03-01.325 Контролируемое автоматическое определение внегалактических источников в каталоге WISE and SuperCOSMOS.** Supervised automatic identification of extragalactic sources in the WISExSuperCOSMOS catalogue. *Khrantsov V., Akhmetov V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 178-181. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114465>  
 We present new catalogue of ~8,500,000 extragalactic objects as a result of automatic classification of WISE and SuperCOSMOS (SCOS) cross-identification product. The main goal is to create a set of candidates in extragalactic objects due to colour (photometric) features through machine learning techniques. Extragalactic sources were separated from stars in high-dimensional colour space using Support Vector Machine (SVM) classifier. Construction of catalogue of the extragalactic objects is based on the four important procedures: 1. Cross-identification of the WISExSCOS catalogues. 2. Training set creation (Gaia DR1 and 2MASX\XSC data). 3. Feature engineering and colour-space constructing for further learning and classification. 4. Fine-tuning of SVM and separation and classification processes. In result we got high-accuracy (~98%) algorithm for extragalactic source identification in built colour space. Product of algorithm realization is presented as photometric catalogue of the extragalactic objects and can be used for further astronomical investigations.

**21.03-01.326 Точность наблюдений астероидов на Николаевской обсерватории по сравнению с различными опорными каталогами.** Accuracy of Mykolaiv asteroid observations with different reference catalogues. *Maigurova N.V., Potazan A.V., Vodryagin D.V., Bondarchuk L.E.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 182-185. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114488>  
 The results of astrometric reductions of main belt asteroid observations with usage of 3 different reference catalogues are presented. The high precision catalogs CMC15, UCAC4 and GAIA DR1 were used as reference catalogues for calculation asteroid equatorial coordinates. The asteroid observations were carried out at KT-50 telescope of the RI “MAO” Mobitel complex during 2016. The array contains 1666 positions of 68 asteroids mainly in range of (11–15) magnitudes. The differences (O–C) were calculated by comparing the obtained topocentric positions with the HORIZONS ephemerides of the JPL laboratory. The mean square errors of the

(O—C) values were used for comparison of the different reductions model. The influence of the choice of the reference catalog on the random and systematic asteroid position errors is shown.

**21.03-01.327 Исследование сканера Microtek ScanMaker 1000XL PLUS Института астрофизики АН Таджикской республики.** Investigation of the Microtek ScanMaker 1000XL PLUS scanner of the Institute of astrophysics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. *Mullo-Abdolov A., Kokhirova G., Relke H., Yuldoshev Q., Protsyuk Yu., Andruk V. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 186-189. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114407> This work was done to estimate the accuracy of the processing method of photographic plates and the detailed study of the Microtek ScanMaker 1000XL Plus scanner, which plans to be used for the digitizing of about 1600 photographic plates of the Astrophysics Institute of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan (Dushanbe) recorded for the FON project. For the processing of these photographic plates will be used software created in the LINUX/MIDAS/ROMAFOT environment. Six sequential scans of a single plate (1150, the Pleiades cluster) with a spatial resolution of 1200 dpi were processed to evaluate the repeatability of the scanner's astrometric and photometric errors. The size of photographic plates is  $8 \times 8$  degrees ( $30 \times 30$  cm or  $13000 \times 13000$  pixels). The estimated errors of the scanner for the stars brighter than  $B < 13.5^m$  are  $\sigma_{xy} = \pm 0.054$  pixels for the rectangular coordinates and  $\sigma_m = \pm 0.020^m$  for the instrumental magnitudes. The estimated astrometric accuracy of the processing of stellar fields of photographic plates in the system of the Tycho-2 catalogue is  $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.13''$ .

**21.03-01.328 Астрометрические результаты наблюдений периодических комет на телескопе КТ-50 в НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория».** The astrometric results of observations of periodical comets at КТ-50 telescope in RI «MAO». *Potazan A.V., Maigurova N.V., Shulga O.V. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 190-193. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114490> The astrometric results of the observations of 10 periodical comets in 2017 are presented. The observations were made with telescope КТ-50 telescope in RI «Mykolaiv Astronomical Observatory». The differences between the measured from observations (O) and calculated from ephemeris (C) positions and their mean square errors (MSE) were calculated. The ephemeris positions were taken from online computation service HORIZONS (JPL NASA, USA). For the measured positions the average MSE values are  $0.17''$  in right ascension and  $0.18''$  in declination respectively. Analysis of the values (O—C) before and after additions of obtained positions to Minor Planet Center (MPC) database revealed a gradual decrease of these differences with respect to the ephemeris. This indicates that the using of the new high-precision positions allows us to refine the calculated ephemeris. As well improvement and lengthening of the astrometric datasets play important role in the modeling of the cometary nongravitational effects.

**21.03-01.329 COLITECVS — новый инструмент для автоматизированной обработки фотометрических наблюдений.** COLITECVS — new tool for automated reduction of photometric observations. *Savanevych V.E., Briukhovetskyi O.B., Khlamov S.V., Pohorelov A.V., Vlasenko V.P., Dubovsky P.A., Kudzej I., Parimucha Š. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 194-197. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114495> The capabilities of telescopes allow us to make the plotting of light curves a routine task. This one shifts the main attention of astronomer from the plotting to research. To achieve this goal, we developed a new tool for automated reduction of photometric observations, which includes the computational method for the brightness assessment of the investigated and comparison stars; brightness equalization of astronomical images using inverse median filter; light curve plotting and its processing using different tools.

**21.03-01.330 Результаты поиска астероидов в боль-**

**ших фотографических обзорах неба.** Asteroids search results in large photographic Sky Surveys. *Shatokhina S.V., Kazantseva L.V., Yizhakevych O.M., Eglitis I., Andruk V.M. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 198-200. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114510> Photographic observations of XX century contained numerous and varied information about all objects and events of the Universe fixed on plates. The original and interesting observations of small bodies of the Solar system in previous years can be selected and used for various scientific tasks. Existing databases and online services can help make such selection easily and quickly. The observations of chronologically earlier positions, photometric evaluation of brightness for long periods of time allow refining the orbits of asteroids and identifying various non-stationaries. Photographic observations of Northern Sky Survey project and observations of clusters in UBVR bands were used for global search for small bodies of Solar system. Total we founded 2486 positions of asteroids and 13 positions of comets. All positions were compared with ephemeris. It was found that 80 positions of asteroids have a moment of observation preceding their discovery, and 19 of them are chronologically the earliest observations of these asteroids in the world.

**21.03-01.331 Каталог астрометрических положений внешних спутников Юпитера по фотографическим наблюдениям в Николаевской астрономической обсерватории НАН Украины в 1987—1993 гг.** Catalogue of astrometric positions of Jupiter's outer satellites on photographic observations in MAO NAS of Ukraine in 1987—1993. *Yizhakevych O., Andruk V., Pakuliak L. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 201-204. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114529> The catalog of 33 topocentric positions of Jupiter's moons J6, J7, J8 has been created on photographic observations made in MAO NASU in 1987—1993. Positions are referred to the system of TYCHO-2 using the program package INUX/MIDAS/ROMAFOT. The comparison of observed positions was made online with their theoretical data of IMCCE ([www.imcce.fr/sat](http://www.imcce.fr/sat)).

**21.03-01.332 Каталог координат и В-звездных величин в зоне  $-20^\circ$  —  $+2^\circ$  на базе Астрономического института Улугбека в рамках проекта FON.** Catalogue of coordinates and B-magnitudes in  $-20^\circ$  —  $+2^\circ$  zone based on the Ulugh Beg Astronomical institute part of the FON project. *Yuldoshev Q.H., Muminov M.M., Ehgamberdiev Sh.A., Relke H., Protsyuk Yu.I., Kovylianska O.E., Protsyuk S.V., Andruk V.M. Публикации Одесской астрономической обсерватории.* 2017. 30, с. 205-208. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114443> Catalogue of 13.4 million stars down to  $17.5^m$  was obtained in 2017 by using plates from the Kitab Observatory of Ulugh Beg Astronomical Institute (UBAI) of the Uzbek Academy of Sciences. Kitab's part of Photographic Sky Survey (Russian abbreviation is FON, in next contexts) project include more than 2600 photographic plates, exposed on the Double Astrograph of Zeiss (DAZ, D/F=40/300, 69"/mm) from 1981 to 1996. Digitization of these plates was made by using Epson Expression 10000XL scanner with the 1200 dpi resolution. Catalogue includes objects from the 1963 plates in declination zone between  $-20^\circ$  and  $+2^\circ$  for middle epoch 1984.97. The equatorial coordinates of objects were determined in the Tycho-2 reference system and the B-magnitudes in the system of the photoelectric standards. Five participants from Uzbekistan, Germany and Ukraine have taken part in the processing of the digitized images. The average internal accuracy of the catalogue for one observation are  $0.23''$  and  $0.15^m$  for the equatorial coordinates and B-magnitudes respectively. For the stars brighter than  $14^m$  the errors are  $0.09''$  and  $0.05^m$  respectively. The analysis of the catalogue and its comparison with the several astrometric catalogues was done.

**21.03-01.333 Влияние крупных метеорных потоков на содержание озона в атмосфере Земли.** The effect of major meteor streams on the total ozone in the earth's atmosphere. *Gorbanev Yu.M., Stogneva I.A., Shestopalov V.A.,*

**Князкова Е.Ф., Кимаконская И.И., Кимаконский С.Р., Голубаев А.В.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 209-218. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114643> The correlation between the total ozone and activity of major meteor streams, such as the Perseids, Geminids, Leonids and Orionids, has been found using the Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) measurements of the global ozone distribution over the periods 1978–1993 and 1996–2001. The autocorrelation analysis of the total ozone time series for the period of about 20 years has confirmed the existence of regular changes in the ozone levels at the peaks of meteor shower activity. It has been established that TO decreases after the dates of peak activity of meteor streams (e.g. the Perseids) or during the whole periods of meteor shower activity (e.g. the Geminids, Orionids and Leonids). The analysis of the total ozone distribution (in the Southern and Northern Hemispheres), as well as the local distribution of ozone (over the selected surface area of several hundred square kilometres), was performed during the Leonid meteor shower in 1999. The atmospheric zones for which the ozone distribution pattern can be described as a result of interaction between the meteor shower material and the ozone layer were localised by applying the TOMS data. Such zones correspond to the regions where the highest Leonid activity has been observed. According to the radar observations (conducted in Kazan, Russian Federation), three activity maxima of the 1988 Geminid shower were reported: on the nights of 7, 12 and 14th December, 1988. The TO decrease was observed on the same dates. Thus, the analysis of the TO changes during the periods of intense meteor shower's activity enables to preliminarily assess the maximum overall decline in the total ozone concentration which makes about 5 DU over two weeks. From the results obtained it can be inferred that the ozone layer can be used as an indicator of the interaction between the meteoric material and the Earth's atmosphere.

**21.03-01.334 Программное обеспечение для адаптации приемников DSPZ к интерферометрической сети URAN.** Software for adapting DSPZ receivers to the URAN interferometer network. **Исаева Е.А., Лытвуненко О.А., Шепелев В.А.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 219-221. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.115456> More than 10 years ago, URAN interferometer network (Megn A.V., 1997; Konvalenko A.A., 2014) had been equipped with newly designed receivers with a pass band extended up to 250 kHz and software rejection of interferences (Rashkovskii, 2012). The broadening of bandwidth of received signal increase the sensitivity of the receivers significantly and let us to investigate the angular structure about one hundred radio sources. A software package had been developed that allows: preparing a program of observations, carrying out observations automatically, making data cross-correlation, calculating visibility functions for all pairs of antennae, and fitting models of an angular structure of the sources. Data storage formats were elaborated for each stage of recording or processing. At present, new digital radio astronomy receiver DSPZ have been developed by IRA NASU (Zakharenko, 2016). The receiver allows recording an entire bandwidth of signals of a decimeter range from 8 to 32 MHz. It is used at UTR-2 and URAN radio telescopes operated in a single dish mode. Application of the receivers for interferometer observation with the URAN network provides additional advantages in accuracy and sensitivity of studies. In this report we consider the data formats and synchronization methods used in URAN equipment and DSPZ receivers, and discuss algorithms of their transformation. Newly elaborated software is described, that allows selecting a set of frequency bands of signals recorded with DSPZ and converting them to the form used by the URAN software. This approach allows us to carry out the interferometer observations in an the extended frequency range provided by DSPZ and to use as much as possible the software package developed for the URAN network for data reduction.

**21.03-01.335 Микроволновое излучение солнечных вспышек: корональные выбросы массы и ударные волны.** Microwave emission of solar flares: coronal mass ejections and shock waves. **Исаева Е.А., Тсар Ю.Т.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 222-225. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114670> Coronal mass ejections (CMEs) mostly affect the geomagnetic field. These structures are observed and studied with coronagraphic images therefore we don't see the corona in the plane of the sky and the measurements of the propagation speed for solar disk events are not accessible to coronagraphic observations. This suggests that microwave emission of solar flares that can be attributed to the gyrosynchrotron mechanism of mildly relativistic electrons can be used. In turn, the relationship between coronal shock waves and CMEs also remains unclear. The data set that we use in this study is based on microwave ( $\mu$ ) observations of spectral fluxes  $F_\mu$  at 8.8 GHz obtained with the Radio Solar Telescope Network for the 124 proton solar events. The correlation coefficient  $r$  between the CME velocities  $V_{CME}$  and integral fluxes of microwave emission  $\int F_\mu dt$  achieves of about 0.8 while it does not exceed 0.36 between  $V_{CME}$  and the shock wave velocities. It has been found the quite strong correlation between the growth rate of microwave emission and the deceleration of frequency drift in the frequency range of 25–180 GHz ( $r \approx 0.66$ ). The obtained results suggest that microwave observation can be used to predict  $V_{CME}$  and the shock wave generation occurs in the region of flare energy release.

**21.03-01.336 Украинская база данных и атлас кривых блеска искусственных космических объектов.** Ukrainian database and atlas of light curves of artificial space objects. **Koshkin N.I., Savanevich V., Pohorelov A., Shakun L., Zhukov V., Korobeynikova E., Strakhova S., Moskalenko S., Kashuba V., Krasnoshchokov A.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 226-229. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117655> This paper describes the Ukrainian database of long-term photometric observations of resident space objects (RSO). For the purpose of using this database for the outer space monitoring and space situational awareness (SSA) the open internet resource has been developed. The paper shows examples of using the Atlas of light curves of RSO's for analyzing the state of rotation around the center of mass of several active and non-functioning satellites in orbit.

**21.03-01.337 Двухстанционные наблюдения метеоров с низкой базой в Николаеве.** Double station observation of meteors with low baseline in Mykolaiv. **Kulichenko M.O., Shulga O.V., Shulga O.V.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 230-231. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114685> Results of single and double station observations of meteors using TV CCD techniques which were conducted in 2013–2016 in Mykolaiv astronomical observatory (RI MAO) are shown in the article.

**21.03-01.338 Оценки локальных магнитных полей в солнечных вспышках: основные методы и некоторые результаты.** Estimations of local magnetic fields in solar flares: basic methods and some results. **Lozitsky V.G., Varanovsky E.A., Lozitska N.I., Tarashchuk V.P.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 232-235. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114690> We consider three methods for estimations of local magnetic fields in solar flares: (1) analysis of bisectors of  $I \pm V$  profiles (Lozitsky, 2015); (2) search for Zeeman-like effects in cores of spectral lines with very low Lande factors,  $g_{eff} \approx 0.01$  (Lozitsky, 1993, 1998); (3) semi-empirical modeling using many spectral lines and two-component models (see, e.g., Lozitsky et al., 2000). We illustrate the application of named methods to different observational data and to different spectral lines. Our main conclusions are following: (a) upper limit of local magnetic fields in solar flares is, at least,  $\sim 10^4$  G, (b) such extremely strong fields can occur in very small, spatially unresolved scales, (c) lifetime of such fields is, at least, a few minutes.

**21.03-01.339 Особенности эволюции гигантских источников с линейными и крутыми радиоспектрами.** Evolution features of giant sources with linear and break steep radio spectra. **Miroshnichenko A.P.** Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 236-239. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114640> In the framework of the cosmological model  $\Lambda$ M the features of properties of giant radio sources with steep low-frequency spectra of linear (S) and break (C+) types are examined. Our estimates of characteristic age of galaxies and quasars with steep spectrum from the UTR-2 catalogue have values  $10^7$ – $10^8$  years. We consider that steep radio spectra may be formed at the transient injection by synchrotron losses of relativistic electrons. Earlier we have determined two evolution branches in relation of the characteristic age and ratio of emission of torus and accretion disk crown for sources with steep spectra S and C+. To further examination of evolution features of giant sources with steep spectra we consider ratio of emission of radio lobes and accretion disk (and disk crown) versus velocity of jet propagation and characteristic age of these objects. Analysis of obtained relations testifies to periodical activity of giant low frequency steep spectrum radio sources.

**21.03-01.340 Функциональные особенности эритроцитов в 11-летнем солнечном цикле.** Erythrocytes functional features in the 11-year solar cycle. *Parshina S.S., Tokayeva L.K., Dolgova E.M., Afanas'yeva T.N., Samsonov S.N., Petrova V.D., Vodolagina E.S., Kaplanova T.I., Potapova M.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 240-241. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114691> There had been studied features of rheological blood failures in patients with unstable angina (UA) in periods of the high (HSA) and low solar activity (LSA) in the 23<sup>rd</sup> 11-year solar cycle. This category of patients is characterized by prethrombotic blood state, although they don't have coronary thrombosis. The research aimed to study compensatory mechanisms which block thrombosis development at the solar activity increase. There had been established that the period of the solar activity increasing in the 11-year solar cycle is characterized by an increase of a blood viscosity, comparing with the period of a low solar activity. Though, erythrocytes functional features in this case are compensatory mechanisms — erythrocyte aggregation paradoxically reduced and their deformability increases. It is probably connected with the revealed fibrinogen decrease in the period of the high solar activity. We can see that the change of a solar activity is accompanied not only by the progressing of pathologic processes, but also by an activation of adaptive changes in erythrocyte membrane so as to prevent thrombosis. Though, the required compensatory mechanisms were found invalid, which were shown in the decrease of an oxygen delivery to tissues, and the effectiveness decrease of the medical treatment in the period of a HSA.

**21.03-01.341 Точность спутниковых оптических наблюдений и точность определения орбит.** Accuracy of satellite optical observations and precise orbit determination. *Shakun L., Koshkin N., Korobeynikova E., Strakhova S., Dragomiretsky V., Ryabov A., Melikyants S., Golubovskaya T., Terpan S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 242-245. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117660> The monitoring of low-orbit space objects (LEO-objects) is performed in the Astronomical Observatory of Odessa I.I. Mechnikov National University (Ukraine) for many years. Decades-long archives of these observations are accessible within Ukrainian network of optical observers (UMOS). In this work, we give an example of orbit determination for the satellite with the 1500-km height of orbit based on angular observations in our observatory (Int. No. 086). For estimation of the measurement accuracy and accuracy of determination and propagation of satellite position, we analyze the observations of Ajisai satellite with the well-determined orbit. This allows making justified conclusions not only about random errors of separate measurements, but also to analyze the presence of systematic errors, including external ones to the measurement process. We have shown that the accuracy of one measurement has the standard deviation about 1 arcsec across the track and 1.4 arcsec along the track and systematic shifts in measurements of one track do not exceed 0.45 arcsec. Ajisai position in the interval of the orbit fitting is predicted with accuracy better than 30 m along the orbit and better than 10 m across the orbit for any its point.

**21.03-01.342 Влияние обратного движения Солнца**

**на земные процессы.** Influence of solar retrograde motion on terrestrial processes. *Sidorenkov N.S., Wilson Ian.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 246-249. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.114695> The influence of solar retrograde motion on secular minima of solar activity, volcanic eruptions, climate changes, and other terrestrial processes is investigated. Most collected data suggest that secular minima of solar activity, powerful volcanic eruptions, significant climate changes, and catastrophic earthquakes occur around events of solar retrograde motion.

**21.03-01.343 Резонансы в системе Сатурна.** Resonances in Saturn's system. *Voitko A.S., Troianskyi V.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 250-251. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.117157> One of principal tasks of celestial mechanics is study of motion of natural satellites of planets. In this work, the authors have examined resonances in system of satellites and rings of Saturn. They have showed presence of resonances between all the regular satellites and satellites — rings.

**21.03-01.344 Одесская научная школа исследователей переменных звезд: от В.П. Цесевича (1907—1983) до наших дней.** Odessa scientific school of researchers of variable stars: from V.P. Tsesevich (1907—1983) to our days. *Andronov I.L.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017. 30, с. 252-255. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2017.30.118686> The biography of Vladimir Platonovich Tsesevich (11.11.1907—28.10.1983), a leader of the astronomy in Odessa from 1944 to 1983, is briefly reviewed, as well as the directions of study, mainly the highlights of the research of variable stars carried out by the members of the scientific school founded by him. The directions of these studies cover a very wide range of variability types — “magnetic” and “non-magnetic” cataclysmic variables, symbiotic, X-Ray and other interacting binaries, classical eclipsers and “extreme direct impactors”, pulsating variables from DSct and RR through C and RV to SR and M. Improved algorithms and programs have been elaborated for statistically optimal phenomenological and physical modeling. Initially these studies in Odessa were inspired by (“with a capital letter”) Vladimir Platonovich Tsesevich, who was a meticulous Scientist and brilliant Educator, thorough Author and the intelligibly explaining Popularizer, persevering Organizer and cheerful Joker — a true Professor and Teacher. He was “the Poet of the Starry Heavens”.

**21.03-01.345 О развёртывании солнечного паруса.** *Блинов А.П.* Наука и мир. 2018. 1, № 11, с. 8-13. Рус.

Рассматривается математическая модель одного из способов развёртывания в невесомости солнечного паруса. В исходном положении полотнище паруса представляет собой рулон, намотанный на цилиндрическую поверхность (барабан) космического аппарата (КА), вращающегося по инерции с постоянной скоростью относительно главной оси инерции КА, совпадающей с осью барабана. При запуске реи одновременно освобождаются от фиксаторов. Под действием центробежных сил они будут удаляться от аппарата, вытягивая за собой паруса. Отдельно рассматривается симметричный случай, когда на аппарат намотано полотнище в два слоя с диаметрально противоположным креплением на барабане и несимметричный случай одного полотнища.

**21.03-01.346 Гравитация по Дао.** *Савружин А.П.* Наука и мир. 2018. 2, № 6, с. 22-24. Рус.

Рассмотрено изменение во времени понятия «вакуум» по мере развития науки. Вакуум — не пустота, но заполненное средой пространство. Эта среда есть источник материи, образующей космические объекты, склонные к сближению, т.е. подверженные тяготению.

**21.03-01.347 Когомологии в полевой теории суперструн и свойства D-бран.** *Арефьева И.Я.* Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2011. 272, с. 20-28. Рус.

Представлены последние достижения и открытые вопросы в полевой теории струн, связанные с кохомологиями струнных БРСТ-операторов. Излагается построение неполиномиального действия исходя из кубической теории и с использованием тривиальности БРСТ-оператора суперструны в так называемой большой алгебре. Представлены построения специальных решений уравнений движения в суперструнной теории поля и анализ кохомологий модифицированного БРСТ-оператора в окрестности этих новых решений.

**21.03-01.348 Инфракрасно конечные наблюдаемые в  $N=8$  супергравитации.** Борк Л.В., Казаков Д.И., Вартанов Г.С., Жибоедов А.В. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2011. 272, с. 46-53. Рус.

используя алгоритм построения инфракрасно конечных наблюдаемых, предложенный и подробно описанный авторами в серии последних работ, мы исследуем вопрос о построении таких наблюдаемых в  $N=8$  супергравитации. В отличие от амплитуд, определенных в присутствии инфракрасного регулятора, вычисленные нами наблюдаемые не обладают какой-либо "простой" структурой.

**21.03-01.349 Безмассовые возбуждения длинных струн в  $AdS_4 \times CP^3$ .** Быков Д.В. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2011. 272, с. 54-64. Рус.

Рассматривается сигма-модель  $AdS_4 \times CP^3$  теории струн типа ПА, квантованная на фоне классического решения типа "вращающаяся струна", обладающего двумя зарядами. В пределе, когда один из зарядов обращается в бесконечность, возникают безмассовые возбуждения, отвечающие за инфракрасные свойства модели. Таким образом возникает сигма-модель  $CP^3$  с фермионами, описывающая динамику безмассовых мод.

**21.03-01.350 Аффинные обобщения гравитации в свете современной космологии.** Affine generalizations of gravity in the light of modern cosmology. Филиппов А.Т. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2011. 272, с. 117-128. Англ.

We discuss new models of an "affine" theory of gravity in multidimensional space-times with symmetric connections. We use and develop ideas of Weyl, Eddington, and Einstein, in particular, Einstein's proposal to specify the space-time geometry by the use of the Hamilton principle. More specifically, the connection coefficients are determined using a "geometric" Lagrangian that is an arbitrary function of the generalized (nonsymmetric) Ricci curvature tensor (and, possibly, of other fundamental tensors) expressed in terms of the connection coefficients regarded as independent variables. Such a theory supplements the standard Einstein gravity with dark energy (the cosmological constant, in the first approximation), a neutral massive (or tachyonic) vector field (vecton), and massive (or tachyonic) scalar fields. These fields couple only to gravity and can generate dark matter and/or inflation. The new field masses (real or imaginary) have a geometric origin and must appear in any concrete model. The concrete choice of the geometric Lagrangian determines further details of the theory, for example, the nature of the vector and scalar fields that can describe massive particles, tachyons, or even "phantoms." In "natural" geometric theories, which are discussed here, dark energy must also arise. We mainly focus on intricate relations between geometry and dynamics while only very briefly considering approximate cosmological models inspired by the geometric approach.

**21.03-01.351 Космологические модели с полями Янга—Миллса.** Гальцов Д.В., Давыдов Е.А. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2011. 272, с. 129-151. Рус.

Обсуждаются космологические модели, включающие однородные и изотропные поля Янга—Миллса (ЯМ). Такие модели были предложены недавно как альтернатива скалярным моделям космического ускорения. Существует уникальная конфигурация поля ЯМ с группой  $SU(2)$  (обобщаемая на более широкие группы), тензор энергии-импульса которой является однородным и изотропным в пространстве. Она параметризуется единственным скалярным полем с четвертичным потенциалом. В случае закрытой вселенной система полей Янга—Миллса—Хиггса также допускает однородные и изотропные конфигу-

рации. В то время как космология Эйнштейна—Янга—Миллса (ЭЯМ) со стандартным конформно инвариантным действием приводит к горячей вселенной, космология Эйнштейна—Янга—Миллса—Хиггса (ЭЯМХ) имеет множество режимов, которые включают инфляционные стадии, отскоки, а также циклические режимы, напоминающие мультивселенную с разверткой во времени. Мы также обсуждаем другие механизмы нарушения конформной симметрии такие, как модификация действия ЯМ типа Борна—Инфельда и теоретико-полевые квантовые поправки.

**21.03-01.352 Влияние электромагнитных полей на эволюцию изначально однородной и изотропной вселенной.** Алексеев Г.А. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2013. 281, с. 137-148. Рус.

Представлены простые точные решения, описывающие вселенные, являющиеся однородными и изотропными вблизи начальной сингулярности, но эволюция которых происходит под влиянием изначально существующих магнитных полей. В этих "деформированных" моделях Фридмана (плоских, открытых или замкнутых) начальное магнитное поле сконцентрировано вблизи некоторой оси, а его силовыми линиями являются окружности — координатные линии азимутальной координаты  $\varphi$ . Вызванная расширением вселенной зависимость магнитного поля от времени индуцирует (в соответствии с законом Фарадея) появление свободного от источников электрического поля. В сравнении со стандартными моделями Фридмана космологическое расширение здесь идет с ускорением в направлениях поперек магнитного поля, тогда как расширение вдоль магнитных силовых линий происходит с замедлением, причем в плоской и открытой моделях в сопутствующей системе координат длина  $\varphi$ -окружностей большого радиуса или на больших временах уменьшается и обращается в нуль при  $t \rightarrow \infty$ . Это означает, что в плоских и открытых моделях имеет место частичное динамическое замыкание пространства-времени на больших расстояниях от оси симметрии, т.е. от области, где сконцентрированы электромагнитные поля. Чтобы получить простые решения уравнений Эйнштейна—Максвелла и идеальной жидкости, мы предположили для жидкости (поддерживающей изотропные и однородные "фоновые" геометрии Фридмана) весьма экзотическое предельно жесткое уравнение состояния  $\varepsilon = p$ . Однако можно ожидать, что подобные эффекты могли бы иметь место в совместной динамике геометрии и сильных электромагнитных полей и во вселенных с более реалистичным уравнением состояния материи.

**21.03-01.353 Столкновение ударной волны солнечного ветра с околосолнечной головной ударной волной.** Волновая структура течения. Пушкарь Е.А., Королев А.С. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2013. 281, с. 199-214. Рус.

Исследуется волновая картина течения, возникающего при распространении ударной волны солнечного ветра по поверхности околосолнечной головной ударной волны. Исследование проводится в трехмерной неплоскополяризованной постановке в рамках модели идеальной магнитной гидродинамики, когда среда предполагается невязкой и нетеплопроводной, а ее проводимость бесконечная. Глобальная трехмерная картина взаимодействия, которая является функцией широты и долготы элементов поверхности головной ударной волны, строится как мозаика решений задачи о распаде разрыва, возникающего между состояниями за падающей и головной ударной волнами на движущейся линии пересечения их фронтов. Исследование выполнено для характерных значений параметров солнечного ветра и напряженности межпланетного магнитного поля на орбите Земли для ряда значений числа Маха межпланетной ударной волны, позволяющих проследить за эволюцией возникающего течения в зависимости от интенсивности ударного возмущения солнечного ветра. Полученное решение необходимо для интерпретации измерений на спутниках вблизи точки Лагранжа и магнитосферы Земли.

**21.03-01.354 Теория возмущений для тензора напряжений в теле Луны с учетом приливных эффектов.** Павлов В.П. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 2015. 289, с. 195-205. Рус.



На основе сейсмических данных проекта «Аполло» показано, что для их обработки и получения на их основе сведений о механических параметрах тела Луны с 10%-й точностью применима линейная теория упругости. В ее рамках получена теоретическая формула для зависимости давления от глубины в теле Луны с учетом приливных эффектов, а также теоретическая зависимость вариаций плотности свободной энергии, вызванной приливными эффектами, от широты и глубины. При этом всюду учитывается вклад сдвиговых напряжений. Оказывается, что главный вклад дают земные приливы. Оценки диссипации энергии приливных колебаний показывают, что ее, безусловно, хватает на объяснение того, откуда берется энергия, выделяемая в глубокофокусных лунотрясениях.

**21.03-01.355 Асимптотическая структура гравитации в пространственной бесконечности в четырехмерном пространстве-времени.** Энно М., Трусарт С. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 2020. 309, с. 141-164. Рус.

Представлен обзор результатов, полученных авторами по асимптотической структуре гравитации на пространственной бесконечности в четырех пространственно-временных измерениях. Конечность действия и интегрируемость асимптотических генераторов лоренцева буста являются ключевыми критериями, выполнение которых обеспечивается соответствующими граничными условиями. Эти условия представляют собой «твистованные условия четности» и выражают тот факт, что в ведущем порядке асимптотики при антиподальном отображении сферы поля подчиняются строгим условиям четности с точностью до некоторого несобственного калибровочного преобразования. Показано, что асимптотические симметрии образуют бесконечномерную группу Бонди—Метцнера—Сакса, которая обладает нетривиальным действием. Найдены заряды и их алгебра. Изложение имеет целью самодостаточное представление материала и обладает педагогической составляющей.

**21.03-01.356 Нерелятивистский предел для бозонной струны.** Катанаев М.О. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 2020. 309, с. 198-209. Рус.

Предложено действие для нерелятивистской струны, инвариантное относительно общих преобразований координат на мировой поверхности струны. Построен гамильтонов формализм для нерелятивистской струны. Найдены частные решения уравнений Эйлера—Лагранжа во временной калибровке.

**21.03-01.357 Об ускорении силы тяжести в пространстве Минковского.** Седов Л.И. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1989. 186, с. 4-5. Рус.

**21.03-01.358 О неоднородности полей плотности за ударной волной, распространяющейся по пылегазовой смеси.** Коробейников В.П., Марков В.В., Седов Л.И., Меньшов И.С. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1989. 186, с. 70-73. Рус.

**21.03-01.359 О строении и динамике Вселенной.** Григорян С.С. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1989. 186, с. 91-105. Рус.

В настоящее время в космологии — науке о Вселенной — канонизированы представления, согласно которым Вселенная в больших масштабах однородна и изотропна, находится в состоянии однородного по пространственным координатам расширения, существовал момент времени (порядка 15— миллиардов лет тому назад), когда Вселенная находилась в сингулярном состоянии (т. е. в ней кривизна пространства, плотность энергии и вещества были бесконечно велики), и в этот момент произошел «большой взрыв», т. е. по неизвестным (и не обсуждаемым) причинам возник «начальный импульс», породивший процесс разлета системы из сингулярного состояния, и именно этот разлет и наблюдается в настоящее время. По этим представлениям (и соответствующей им теории), расширение Вселенной будет продолжаться неограниченно долго или сменится сжатием в зависимости от того, меньше или больше некоторой критической величины средняя плотность материи в ней в настоящий момент времени. В начальные моменты времени заполнявшая Вселенную очень горячая смесь из вещества и излучения находилась в термодинамическом равновесии в процессе расшире-

ния быстро убывали равновесные плотность, температура, давление и другие параметры состояния смеси, при этом менялись условия для возникновения, взаимных превращений и аннигиляции различных элементарных частиц и античастиц, так что с течением времени менялись состав смеси и соотношение между плотностями излучения и вещества в ней. Наконец, наступили условия, при которых стали возникать ядра и атомы водорода и гелия, из которых впоследствии, по ходу дальнейшего расширения и остывания системы, образовались звезды, галактики и все то, что в настоящее время доступно нашему наблюдению. Излучение же, «оторвавшись» на определенной стадии расширения от вещества и «остывая» в процессе дальнейшего расширения, сохранилось до наших дней. Существующая ныне теория обладает очевидными слабыми моментами, связанными с введением «акта сотворения», т. е. введением начального момента времени для существования Вселенной, с принятием возможности существования сингулярного начального состояния с неограниченно большими значениями плотностей энергии и массы во всей однородной Вселенной, с введением начального взрывного воздействия, обеспечившего возникновение процесса расширения из сингулярного состояния. Теоретической основой для создания обсуждаемой конструкции явились работы А.А. Фридмана начала 1920-х годов нашего столетия, в которых было построено семейство точных решений уравнений теории гравитации А. Эйнштейна. В этих решениях изотропия и однородность по пространственным координатам описываемых ими моделей постулирована заранее, так что их построение сводится к интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений. Решения последних и описывают процесс эволюции во времени данной модели. Эти решения обладают свойством сингулярности в начальный момент времени (для них есть такой начальный момент), в них «содержится» и «начальный импульс», создающий разлет модели, т. е. они содержат все то, что постулировано в современной общей космологической теории Вселенной. Остальное в этой теории есть детальное теоретическое описание физических процессов, последовательно протекающих на фоне решений А.А. Фридмана, базирующееся на предположении о применимости теории тяготения А. Эйнштейна и известных в настоящее время законов физики для всех стадий эволюции Вселенной, включая сингулярное состояние, точнее, состояния, сколь угодно близкие к сингулярному. Экспериментальную базу теории составляют два установленных наблюдения факта — закон однородного разлета галактик, открытый Э. Хабблом (1929) по результатам регистрации величин смещений спектральных линий: в красную сторону в спектрах удаленных галактик, и открытие (1965) заполняющего окружающее нас пространство изотропного микроволнового радиоизлучения, имеющего равновесную температуру излучения черного тела порядка 3 К. Детальные теоретические разработки по обсуждаемой проблематике составили содержание обширной научной литературы. Представление о масштабах и разработках этой деятельности можно получить, например, ознакомившись с книгой Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. *Строение и эволюция Вселенной*. М.: Наука, 1975. Хорошее «облегченное» качественное описание вопроса имеется в книге Вайнберг С. *Первые три минуты: Современный взгляд на происхождение Вселенной*. Пер. с англ. М.: Энергоиздат, 1981. Естественно, что «трудности» современной теории вызывают чувство неудовлетворенности и ставят вопрос о желательности изменения ее основ таким образом, чтобы, с одной стороны, получали объяснение все наблюдаемые эффекты и, с другой — не возникало бы принципиально неприемлемых выводов общезначимого и философского характера. Работа содержит попытку автора в этом направлении, развивающую первоначальную схему.

**21.03-01.360 Двумерная МГД-модель взаимодействия сильных разрывов и ее космофизические приложения.** Бармин А.А., Пушкарь Е.А. *Труды Математического института имени В.А. Стеклова*. 1998. 223, с. 87-101. Рус.

Исследовано двумерное нелинейное взаимодействие ударных волн и других сильных разрывов в замагниченной плазме на основе модели идеальной магнитной гидродинамики в рамках автоматической стационарной постановки. На классе рассмотренных ранее решений выявлены характерные свойства и особенности течений, обусловленные взаимодействием магнитного

поля со средой, и продемонстрирована возможность применения полученных решений к анализу космофизических явлений таких, как взаимодействие возмущений солнечного ветра с околоземной головной ударной волной и предельной ударной волной вблизи гелиопаузы.

**21.03-01.361 Задачи расчета экстремальных взаимодействий больших объемов космической пыли с атмосферами планет.** *Шуриалов Л.В., Плотников П.В. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 1998. 223, с. 255-263. Рус.

Интерес исследователей к процессам, происходящим в космосе в окрестности Земли, и к их влиянию на судьбы нашей планеты постоянно возрастает. Здесь источник новых фундаментальных задач и проблем практического характера, связанных с обеспечением безопасного существования планеты в свете осознанной астероидной и кометной опасности. Столкновения с Землей астероидов и комет очевидно подтверждаются гигантскими метеоритными кратерами, обнаруженными на Земле и других планетах. В то же время возможны и другие, может быть более редкие, но не менее опасные явления и процессы в ближнем космосе, угрожающие жизни на Земле. К таким гипотетически возможным процессам можно отнести возникновение (появление) в окрестности Земли больших объемов мелких космических частиц с достаточно высокой их концентрацией и последующее столкновение таких пылевых облаков с планетой. Появление облака частиц в окрестности Земли может быть связано с очень близким прохождением ядра кометы, искусственным или естественным разрушением большого космического тела или какими-то другими процессами. Анализ взаимодействия пылевых образований с атмосферой планеты приводит к постановке ряда новых задач, некоторые из которых разбираются в данной работе.

**21.03-01.362 Особенности эволюционности упругих ударных волн при вырожденных начальных условиях.** *Свешникова Е.И. Труды Математического института имени В.А. Стеклова.* 1998. 223, с. 270-275. Рус.

**21.03-01.363 Активность мелкомасштабных внутренних волн в северной полярной атмосфере Венеры путем использования радиозатменных измерений интенсивности сигналов ( $\lambda=32$  см) со спутников Венера-15 и -16.** *Губенко В.Н., Кириллович И.А., Губенко Д.В., Андреев В.Е., Губенко Т.В. Астрономический вестник.* 2021. 55, № 1, с. 3-12. Рус.

Радиозатменные измерения интенсивности сигнала ( $\lambda=32$  см) спутников Венера-15 и -16, проведенные в период с 16 по 31 октября 1983 года, используются для анализа активности внутренних волн в северной полярной атмосфере Венеры. Наблюдения интенсивности радиоволн обеспечивают важную информацию о мелкомасштабной структуре атмосферы планеты. Сравнение радиозатменных измерений и результатов стандартной волновой теории показывает, что мелкомасштабные флуктуации интенсивности принимаемого сигнала обусловлены спектром вертикально распространяющихся внутренних гравитационных волн. Вертикальная длина этих флуктуаций на высотах более 61.5 км составляет около  $\sim 1$  км. Разработанная модель для радиационного затухания флуктуаций интенсивности с высотой в атмосфере Венеры предполагает, что собственные частоты идентифицированных внутренних волн (измеряемые в системе отсчета, движущейся вместе с невозмущенным потоком) в исследуемых сеансах изменяются от  $3.5 \cdot 10^{-4}$  до  $9.5 \cdot 10^{-4}$  рад/с, а отношение горизонтальной и вертикальной длин волн заключено в интервале от 57 до 21.

**21.03-01.364 Анализ данных топографии и гравитационного поля земледобной Венеры.** *Менщикова Т.И., Гудкова Т.В., Жарков В.Н. Астрономический вестник.* 2021. 55, № 1, с. 13-21. Рус.

Рассмотрен вопрос о выборе референсной поверхности для анализа данных топографии и гравитационного поля Венеры. Используется гипотеза, что Венера земледобна. За референсную поверхность выбирается поверхность эффективно равновесной Венеры, которая сохранилась от более ранней эпохи. Для набора земледобных моделей внутреннего строения Венеры рассчитаны параметры равновесной фигуры. Проведен

анализ высот геоида и отклонений силы тяжести от гидростатически равновесных значений для различных районов.

**21.03-01.365 Лунный кратер Ина: анализ морфологии внутрикратерных форм рельефа.** *Базилевский А.Т., Майкл Г.Г. Астрономический вестник.* 2021. 55, № 1, с. 22-33. Рус.

Приведены результаты геолого-морфологического анализа LROC NAC снимков небольшого ( $2.9 \times 1.9$  км) D-образной в плане формы вулканического кратера Ина и его ближайшего окружения. Этот кратер находится на вершине очень полого-склонного щитового вулкана, склоны которого, судя по плотности наложенных малых кратеров, сформировались  $\sim 3.5$  млрд лет назад. Внутри кратера находятся местность с неровным рельефом и невысокие холмы, плотность малых кратеров на которых соответствует возрасту  $< 100$  млн лет. В ряде работ образования внутри Ины считаются проявлениями очень молодого вулканизма, в то время как в других работах холмы с кажущимся возрастом  $< 100$  млн лет считаются сложенными "магматической пеной" типа массивной пемзы, что могло влиять на образование на них малых кратеров, уменьшая их диаметры и тем занижая их измеренную пространственную плотность. Соответственно, кратер Ина может быть древним, одно-возрастным склонам щитового вулкана. В нашей работе изучалась степень морфологической "свежести" образований внутри структуры Ины и проводилось сравнение морфологии малых кратеров, наложенных на холмы внутри Ины и на примыкающие к структуре Ины склоны щитового вулкана. Кроме того, выполнены модельные расчеты толщины слоя реголита для случаев "нормальной" мишени и мишени, состоящей из "магматической пены". Показано, что морфологическая "свежесть", образованной внутри кратера Ина не согласуется с предположением о древности этого кратера, а морфологически "свежие" малые кратеры на холмах внутри Ины практически не отличаются от таковых на склонах щитового вулкана. Эти наблюдения, по-видимому, противоречат гипотезе "магматической пены" и подтверждают вывод о молодом возрасте структуры Ины.

**21.03-01.366 Особенности спектра рельефа поверхности Луны и планет.** *Голицын Г.С. Астрономический вестник.* 2021. 55, № 1, с. 34-37. Рус.

Обсуждаются спектры рельефа Луны, Марса и Земли очень высокого разрешения (Rexer, Hirt, 2015). Эти спектры убывают как  $k^{-2}$  согласно правилу Каулы (Kaula, 1966), что недавно было объяснено (Гледзер, Голицын, 2019; Gledzer, Golitsyn, 2019) на основе вероятностных законов А.Н. Колмогорова и его школы (Kolmogorov, 1934; Obukhov, 1959; Монин, Яглом, 1967; Golitsyn, 2018; Гледзер, Голицын, 2010; Яглом, 1955). Однако в (Гледзер, Голицын, 2019; Gledzer, Golitsyn, 2019) нет подробного объяснения, почему для самых малых масштабов у Луны спектр рельефа укручается до  $k^{-4}$ . То же можно заметить и для Марса и Земли в еще более мелких пространственных масштабах (Rexer, Hirt, 2015). Объяснение дано заменой марковости распределений вероятности для ускорений на их внутреннюю экспоненциальную корреляцию. Соображения подобия и размерности с привлечением физических свойств коры позволяют оценить масштабы особенностей наблюдаемых спектров.

**21.03-01.367 Зональные особенности поведения слабых молекулярных полос поглощения на Юпитере.** *Вдовиченко В.Д., Каримов А.М., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г., Филиппов В.А., Харитонов Г.А., Хоженец А.П. Астрономический вестник.* 2021. 55, № 1, с. 38-49. Рус.

На материале спектральных наблюдений Юпитера, выполненных в последние годы, мы рассматриваем поведение слабых молекулярных полос поглощения метана и аммиака в диапазоне длин волн 600–800 нм. Прослеживаются достаточно заметно выраженные особенности в широтном ходе интенсивности этих полос, показывающие связь с зональной структурой облачных поясов планеты. Однако широтные положения экстремумов поглощения у разных полос показывают некоторые различия. Измерения зональных спектров демонстрируют ослабление наблюдаемого поглощения к краям диска, которое наиболее вероятно связано с геометрией переноса излучения в оптически активном слое атмосферы. Обращается внимание на

важность изучения слабых полос поглощения, поскольку именно они дают возможность исследовать структурные особенности и их вариации в тропосфере Юпитера. При интерпретации наблюдательных данных необходимо рассматривать, как минимум, две альтернативных модели формирования полос поглощения. В одной модели должен рассматриваться оптически толстый слой аммиачных облаков, где основную роль при формировании молекулярных полос поглощения играет многократное рассеяние на частицах в этом слое. Другая модель должна исходить из предположения о малой оптической толщине аммиачного облачного слоя, когда основное поглощение формируется в подоблачной чисто газовой части с малым рассеянием.

**21.03-01.368 Динамика вращения внутренних спутников Юпитера. Паишев В.В., Вериков А.Н., Мельников А.В. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 1, с. 50-64. Рус.**

Рассмотрены устойчивость синхронного вращения и наиболее существенные релятивистские эффекты во вращательной динамике внутренних спутников Юпитера — Метиды (J16), Адрастея (J15), Амальтея (J5) и Фивы (J14). Установлено, что плоское синхронное вращение всех внутренних спутников Юпитера для наиболее вероятных значений параметров их фигур является устойчивым относительно наклона оси вращения. Впервые определены наиболее существенные вековые, периодические и смешанные члены геодезического вращения внутренних спутников Юпитера в углах Эйлера относительно их собственных систем координат и в углах их вращения относительно неподвижного экватора Земли и точки весеннего равноденствия (на эпоху J2000.0). Показано, что в Солнечной системе есть объекты с существенным геодезическим вращением, обусловленным в первую очередь их близостью к возмущающему центральному телу, а не его массой. В частности, величина геодезической прецессии внутренних спутников Юпитера (для которых Юпитер является менее массивным возмущающим центральным телом, чем Солнце) в  $10^5$  раз больше, чем у Юпитера вращающегося вокруг своего более массивного центрального тела (Солнца), и сопоставима с их прецессией в ньютоновом приближении.

**21.03-01.369 Возможные соударения и сближения с Землей некоторых опасных астероидов. Соколов Л.Л., Баляев И.А., Кутеева Г.А., Петров Н.А., Эскин Б.Б. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 1, с. 65-73. Рус.**

Получены характеристики возможных соударений с Землей ряда опасных астероидов: 443104 (2013 XK22), 2015 RN35, 2008 EH5. Большинство этих соударений было ранее неизвестно. Обсуждаются также возможные сближения астероидов с Землей, и полученные ранее возможные соударения с Землей астероида Апофис. Полученные результаты свидетельствуют, что число возможных соударений с Землей опасных астероидов существенно больше, чем было известно ранее. Тщательное исследование этих соударений, а также предшествующих им сближений с Землей является актуальной задачей.

**21.03-01.370 Подтверждение кометной природы астероида дон кихот по наблюдениям в обсерватории Санглох. Кожирова Г.И., Иванова А.В., Разматуллаева Ф.Дж. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 1, с. 74-83. Рус.**

Представлены результаты многоцветных оптических наблюдений астероида (3552) Дон Кихот, проведенных на телескопе Пейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох Института астрофизики АН РТ в июле 2018 г. Определен видимый и абсолютный блеск астероида в полосах *VRI*. Анализ кривых блеска астероида показал значительное изменение блеска в период наблюдений — от  $11.50 \pm 0.10$  до  $13.10 \pm 0.18$  абсолютных звездных величин. Столь существенное изменение блеска свидетельствует о вспышке астероида, следовательно, нами зафиксирована его активность, характерная для комет. Показатель цвета ( $V-R$ ) по нашим наблюдениям соответствует величинам для ядер угасших короткопериодических комет и астероидов D типа. Кометоподобная орбита, низкое значение альбедо, показатель цвета и зарегистрированная активность указывают на то, что астероид с очень высокой вероятностью является ядром угасшей кометы. Среднее значение

эффективного диаметра астероида по наблюдениям через 10 сут после вспышки составило  $18.5 \pm 2.5$  км и эта оценка хорошо согласуется с имеющимися данными, что подразумевает завершение вспышки. Сделано предположение, что выброс пыли и, как следствие, вспышка яркости, явились результатом столкновения астероида 3552 с другим небольшим объектом или бомбардировки его поверхности мелкими метеороидами. Ключевые слова: астероид, угасшая комета, наблюдения, фотометрия, абсолютная яркость, кривая блеска, показатель цвета, вспышка, активность, диаметр. DOI: 10.31857/S0320930X20330026.

**21.03-01.371 Нелинейность в обратных задачах астероидной динамики. Авдюшев В.А., Сюсина О.М., Тамаров В.А. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 1, с. 84-96. Рус.**

Столкновение астероида с Землей в будущем всегда рассматривается как вероятностное событие, поскольку астероидная орбита, определяемая из наблюдений со случайными ошибками, неизбежно содержит некую неопределенность в ее параметрах. Чтобы установить вероятность столкновения, параметрическая неопределенность как вероятностное распределение виртуальных объектов отображается орбитальной моделью в физическое пространство на период сближения астероида с Землей и затем оценивается вероятностная масса, проникающая в тело планеты. Падение астероида на Землю весьма значимое явление, поскольку оно может быть сопряжено с фатальными последствиями для человечества. Поэтому вероятностное оценивание столкновения потенциально опасных астероидов должно выполняться очень тщательно с учетом всевозможных тонких аспектов. В настоящей работе исследуется нелинейность в обратных задачах астероидной динамики при различных условиях наблюдений для разнообразных типов определяемых орбит. Основной вопрос, который ставит перед собой работа, — насколько существенно может повлиять нелинейность на точность вероятностного оценивания, когда для моделирования параметрической неопределенности применяются классические линейные стохастические методы. Для исследования полной, параметрической и внутренней нелинейностей вводятся оригинальные показатели с обоснованными пороговыми значениями, определяемыми из предельно допустимых смещений вероятностных оценок за нелинейность. Проводится общий анализ нелинейности для потенциально опасных астероидов, наблюдавшихся в одном появлении до июня 2020 г. В частности, показано, что главными факторами сильной нелинейности являются короткая наблюдаемая орбитальная дуга (менее градуса) и малый период наблюдений (менее 10 сут). При этом ситуация усугубляется, если движение астероида во время наблюдения совершается вдоль и около эклиптики по дуге с малой кривизной. Установлено также, что вследствие сильной нелинейности в задачах вероятностного оценивания для моделирования орбитальной неопределенности почти половины потенциально опасных астероидов (44%) требуются нелинейные стохастические методы. Ключевые слова: астероиды, орбитальное движение, обратные задачи, нелинейность. DOI: 10.31857/S0320930X21010011.

**21.03-01.372 Геолого-геоморфологическая характеристика приоритетных мест посадки миссии Луна-Глоб. Красильников С.С., Базилевский А.Т., Иванов М.А., Красильников А.С. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 99-113. Рус.**

Представлен геоморфологический и геологический анализ поверхности трех основных и десяти запасных эллипсов посадки ( $15 \times 30$  км) российской автоматической научной станции Луна-Глоб (Луна-25). Ранее отобранные эллипсы посадки располагаются в секторе  $65-85^\circ$  ю.ш. и  $0-60^\circ$  в.д. южного полушария Луны. Геологическая характеристика эллипсов включает в себя анализ возраста поверхности и определение источников материала. Также были проведены анализы концентрации водного эквивалента водорода в секторе посадки и каменности поверхности. Ограничения, такие как уклон поверхности и характеристика трассы полета аппарата, использовались для приоритизации эллипсов с инженерно-технической точки зрения. По результатам исследования были определены наиболее предпочтительные эллипсы посадки: 1, 3, 4, 6 и 8. И наименее предпочтительные эллипсы: 5, 7, 9, 10, 11, а также B1 и B2.

**21.03-01.373 Выброс вещества в атмосферу при падении десятикилометровых астероидов в океан.** Шувалов В.В. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 114-123. Рус.

Приведены результаты численного моделирования вертикального падения десятикилометровых астероидов на твердую поверхность и в океан глубиной от 1 до 7 км. В расчетах получены максимальные массы, выброшенных в атмосферу воды и грунта, а также массы воды и грунта, оставшиеся в атмосфере через 30 мин после удара. Делается вывод, что при падении астероидов размером порядка десяти километров в океан воздействие на атмосферу Земли будет, по-видимому, не менее сильным, чем при падении астероидов на сушу.

**21.03-01.374 Транспортные характеристики приповерхностного слоя ядра кометы 67P/Чурюмова—Герасименко.** Решетник В., Скоров Ю., Васюта М., Бенгли М., Резак Л., Агарвал Д., Блюм Ю. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 124-143. Рус.

Рассматривается свободно молекулярное течение газа через пылевой пористый поверхностный слой кометного ядра. Исследование выполнено на основе компьютерных моделей генерации пористой среды и Кнудсеновской диффузии газа. Мы рассматриваем различные типы как однородных, так и неоднородных слоев, построенных из непересекающихся сфер, включая слои, содержащие микротрещины или внутренние полости. Используя метод пробных частиц, количественно оцениваются функция распределения длин пролетов, проницаемость слоя, эффективные кинетические характеристики продуктов сублимации, прошедших через неизотермический пористый слой. Кроме того, в рамках используемого подхода мы рассматриваем объемное поглощение видимого солнечного излучения в приповерхностном поглощающем слое. Для всех изучаемых транспортных характеристик получены простые аппроксимационные выражения, которые позволяют с достаточной точностью оценивать изучаемые характеристики для практических приложений в физике комет. Полученные результаты будут использованы для построения новых согласованных моделей переноса энергии в приповерхностном слое кометного ядра и, прежде всего, для анализа результатов наблюдений кометы 67P/Чурюмова—Герасименко.

**21.03-01.375 Открытие первой межзвездной кометы и пространственная плотность межзвездных объектов в солнечной окрестности.** Борисов Г.В., Шустов В.М. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 144-152. Рус.

Открытие первой межзвездной кометы 2I/Borisov подтвердило догадку астрономов о том, что пролет через Солнечную систему относительно крупных объектов (астероидов и комет), образовавшихся за ее пределами – обычное явление. Таких объектов может быть немало, однако их открытие – пока что дело редкого случая. Большие профессиональные телескопы и существующие программы наблюдений на этих телескопах имеют ограничения, которые могут быть преодолены с более скромными инструментами. В работе впервые описано как была открыта комета 2I/Borisov на 65 см телескопе конструкции Г.В. Борисова и те особенности программы наблюдений, которые позволили сделать это открытие. Даны рекомендации для построения будущих программ обнаружения таких тел. Оценка пространственной плотности межзвездных объектов (таких как астероид 1I/ʼOumuamua или комета 2I/Borisov) в Солнечной окрестности. Согласно полученной нами оценке в Солнечной системе в сфере радиусом 50 а. е. в каждый момент времени может находиться около 50 межзвездных тел размером >50 м. Поскольку скорости возможного сближения с Землей таких объектов могут быть весьма высокими, такие вероятные сближения требуют особого внимания. Обсуждается применение специальных космических проектов для их изучения.

**21.03-01.376 Джинсовская неустойчивость протопланетного околосолнечного диска с учетом магнитного поля и излучения в неэкстенсивной кинетике Тсаллиса.** Колесниченко А.В. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 153-171. Рус.

В рамках неэкстенсивной статистики Тсаллиса дан вывод критериев гравитационной неустойчивости Джинса для само-

гравитирующего протопланетного диска, вещество которого состоит из смеси проводящего идеального q-газа и модифицированного излучения фотонного газа. Критерии неустойчивости выведены из соответствующих дисперсионных соотношений, записанных как для нейтрального дискового вещества, так и для намагниченной плазмы с модифицированным чернотельным излучением. Сконструирована термодинамика фотонного газа, основанная на неэкстенсивной квантовой энтропии Тсаллиса, зависящей от параметра деформации. Показано, что чернотельное q-излучение может стабилизировать состояние неэкстенсивной среды для чисто газового диска, а для электропроводящего диска критерий неустойчивости Джинса видоизменяется магнитным полем и радиационным давлением только в поперечном режиме распространения волны возмущения.

**21.03-01.377 Нетепловая потеря атмосферы экзопланеты GJ 436b за счет процессов диссоциации H<sub>2</sub>.** Автаева А.А., Шематович В.И. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 172-181. Рус.

Оценивается вклад процессов диссоциации молекулярного водорода жестким ультрафиолетовым (УФ) излучением и сопутствующим потоком фотоэлектронов в образование фракции надтеплого атомарного водорода в переходной H<sub>2</sub>→H области и формирование соответствующего потока убегания из протяженной верхней атмосферы экзопланеты — горячего непути на GJ 436b (Gliese 436b). Рассчитаны скорость образования и энергетический спектр атомов водорода, образующихся с избытком кинетической энергии при диссоциации H<sub>2</sub>. При помощи численной стохастической модели горячей планетной короны исследованы на молекулярном уровне кинетика и перенос надтепловых атомов водорода в протяженной верхней атмосфере, и рассчитан нетепловой поток убегания. Поток убегания оценен величиной  $3.0 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$  для умеренного уровня звездной активности в УФ-излучении, что позволяет получить верхнюю оценку скорости потери атмосферы за счет процессов диссоциации H<sub>2</sub> равной  $7.8 \cdot 10^8 \text{ г с}^{-1}$ . Расчетная величина входит в интервал полученных из наблюдений оценок возможной скорости потери атмосферы экзопланеты GJ 436b в диапазоне  $\sim(3.7 \cdot 10^6 - 1.1 \cdot 10^9) \text{ г с}^{-1}$ . Полученная в расчетах оценка скорости потери атмосферы экзопланеты GJ 436b за счет надтепловых атомов водорода может рассматриваться как среднее значение, так как расчеты проведены для условий умеренной звездной активности в УФ-излучении и для минимальных значений вероятностей преддиссоциации возбужденных электронных уровней молекулы H<sub>2</sub>. Данный источник надтепловых атомов водорода рекомендуется включить в современные астрономические модели физических и химических процессов в верхних атмосферах горячих экзопланет.

**21.03-01.378 Численно-аналитическое исследование сцепленных орбит в ограниченной эллиптической двукратно осредненной задаче трех тел.** Вашижовьяк М.А. *Астрономический вестник*. 2021. 55, № 2, с. 182-192. Рус.

Рассмотрена ограниченная эллиптическая двукратно осредненная задача трех тел. В разложении возмущающей функции задачи сохранены слагаемые до второй степени включительно относительно эксцентриситета орбиты возмущающего тела. Элементы эллиптической орбиты возмущаемого тела считаются произвольными. С помощью численного интегрирования осредненных уравнений в кеплеровских элементах проведено исследование специальных, так называемых сцепленных орбит тела пренебрежимо малой массы. Для таких орбит точки их пересечения с плоскостью орбиты возмущающего тела находятся по разные стороны от нее. В простейшей модели Солнце—Юпитер—комета описаны особенности эволюции гипотетических и некоторых реальных кометных орбит, выявлены их отличия от соответствующих орбит круговой задачи.

**21.03-01.379 Микроволновый индикатор потенциальной геоэффективности и жгутовая магнитная структура солнечной активной области.** Кудрявцева А.В., Мышьяков И.И., Уралов А.М., Гречнев В.В. *Солнечно-земная физика*. 2021. 7, № 1, с. 3-12. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202101> Выполнен анализ присутствия микроволнового источника над нейтральной лини-

ей (ИНЛ) в суперактивной области NOAA 12673, породившей ряд геоэффективных событий в сентябре 2017 г. Для оценки положения ИНЛ использовались данные Сибирского радиогелиографа в диапазоне 4–8 ГГц и Радиогелиографа Нобеяма на частоте 17 ГГц. Расчет коронального магнитного поля в нелинейном бессиловом приближении выявил протяженную структуру, состоящую из взаимосвязанных магнитных жгутов, расположенных практически по всей длине главной линии раздела полярностей фотосферного магнитного поля. ИНЛ проецируется в зону максимальных значений горизонтального магнитного поля основной энергосодержащей части этой структуры. В ходе каждой вспышки балла X активная область теряла магнитную спиральность и становилась источником КВМ.

**21.03-01.380** Статистические свойства аврорального километрового радиоизлучения по наблюдениям на спутнике ERG (Arase). *Колпак В.И., Могилевский М.М., Чугунин Д.В., Чернышов А.А., Моисеенко И.Л., Кумамото А., Тсучия Ф., Касахара Е., Шойи М., Миеси Е., Шинохара И.* *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 13-20. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202102> Исследованы одновременно зарегистрированные одним спутником сигналы аврорального километрового радиоизлучения (АКР) от источников в авроральных областях Северного и Южного полушарий. В ходе выполнения настоящего исследования проведена подробная статистическая обработка непрерывных измерений АКР продолжительностью более двадцати месяцев на спутнике ERG (Arase), которая позволила подтвердить ранее полученные результаты о расположении источников АКР и сезонных изменениях интенсивности излучения. Открытые вопросы о процессах в источнике АКР могут быть решены с использованием данных о диаграмме направленности излучения в различных геомагнитных условиях. Для ответа на эти вопросы сделана оценка угла раствора конуса диаграммы направленности АКР в вечернем и утреннем секторах магнитосферы Земли.

**21.03-01.381** Исследование мелкомасштабной структуры поляризованного джета во время геомагнитной бури 20 апреля 2018 г. *Синевич А.А., Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Милох В.Я., Могилевский М.М.* *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 21-33. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202103> Проведено исследование мелкомасштабной структуры поляризационного джета в субавроральной области во время геомагнитной бури 20 апреля 2018 г. Представлены результаты измерений параметров плазмы внутри поляризованного джета с максимальной частотой опроса 1 кГц с помощью зондов Ленгмюра, установленных на микроспутнике NorSat-1. В результате исследования установлено наличие неоднородностей температуры и концентрации электронов внутри поляризованного джета с пространственными размерами десятки—сотни метров. Подтверждены известные ранее особенности развития поляризованного джета, а также обнаружено, что в рассматриваемом случае с развитием геомагнитной активности распределение температуры электронов внутри джета разделяется на два ярко выраженных пика.

**21.03-01.382** Динамика продольных токов в двух полушариях Земли в ходе магнитосферной бури по данным техники инверсии магнитограмм. *Мишин В.В., Караваев Ю.А., Лунтошкин С.Б., Пенских Ю.В., Капустин В.Э.* *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 34-39. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202104> С помощью модернизированной техники инверсии магнитограмм продолжено изучение физических процессов в ходе магнитосферной бури 17.08.2001 на основе анализа динамики интенсивностей продольных токов (ПТ) в зоне 1 Инджимы—Потемры в полярных ионосферах двух полушарий Земли. Полученные результаты о динамике асимметрии ПТ двух типов (утро—вечер и межполушарной), как и полученные нами ранее закономерности поведения токов Холла и границ полярных шапок в зависимости от наблюдавшейся в ходе бури большой азимутальной компоненты межпланетного магнитного поля (ММП) и сезонного хо-

да проводимости, соответствуют открытой модели магнитосферы и результатам спутниковых наблюдений полярных сияний в двух полушариях. Показано, что ослабление асимметрии двух типов в распределении ПТ во время суббури, имевших место в ходе исследуемой бури, происходит практически полностью в зимнем полушарии и значительно слабее в летнем. Это явление мы связываем с преобладанием эффекта длительного воздействия азимутальной компоненты ММП в освещенной полярной ионосфере летнего полушария над суббуревым эффектом симметризации ночной магнитосферы. Отмечен эффект симметризации полярной шапки и ПТ, создаваемый импульсом давления солнечного ветра в конце бури, предложено качественное объяснение этого эффекта.

**21.03-01.383** Динамика асимметрии распределения продольных токов во время суббури в сезон равноденствия. *Мишин В.В., Мишин В.М., Куричалова М.А.* *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 40-50. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202105> На основе техники инверсии магнитограмм по данным мировой сети магнитометров исследуется динамика распределения продольных токов в ионосфере Северного полушария. Исследование проведено в период равноденствия в ходе двух суббурь во время длительного интервала с неизменной по знаку и величине азимутальной компонентой межпланетного магнитного поля. Обнаружено изменение знака асимметрии утро—вечер в распределении интенсивности продольных токов при переходе от одной суббури к другой. Причину этого изменения мы связываем с суточным вращением оси геомагнитного диполя, перемещением терминатора относительно центра полярной шапки, вызвавшим существенное изменение освещенности полярной ионосферы и ее проводимости. Кроме того, впервые обнаружена быстрая (в течение нескольких минут) смена знака асимметрии во время взрывной фазы первой суббури при нахождении терминатора вблизи центра полярной шапки и при равной освещенности полярной ионосферы в обоих полушариях. Мы предполагаем, что такая быстрая динамика асимметрии продольных токов при неизменной азимутальной компоненте ММП в период равноденствия могла быть следствием неустойчивости симметрии освещенности и проводимости ионосфер двух полушарий из-за суточного вращения Земли и сильной межполушарной асимметрии геомагнитного поля, что могло вызвать протекание межполушарного продольного тока.

**21.03-01.384** Калибровка модели авроральной ионосферы АИМ-Е для расчета параметров регулярного Е-слоя. *Николаева В.Д., Гордеев Е.И., Рогов Д.Д., Николаев А.В.* *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 51-58. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202106> Модель Е-слоя авроральной ионосферы (E-Region Auroral Ionosphere Model, АИМ-Е) была разработана для определения химического состава и электронной концентрации в авроральной зоне на высотах Е-слоя (90—150 км). Входными параметрами АИМ-Е, характеризующими солнечную и магнитную активность, являются трехчасовой индекс Ap и суточное значение потока радиоизлучения Солнца на длине волны 10.7 см (индекс F10.7). В данной работе выполнено сопоставление расчетов электронной концентрации по модели АИМ-Е в дневное время при задании крайнего ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца двумя различными способами: 1) на основе теоретически рассчитанного спектра крайнего УФ с использованием индекса F10.7 в качестве входного параметра; 2) на основе прямых измерений спектра крайнего УФ спутником TIMED. Проведена коррекция модели крайнего УФ-излучения EUVAC, используемой для задания источника фотоионизации в модели АИМ-Е. Полученные результаты расчетов критических частот регулярного слоя Е показывают хорошее согласие с данными российских высокоширотных станций вертикального зондирования. Результаты данной работы позволят обеспечить высокую точность оперативной оценки характеристик регулярного слоя Е с использованием суточного индекса F10.7 в качестве входного параметра.

**21.03-01.385** Мониторинговые наблюдения метеорологического эха на радаре ЕКВ ИСЗФ СО РАН: алгоритмы, валидация, статистика. *Федоров Р.Р., Бернгардт О.И.* *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 59-73. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202107> Рассматривается реализация алгоритмов автоматического поиска сигналов, рассеянных на метеорных следах, по данным радара ЕКВ ИСЗФ СО РАН. Используется алгоритм, аналогичный алгоритмам, применяемым на специализированных метеорных установках. Алгоритм включает два этапа — обнаружение метеорного эха и определение его параметров. Было показано, что 13.12.2016, в день максимума потока Геминид, детектируемые алгоритмом рассеянные сигналы носят ракурсный характер и соответствуют рассеянию на неоднородностях, вытянутых в направлении радианта метеорного потока. Это подтверждает, что источником выделяемых с помощью алгоритма сигналов являются метеорные следы. В дополнение к алгоритму поиска и определения параметров метеорного рассеяния был реализован алгоритм косвенного определения высоты метеорного следа по характерному времени жизни следа с использованием модели атмосферы NRLMSIS-00. Для дальнейшего тестирования алгоритма был использован набор данных, полученных в 2017—2019 гг. В рамках тестирования было показано соответствие расчетных доплеровских скоростей, полученных с помощью нового алгоритма и алгоритма FitACF, в точках, отмеченных новым алгоритмом как рассеяние на метеорных следах. В работе приведено решение обратной задачи восстановления вектора скорости нейтрального ветра по полученным данным взвешенным методом наименьших квадратов. Проведено сравнение расчетных скоростей и направлений горизонтальных нейтральных ветров, полученных в модели трехмерного ветра и в модели горизонтального ветра HWM-14. Алгоритм позволяет вести обработку рассеянных сигналов в режиме реального времени и введен в постоянную эксплуатацию на радаре ЕКВ ИСЗФ СО РАН.

**21.03-01.386** О возможной связи землетрясений со сменой знака радиальной компоненты межпланетного магнитного поля. *Зотов О.Д., Гувельми А.В., Силина А.С. Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 74-83. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202108> Работа посвящена экспериментальному исследованию возможной связи землетрясений с вариациями межпланетного магнитного поля (ММП). Для анализа использованы мировые и региональные каталоги землетрясений и каталог, содержащий данные о секторной структуре ММП за несколько десятков лет. Основной методический прием состоял в сравнительном анализе частоты землетрясений в дни, когда Земля пересекает границу между секторами ММП, и в дни, когда Земля находится внутри сектора. В качестве индикатора событий, от которых зависит режим колебаний магнитосферы Земли, использован знак радиальной компоненты ММП. Перемена знака сигнализирует о вероятном пересечении Землей границы между секторами ММП, или, другими словами, о пересечении Землей токового слоя гелиосферы. Гипотеза о связи вариаций ММП и сейсмической активности состоит в том, что флуктуации ММП, проникая в магнитосферу, возбуждают в магнитосфере ультранизкочастотные электромагнитные колебания, которые, в принципе, могут повлиять на физические процессы в очагах землетрясений. Обнаружена слабая, но статистически достоверная связь вариаций ММП и сейсмической активности. Рассмотрены также другие параметры ММП, контролирующие ультранизкочастотные колебания геомагнитного поля.

**21.03-01.387** Солнечная активность и сейсмичность Земли. *Янчуковский В.Л. Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 84-97. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202109> С использованием результатов непрерывных длительных наблюдений за 50 лет (включающих с 20-го по 24-й солнечные циклы) исследуется связь сейсмичности Земли с солнечной активностью. Увеличение числа сильных землетрясений на планете происходит на фазе спада солнечной активности, когда имеет место усиление потоков заряженных частиц из высокоширотных корональных дыр, а также в минимуме солнечной активности, когда интенсивность галактических космических лучей достигает максимальных значений. Рассмотрено изменение числа сильных землетрясений (с магнитудой  $M \geq 6$ ) в связи с вариациями интенсивности галактических космических лучей, форбуш-понижениями и наземными возрастаниями интен-

сивности солнечных космических лучей (GLE-события). Показано, что число сильных землетрясений увеличивается после форбуш-понижений с запаздыванием во времени от  $\sim 1$  до  $\sim 6$  сут в зависимости от амплитуды форбуш-понижения, а после GLE-событий число сильных землетрясений увеличивается на  $\sim 8$ -й день. В количестве сильных землетрясений наблюдается полугодовая вариация, которая как бы следует за полугодовой вариацией космических лучей с задержкой  $\sim 1$ –2 мес. Высказано предположение, что связь солнечной активности с сейсмичностью Земли является опосредованной и осуществляется через модуляцию галактических космических лучей и атмосферные процессы, которые провоцируют появление землетрясений в регионах, где ситуация уже была подготовлена тектонической деятельностью.

**21.03-01.388** Вариации параметров ионосферы и геомагнитного поля во время Бачатского землетрясения 18 июня 2013 г. *Белинская А.Ю., Ковалев А.А., Семаков Н.Н., Белинская С.И. Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 1, с. 98-105. Рус.

DOI <https://doi.org/10.12737/szf-71202110> Представлены результаты исследования вариаций ионосферных параметров и локальной магнитной постоянной до, во время и после Бачатского землетрясения, которое произошло 18.06.2013 в 23:02 UT (19.06.2013 в 06:02 LT) с магнитудой 5.3–5.6 и координатами эпицентра  $54.29^\circ$  N,  $86.17^\circ$  E. Для анализа использованы данные ионосферных станций Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН) и Томского государственного университета (ТГУ), а также геомагнитных обсерваторий сети INTERMAGNET. Установлено, что в период, предшествующий землетрясению, наблюдалось довольно резкое возрастание магнитного момента, а последующий период характеризовался не менее резким понижением магнитного момента. Отмечается, что наиболее перспективным для поиска геомагнитных предвестников землетрясений, представляется анализ среднесуточных значений локальной магнитной постоянной. Выявлено существование низкого сильно-го спорадического слоя Es в течение двух суток до события, подобного которому не наблюдалось 15 дней до и 15 дней после. Кроме того, в дни, предшествующие толчку, наблюдается превышение фоновых значений критической частоты слоя F2 более чем на 20% в локальные предвосходные часы. После землетрясения на вторые сутки выделялась ночная область пониженных значений (порядка 16%), которая сохранялась до утра третьих суток.

**21.03-01.389** Реликтовое излучение и современная космологическая модель. *Вергоданов О.В. Астрон. жс.* 2021. 98, № 3, с. 179-196. Рус.

В обзоре рассмотрен вклад результатов измерения флуктуаций реликтового излучения в современную космологическую модель и последние результаты наблюдательной космологии. Мы обсудили основы современной космологической модели, этапы получения информации из данных наблюдений обсерватории “Planck”, а именно, анализ временных рядов наблюдений, процедуры построения карты, пикселизацию, разделение фоновых компонентов, расчет углового спектра мощности и определение космологических параметров. DOI: 10.31857/S0004629921030051.

**21.03-01.390** Восстановление параметров газопылевого диска на основе его синтетических изображений. *Скляревский А.М., Павлюченков Я.Н., Воробьев Э.И. Астрон. жс.* 2021. 98, № 3, с. 197-211. Рус.

Представленная работа посвящена объединению динамической модели протопланетного диска с расчетом переноса излучения для получения синтетических спектров и изображений диска, пригодных для непосредственного сравнения данной модели с наблюдениями. Эволюция диска рассчитана с помощью гидродинамической модели FEOSAD, включающей в себя самосогласованный расчет динамики пыли и газа в двумерном приближении тонкого диска. Моделирование переноса излучения проводится с помощью общедоступного кода RADMC-3D. Рассмотрены три фазы эволюции диска: молодой гравитационно-неустойчивый диск, диск во время аккреционной вспышки светимости и проэволюционировавший диск.

Для этих этапов проанализировано влияние различных процессов на тепловую структуру диска, а также различия между температурами, полученными в исходной динамической модели и после детального расчета переноса излучения. Показано, что важными источниками нагрева могут являться вязкий нагрев во внутренних областях и адиабатический нагрев в спиральных дисках. На основе рассчитанных спектральных распределений энергии с помощью программного комплекса SED-fitter, используемого для анализа наблюдений, восстановлены физические параметры модельных дисков. Существенный разброс между восстановленными параметрами и исходными характеристиками диска свидетельствует о необходимости верификации моделей в рамках пространственно-разрешенных наблюдений дисков в различных спектральных диапазонах. DOI: 10.31857/S000462992103004X.

**21.03-01.391 Физические параметры V680 Mon — затменной звезды с наивысшим известным эксцентриситетом.** Волков И.М., Кравцова А.С., Хохол Д. *Астрон. жс.* 2021. 98, № 3, с. 212-231. Рус.

Впервые получены высокоточные UBVRI(R)с кривые блеска плохо исследованной затменной системы V680 Mon=GSC 748 218 ( $P=8.54^d$ ,  $V=10.02^m$ ). Найдены фотометрические решения, определены физические характеристики звезд-компонентов. Эксцентриситет орбиты оказался самым значительным для звезд данного класса,  $e=0.613$ . Ориентация орбитального эллипса неблагоприятна для исследования движения линии апсид в системе,  $\omega=357^\circ$ . Высокая точность наблюдений позволила определить надежные параметры системы:  $M_1=3.3M_\odot$  (B7 V),  $M_2=1.8M_\odot$  (A2 V). Возраст компонентов оценивается в 70 млн. лет. Фотометрический параллакс, определяемый из наших наблюдений,  $\pi=0.00109(1)''$ , в два раза меньше значения, полученного в проекте GAIA DR1,  $\pi=0.0025(9)''$ , которое, вероятно, ошибочно вследствие оптической двойственности объекта: V680 Mon имеет оптический спутник спектрального класса K3 V. Решения кривых блеска затменной системы указывают на значительную долю третьего света, соответствующего звезде спектрального класса A4 V. В моменты минимумов обнаружен световой эффект, указывающий на физическую связь звезды – источника третьего света – с затменной системой. Построена орбита третьего тела, соответствующая наблюдаемому эффекту, определены его параметры. DOI: 10.31857/S0004629921020067.

**21.03-01.392 Влияние вариаций протяженной водородной короны марса на эффективность перезарядки с протонами солнечного ветра.** Шематович В.И., Бисикало Д.В., Жилкин А.Г. *Астрон. жс.* 2021. 98, № 3, с. 232-238. Рус.

Представлены результаты расчетов эффективности перезарядки протонов солнечного ветра в зависимости от вариаций лучевой концентрации атомов водорода в протяженной короне Марса. Наличие регулярных вариаций плотности было известно давно и связывалось со сменой сезонов на Марсе. Однако недавно были обнаружены и спорадические изменения плотности в верхней атмосфере Марса, обусловленные различными процессами в подстилающей атмосфере, такими как открытые в наблюдениях КА Mars Express и КА MAVEN выбросы паров воды и ледяных частиц на высоты вплоть до 100 км вследствие глобальных пылевых бурь. Очевидно, что учет изменений лучевой концентрации с наблюдаемой амплитудой вплоть до одного порядка величины абсолютно необходим для корректного рассматривания взаимодействия протонов солнечного ветра с атмосферой Марса. В расчетах при помощи кинетической Монте-Карло модели установлено, что при увеличении в 2 и 5 раз лучевой концентрации атомов H в короне Марса эффективность перезарядки также возрастает и достигает значений в 6 и 8%, соответственно, по сравнению с базовым значением 4%. Энергетический спектр проникающих в атмосферу Марса атомов водорода не меняется и остается идентичным по своей структуре спектру невозмущенных протонов солнечного ветра. Данные оценки совместно с разработанной ранее кинетической моделью выпадения протонов и атомов водорода в планетную атмосферу позволяют проследить все этапы проникновения протонов невозмущенного солнечного ветра в плотные слои атмосферы и провести интерпретацию наблюдаемых характеристик протон-

ных сияний в зависимости от вариаций атомарного водорода в короне Марса. DOI: 10.31857/S0004629921030038.

**21.03-01.393 Улучшение орбит четырех визуально-двойных звезд с использованием данных Gaia DR2 и наблюдений 26-дюймового рефрактора Пулковской обсерватории.** Романенко Л.Г., Измайлов И.С. *Астрон. жс.* 2021. 98, № 3, с. 239-254. Рус.

В работе используется модифицированный метод параметров видимого движения (ПВД), в котором исходными данными из каталога Gaia DR2 являются не только высокоточные координаты, параллаксы и лучевые скорости компонентов исследуемых широких двойных звезд, но и их собственные движения. Совпадение ПВД-орбит, полученных как по данным Gaia DR2, так и по данным пулковских рядов 1960—2019 гг., ведет к орбите, однозначной в смысле восходящего узла. Представлены результаты улучшения орбит таких визуально-двойных звезд Пулковской программы исследований, как ADS 246, 2757, 10386 и 12169. Получены орбиты (с периодами 1226, 1075, 4500 и 4900 лет), параметры ориентации орбит в галактической системе координат и массы этих систем ( $0.59\pm 0.05$ ,  $1.7\pm 0.3$ ,  $1.7\pm 0.4$  и  $2.25\pm 0.5M_\odot$ ). Показано, что плотные однородные ряды наземных наблюдений, таких как ПЗС-наблюдения на 26-дюймовом рефракторе Пулковской обсерватории, не теряют актуальности, служат базой для выявления наилучшего решения как по данным Gaia, так и по собственным наблюдениям, и должны быть продолжены. Показано также, что метод Тиле–Иннеса не подходит для определения орбит двойных звезд с разделением более 100 а.е. Статья основана на докладе, сделанном на конференции “Астрометрия вчера, сегодня, завтра” (ГАИШ МГУ, 14–16 октября 2019 г.). DOI: 10.31857/S0004629921030026.

**21.03-01.394 Анализ широтных наблюдений и данных спутниковых навигационных систем с целью определения геодинамических параметров.** Мубаракшина Р.Р., Лапаева В.В., Кащеев Р.А., Загреддинов Р.В., Нефедьев Ю.А., Андреев А.О. *Астрон. жс.* 2021. 98, № 3, с. 255-264. Рус.

Работа посвящена анализу данных долговременных широтных наблюдений, а также данных ГНСС измерений. Широтные наблюдения включают периодические и случайные гармоники с малыми амплитудами как составляющие шумов разной природы и продолжительности. Исследование таких гармоник может дать много информации о сейсмологии, геодинамических процессах и строении Земли в окрестности телескопа. Ценность наблюдений, проводимых на территории определенной обсерватории, заключается в их достоверности, однородности, длительности наблюдательных рядов и уникальности. Целью редукции широтных наблюдений является построение графика изменения со временем средней широты пункта наблюдения в течение длительного промежутка времени. В работе был выполнен анализ кривой неполярных (без компонентов, обусловленных движением полюса) колебаний средней широты. Проведен сравнительный анализ периодических оставляющих вековых изменений средней широты и ГНСС наблюдений. С использованием данных ГНСС наблюдений определены геодинамические параметры динамики земной коры относительно тектонических разломов на территории Республики Татарстан, а на основе анализа аномальных расхождений вариаций астрономической широты от прогнозируемой модели показана корреляционная связь с сейсмическими процессами. DOI: 10.31857/S0004629921030014.

**21.03-01.395 Радиосвойства галактик FR0 по многочастотным измерениям на РАТАН-600.** Михайлов А.Г., Сотникова Ю.В. *Астрон. жс.* 2021. 98, № 4, с. 267-280. Рус.

Исследования последних лет показали, что среди популяции радиогромких активных ядер галактик в ближней Вселенной численно доминируют компактные радиоисточники класса FR0. В данной работе представлены результаты наблюдений выборки 33 радиогалактик FR0 на РАТАН-600 в первом полугодии 2020 г. Впервые измерены квазидновременные спектры объектов данного класса в столь широком диапазоне частот: 2.25–22.3 ГГц. Радиосветимость объектов выборки на частоте 4.7 ГГц варьируется в пределах  $10^{38.8-40.6}$  эрг/с со средним значением  $10^{39.7}$  эрг/с. Полученные данные

подтверждают дефицит протяженного радиоизлучения: среднее значение параметра доминирования радиоядра ( $\log R \approx -0.10$ ) существенно превосходит значения, характерные для радиогалактик FRI. Квазисовременные спектры плоские, а в диапазоне 4.7–8.2 ГГц средний спектральный индекс близок к нулю. Спектры 44% объектов с 3 и более квазисовременными точками обладают максимумом (peaked-форма спектра). Привлечение дополнительных данных каталогов позволило выделить 3 новых кандидата в источники с максимумом спектра в гигагерцовом диапазоне. Найдена статистически значимая корреляция между мощностью джета парсековых масштабов и болометрической светимостью аккреционного диска:  $\log L_j / L_{Edd} = (0.52 \pm 0.15)$ ,  $\log L_{bol} / L_{Edd} = (0.69 \pm 0.51)$ . В целом спектры исследованных объектов плоские и обладают сложной структурой, что говорит о большой степени непрозрачности в радиодиапазоне и вкладе в результирующий спектр нескольких компонент. DOI: 10.31857/S0004629921040022.

**21.03-01.396 Популяционный синтез экзопланет с учетом изменения орбит за счет звездной эволюции. Андрушин А.С., Попов С.В. Астрон. ж. 2021. 98, № 4, с. 281-304. Рус.**

Методом популяционного синтеза исследована эволюция орбит экзопланет на поздних стадиях звездной эволюции. Эволюция звезд прослежена, начиная со стадии Главной последовательности до стадии белого карлика. Для расчета эволюционных треков использован пакет MESA. Проведен расчет статистики поглощенных, выброшенных из системы и выживших планет к моменту превращения родительских звезд в белые карлики с учетом изменения темпа звездообразования в Галактике за все время ее существования. Рассмотрены планеты у звезд в интервале начальных масс (1–8)  $M_{\odot}$ , поскольку менее массивные звезды не успевают уйти с Главной последовательности за время жизни Галактики, а более массивные не приводят к образованию белых карликов. Установлено, что для принятых в работе начальных распределений планет на плоскости “ $a-M_{pl}$ ” большинство (около 60%) планет, родившихся у звезд в исследуемом диапазоне масс, поглощаются родительскими звездами на стадии гиганта. Небольшая доля планет (менее процента) оказывается выброшена из своих систем из-за воздействия улетающего от звезды потока вещества. Оцененное число “убежавших” планет с массами в интервале от 0.04 массы Земли до 13 масс Юпитера в Галактике приближенно равно 300 млн.

**21.03-01.397 Расчет степени линейной поляризации излучения линии  $H\alpha$ , возбуждаемой протонами, во вспышках Солнца. Шапочкин М.Б. Астрон. ж. 2021. 98, № 4, с. 305-313. Рус.**

Приводится оригинальный аналитический расчет степени линейной поляризации линий  $H\alpha$  во время солнечных вспышек, вызванной анизотропными протонами, когда в хромосфере Солнца температура тепловых протонов больше температуры тепловых электронов. Анализируются зависимости степени линейной поляризации от параметров функции распределения тепловых и нетепловых протонов во время вспышек Солнца. Обсуждается диагностика вспышечной плазмы. DOI: 10.31857/S000462992104006X.

**21.03-01.398 Эволюция солнечного кометного копыа со временем. Тутуков А.В., Сизова М.Д., Верещагин С.В. Астрон. ж. 2021. 98, № 4, с. 314-320. Рус.**

Часть астероидов, комет и планет (АКП) ускоряется планетами-гигантами и выбрасывается из родительских планетных систем со скоростями в несколько километров в секунду. АКП, покидая не только родительскую звезду, но и распадается звездное скопление, формируют в пространстве облако АКП, напоминающее копые. Тем самым формируются АКП копыя Солнца, звезд и звездных скоплений. Таким образом, границы планетных систем со временем расширяются за счет АКП копий на десятки кпк. Настоящая работа посвящена численному исследованию эволюции орбит “свободных” АКП в Галактике, ведущей к их превращению в “кометные копыя” Солнца, звезд, звездных скоплений. Показано, что со временем АКП копыя звезд превращаются в кольца вокруг центра Галактики. DOI: 10.31857/S0004629921040083.

**21.03-01.399 Движение в центральном поле при возмущающем ускорении, изменяющемся по закону обратных квадратов: приложение к эффекту Ярковского. Санникова Т.Н. Астрон. ж. 2021. 98, № 4, с. 321-331. Рус.**

С помощью аналитического решения системы дифференциальных уравнений в средних элементах в первом приближении по малому параметру изучена эволюция орбиты астероида, движущегося под действием притяжения к Солнцу и дополнительного возмущающего ускорения  $P=P'/r^2$ , возникающего за счет действия эффекта Ярковского. Здесь  $r$  — гелиоцентрическое расстояние, модуль  $P'$  мал по сравнению с основным ускорением, вызванным притяжением Солнца, а компоненты вектора  $P'$  ( $S, T, W$ ) — постоянны в системе отсчета с началом в центральном теле и осями, направленными по радиусу-вектору, трансверсали (перпендикуляр к радиусу-вектору в оскулирующей плоскости в сторону движения) и бинормали (направленной по вектору площадей). Величины  $S, T, W$ , необходимые для учета эффекта Ярковского, могут быть найдены либо как дополнительные параметры при определении орбиты из наблюдений, либо с помощью теплофизических моделей ускорения Ярковского. В первом случае требуется высокоточная астрометрия в течение длительного времени, во втором — знание теплофизических характеристик и параметров вращения астероидов. В статье вычислен дрейф большой полуоси для 23 астероидов с опубликованным в различных источниках трансверсальным ускорением, определенным первым способом. Сравнительный анализ показал хорошее согласие с результатами других работ. В рамках реализации второго способа на основе линейной теплофизической модели силы Ярковского для сферических астероидов и уравнений для компонент этой силы в системе отсчета, связанной с радиусом-вектором, определены негравитационные параметры для астероида 1685 Того (1948 OA):  $A_1 = S/r_0^2 = (7.96_{-3.48}^{+2.72}) \cdot 10^{-15}$  а.е./сут<sup>2</sup>,  $A_2 = T/r_0^2 = (-3.24_{-0.57}^{+0.42}) \cdot 10^{-15}$  а.е./сут<sup>2</sup>,  $A_3 = W/r_0^2 = 0$  ( $r_0 = 1$  а.е.). Затем для 1685 Того найдены дрейфы эксцентриситета, большой полуоси и средней аномалии и оценено смещение астероида от невозмущенного положения за 1000 оборотов вокруг Солнца (1600 лет). С учетом неопределенностей параметров  $A_1, A_2$  опережение по средней аномалии составило от 2.50' до 3.28', а смещение — от 143 до 188 тыс. км. DOI: 10.31857/S0004629921040058.

**21.03-01.400 Анализ результатов исследования наблюдений полярной корональной дыры на солнце в микроволновом диапазоне длин волн. Голубчина О.А. Астрон. ж. 2021. 98, № 4, с. 332-341. Рус.**

Обзор основных результатов исследования полярной корональной дыры (КД) над Северным полюсом Солнца на основе наблюдений солнечного затмения 29 марта 2006 г. с помощью радиотелескопа РАТАН-600 в широком диапазоне сантиметровых длин волн: 1.03, 1.38, 2.7, 6.2, 13.0, 30.7 см — с привлечением наблюдательных и теоретических данных работ о свойствах корональных дыр на Солнце, опубликованных различными авторами. Обсуждаются полученные результаты: распределение яркостных температур полярной корональной дыры над Северным полюсом Солнца на расстояниях 1.005–2.0 радиуса оптического диска Солнца от центра солнечного диска; усиление микроволнового излучения полярной корональной дыры, зарегистрированное на коротких длинах волн; идентичность температурных свойств полярной КД и низкоширотных корональных дыр на Солнце в период минимальной солнечной активности. Сравнение полученных яркостных температур полярной корональной дыры с яркостными температурами крупных низкоширотных корональных дыр, наблюдавшихся ранее (1973–1976, 1984–1987 гг.) на близких длинах волн, свидетельствует об идентичности температурных свойств корональных дыр независимо от их расположения на Солнце и организации корональных дыр в период минимума солнечной активности. DOI: 10.31857/S0004629921050030.

**21.03-01.401 Пути повышения точности измерения параметров гравитационного поля земли с помощью орбитальной группировки космических аппаратов. Милоков В.К., Филеткин А.И., Жамков А.С. Астрон. ж. 2021. 98, № 4, с. 342-352. Рус.**

Приведены результаты анализа возможностей повышения пространственного и временного разрешения существующих



моделей гравитационного поля Земли (ГПЗ) путем оптимизации орбитальных параметров (большой полуоси и наклона) группировки космических аппаратов (КА) на околоземной орбите. В результате численного моделирования найдены элементы орбит КА, которые за 30-дневный интервал покрывают 100% поверхности Земли подспутниковыми трассами с угловым разрешением  $1 \times 1^\circ$ , что практически в 4 раза выше углового разрешения ежемесячных моделей ГПЗ миссии GRACE. DOI: 10.31857/S0004629921040034.

**21.03-01.402 Средний квадрат геодезического отклонения в задаче Зельдовича о распространении света во Вселенной с неоднородностями.** *Соколов Д.Д., Чукина А.А., Илларионов Е.А. Астрон. ж.* 2021. 98, № 5, с. 355-362. Рус.

Я.Б. Зельдович в 1964 г. сформулировал задачу о распространении света во Вселенной с учетом влияния неоднородностей. Она сводится к описанию разбегания двух близких геодезических в римановом пространстве и описывается уравнением отклонения геодезических (уравнение Якоби), причем кривизна вдоль геодезической меняется случайным образом. Полагая кривизну постоянной на отрезках малой, но конечной длины, задача сводится к изучению произведения случайных матриц и позволяет применить соответствующую хорошо развитую математическую теорию, которая, однако, не позволяла вычислить среднеквадратичную скорость роста отклонения геодезической. В работе предлагается способ решения этой проблемы с помощью введения билинейной величины, одна из компонент которой совпадает с квадратом поля Якоби. Для билинейной величины явно выписывается система дифференциальных уравнений первого порядка, и решение, как и скорость роста, вновь выражается через произведение матриц. Подобный прием может быть использован при исследовании широкого круга задач и естественным образом обобщается на моменты более старших порядков. DOI: 10.31857/S0004629921050078.

**21.03-01.403 Выметание пыли давлением излучения звезд и особенности химического состава дисковых галактик.** *Сивкова Е.Э., Вилбе Д.З., Шустов В.М. Астрон. ж.* 2021. 98, № 5, с. 363-378. Рус.

Рассмотрено движение пылевых частиц различных размеров и химического состава под действием давления излучения звезд в окрестностях Млечного Пути. При интегрировании уравнений движения помимо давления излучения учитывались гравитационное притяжение компонентов Галактики и сопротивление газа. Показано, что эффективнее всего из галактического диска выметаются углистые частицы средних размеров ( $\sim 0.01$  мкм). Более мелкие пылинки выметаются в существенно меньших количествах или не выметаются совсем. В работе рассмотрено также движение силикатных пылевых частиц, в том числе имеющих пористую структуру. Показано, что силикатные частицы значительно меньше подвержены действию давления излучения, а учет пористости не оказывает существенного влияния на результат моделирования их движения. Суммарный темп потери пыли Галактикой оказывается большим – примерно  $0.03 M_\odot/\text{год}$ , что сопоставимо с другими механизмами выброса тяжелых элементов в окологалактическое пространство. Обсуждается возможная роль выметания пыли из Галактики в формировании радиального градиента металличности, а также перспективы обнаружения протяженных пылевых структур у эллиптических галактик. DOI: 10.31857/S0004629921050066.

**21.03-01.404 Слияния нейтронных звезд и гамма-всплески: модель обдирания.** *Блинников С.И., Надёжин Д.К., Крамарев Н.И., Юдин А.В. Астрон. ж.* 2021. 98, № 5, с. 379-386. Рус.

Представлен обзор современного состояния модели обдирания (stripping model) для коротких гамма-всплесков. После исторического совместного детектирования гравитационно-волнового события GW170817 и сопутствующего гамма-всплеска GRB170817A, связь коротких гамма-всплесков со слиянием нейтронных звезд получила надежное подтверждение. Мы показываем, что многие свойства GRB170817A, оказавшегося пекулярным по сравнению с другими короткими гамма-всплесками, естественно объясняются именно в рамках модели обдирания, а именно: время (1.7 с) между пи-

ком гравитационно-волнового сигнала и регистрацией гамма-всплеска, его полная изотропная энергия и параметры красного и синего компонентов сопутствующей килоновой. DOI: 10.31857/S0004629921050017.

**21.03-01.405 Трехмерная модель структуры течения в асинхронном полярном CD Ind в момент переключения магнитных полюсов.** *Соболев А.В., Жилкин А.Г., Бисикало Д.В., Бакли Д.А.Х. Астрон. ж.* 2021. 98, № 5, с. 387-406. Рус.

Проведено трехмерное численное МГД моделирование структуры течения в асинхронном полярном CD Ind в моменты переключения между магнитными полюсами аккретора — белого карлика. Для учета быстропротекающих процессов разработана численная нестационарная модель. Расчеты выполнены в предположении, что магнитное поле аккретора имеет конфигурацию смещенного диполя. По результатам расчетов построены карты горячих пятен на поверхности аккретора и кривые блеска в моменты переключения магнитных полюсов. Показано, что в принятой конфигурации магнитного поля, когда параметры поля на южном и северном полюсах отличаются, структура течения меняется по-разному, в зависимости от того, с какого полюса на какой идет переключение. Как следствие, наблюдаются значительные отличия и в характере изменения кривых блеска в различные моменты переключения. Данное обстоятельство позволяет надеяться, что из сравнения наблюдаемых и синтетических кривых блеска можно получить сведения о реальной конфигурации магнитного поля в системе.

**21.03-01.406 R-тороид как трехмерное обобщение кольца Гаусса и его применение в астрономии.** *Кондратьев В.П., Корноузов В.С. Астрон. ж.* 2021. 98, № 5, с. 407-422. Рус.

Построена новая аналитическая модель (R-тороид) для изучения вековых возмущений в небесной механике, представляющая 3D обобщение прецессирующего кольца Гаусса. Наш подход основан на тройном усреднении движения материальной точки и сводится к цепочке преобразований: 1D кольцо Гаусса—2D R-кольцо—3D R-тороид. Изучаются форма, структура и гравитационный потенциал R-тороида. Для исследования движения тел в гравитационном поле модели, в двух формах (в интегральной и в виде степенного ряда) получено выражение взаимной энергии R-тороида и внешнего кольца Гаусса. С помощью взаимной энергии выводятся две системы уравнений вековой эволюции оскулирующих орбит (колец Гаусса): в гравитационном поле R-тороида и в поле центральной прецессирующей звезды. Найдены периоды нодальной  $T_\Omega$  и апсидальной  $T_\omega$  прецессии орбит. Рассмотрены примеры трех горячих юпитеров с известным периодом нодальной прецессии. Для экзопланеты Kepler-413b R-тороид описывает эволюцию любой орбиты с  $a \geq 5.48$  а.е., а для экзопланеты PTFO 8-8695b критическое значение большой полуоси оказалось равным всего  $a_{min} \approx 0.2$  а.е. Рассчитан профиль частот прецессии пробной орбиты в поле звезды и планеты PTFO 8-8695b. Минимальное значение периода нодальной прецессии оказалось равным  $T_\Omega \approx (26.1 \pm 3.0) \cdot 10^3$  лет. DOI: 10.31857/S0004629921050042.

**21.03-01.407 Использование фотометрического структурного анализа и цифрованных данных позиционных наблюдений для исследования малых небесных тел.** *Нефедьев Ю.А., Вагров А.В., Усанин В.С., Андреев А.О., Демина Н.Ю. Астрон. ж.* 2021. 98, № 5, с. 423-430. Рус.

Задачи по изучению малых небесных тел являются важной составляющей современных космических исследований. Это касается как исследования физико-химических и эволюционных параметров, так и нахождения генетических связей метеорных потоков и их родительских тел. Важным направлением исследований является структурный анализ комет и астероидов. Актуальность изучения кометных тел заключается в том, что кометы содержат данные о протосолнечном молекулярном облаке. Ядра комет представляют собой твердые тела, состоящие из пыли (силикаты, полимеры, полициклические ароматические углеводороды и др.) и льда различного состава (вода, углекислый газ, угарный газ, метан, аммиак и др.). Ядра комет являются хрупкими и из-за их низкой плотности, малой массы

и силы тяжести имеют неправильную форму. Изучение структурных и физико-химических характеристик комет является актуальной и важной задачей для разработки эволюционной теории. Используя разработанный метод и специальное программное обеспечение для яркостного анализа цифровых изображений, мы создали структурные модели комет и получили яркостные изофоты их ядер, головы и хвостов. Так как ядра комет являются элементами динамической эволюции и процессов в протодиске Солнечной системы, исследование цифровой структуры комет позволит уточнить теорию образования и эволюции Солнечной системы. DOI: 10.31857/S0004629921060050.

**21.03-01.408** Анализ цифровой модели физической поверхности Луны, построенной на основе спутниковых альтиметрических измерений. *Андреев А.О., Азмедшина Е.Н., Нефедьев Л.А., Нефедьев Ю.А., Демидина Н.Ю.* *Астрон. ж.* 2021. 47, № 5, с. 431-440. Рус.

При выполнении космических миссий по исследованию Солнечной системы было получено значительное количество данных о геофизических и морфологических свойствах планет. Это позволило создать новое научное направление – сравнительную планетологию. Данное направление сосредоточено не только на развитии эволюционных и космогонических концепций, но и на описании природных явлений, происходящих на небесных телах. Целью настоящей работы является исследование цифровой модели физической поверхности Луны, построенной на измерениях, выполненных в ходе космической миссии “Кагуя”. Для построения и анализа такой модели использовался многопараметрический гармонический анализ оптических и альтиметрических данных, полученных в ходе осуществления окололунных спутниковых наблюдений. Разработанный подход предполагает создание регрессионных гармонических моделей на основе разложения альтиметрических данных и анализ их фрактальных размерностей. Для исследуемой системы получен спектр фрактальных оценок как для различных локальных зон, так и для полной модели лунной сферы. DOI: 10.31857/S0004629921060013.

**21.03-01.409** Кривые блеска сверхновых Ia. *Лютых А.В., Пружинская М.В., Блишников С.И.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 1, с. 3-13. Рус.

DOI: 10.31857/S032001082101006X.

**21.03-01.410** Поиск в галактике M 31 магнитаров как периодических рентгеновских источников по данным XMM-Newton. *Пишурков М.С., Попов С.Б., Золотухин И.Ю.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 1, с. 14-21. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821010071.

**21.03-01.411** Показатели цвета звезд типа T Тельца в моделях переменной околосредней экстинкции. *Дмитриев Д.В., Гринин В.П., Барсунова О.Ю.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 1, с. 22-30. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821010034.

**21.03-01.412** Поиск эволюционных изменений периодов цефеид SEa Cas и SEb Cas. *Бердников Л.Н., Белинский А.А., Пастухова Е.Н., Бурлак М.А., Иконникова Н.П., Мишин Е.О., Шатский Н.И.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 1, с. 31-45. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821010022.

**21.03-01.413** Метод "окна видимости" для учета наблюдательной селекции в статистике экзопланет, открытых по измерениям лучевых скоростей. *Иванова А.Е., Яковлев О.Я., Ананьева В.И., Шашкова И.А., Тавров А.В., Берто Ж.-Л.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 1, с. 46-52. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821010058.

**21.03-01.414** Влияние дисперсии скоростей пыли в межзвездной среде на ее распределение внутри гелиосферы. *Годенко Е.А., Измоленов В.В.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 1, с. 53-65. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821010046.

**21.03-01.415** Спектроскопические измерения красных смещений скоплений галактик из обзора обсерватории им. Планка и наблюдение этих скопле-

ний в обзоре SRG/ePOZITA. *Зазнобин И.А., Буренин Р.А., Бикмаев И.Ф., Хамитов И.М., Хорунжеев Г.А., Ляпин А.Р., Еселевич М.В., Лыскова Н.С., Медведев П.С., Гильфанов М.Р., Сюняев Р.А.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 79-88. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020066.

**21.03-01.416** Оптическое отождествление кандидатов в активные ядра галактик, обнаруженных телескопом ART-XC им. М.Н. Павлинского обсерватории SRG в ходе рентгеновского обзора всего неба. *Зазнобин И.А., Усков Г.С., Сазонов С.Ю., Буренин Р.А., Медведев П.С., Хорунжеев Г.А., Ляпин А.Р., Кривонос Р.А., Филиппова Е.В., Гильфанов М.Р., Сюняев Р.А., Еселевич М.В., Бикмаев И.Ф., Иртуганов Э.Н., Николаева Е.А.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 89-106. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020078.

**21.03-01.417** Поиск периодического сигнала в излучении Крабовидной туманности в области высоких энергий. *Низамов Б.А., Пишурков М.С.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 107-113. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020042.

**21.03-01.418** Слежение за высокоэнергичными нейтрино на Байкальском нейтринном телескопе Baikal-GVD. *Аврорин А.В., Аврорин А.Д., Айнутдинов В.М., Банах П., Бардачова З., Белолопников И.А., Брудачин В.Б., Буднев Н.М., Гафаров А.Р., Голубков К.В., Горшков Н.С., Гресь Т.И., Дворницкий Р., Дик В.Я., Джилжибаев Ж.А.М., Домогацкий Г.В., Дорошенко А.А., Дьячок А.Н., Еркелова Е., Елжов Т.В., Заборов Д.Н., Иванов Р.А., Катюлин М.С., Кебквал К.Г., Кебквал О.Г., Кожин В.А., Колбин М.М., Конищев К.В., Копанский К.А., Коробченко А.В., Кошечкин А.П., Круглов М.В., Крюков М.К., Кулепов В.Ф., Миленин М.В., Миргазов Р.Р., Назари В., Наумов Д.В., Нога В., Петузов Д.П., Плисковский Е.Н., Розанов М.И., Рушай В.Д., Рябов Е.В., Сафронов Г.Б., Симкович Ф., Скнурин А.В., Соловьев А.Г., Сорокозиков М.Н., Стекл И., Суворова О.В., Сушенов Е.О., Таболенко В.А., Тарашанский Б.А., Файт Л., Фиалковский С.В., Храмов Е.В., Шайбонов Б.А., Шелепов М.Д., Яблокова Ю.В., Яковлев С.А.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 114-124. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020017.

**21.03-01.419** Изменения периода V420 Cen — цефеиды типа W Vir. *Бердников Л.Н.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 125-137. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020029.

**21.03-01.420** О зависимости магнитного поля низкоширотной корональной дыры от ее площади. *Ахтемов З.С., Цап Ю.Т.* *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 138-144. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821010010.

**21.03-01.421** Исправление к статье А. Г. Куранова, К. А. Постнова, Л. Р. Юнгельсона “Популяционный синтез ультраярких рентгеновских источников с замеченными нейтронными звездами” (Том 46, № 10, стр. 702—720, 2020 г.) *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 145. Рус.

DOI: 10.31857/S032001082102008X.

**21.03-01.422** Авторский указатель [Письма в Астрономический журнал] Том 45, 2019 г. *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 2, с. 146-152. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020054.

**21.03-01.423** Открытие самого мощного в рентгене квазара SRGE J170245.3+130104 на красном смещении  $z \approx 5.5$ . *Хорунжеев Г.А., Мещеряков А.В., Медведев П.С., Борисов В.Д., Буренин Р.А., Кривонос Р.А., Уклевин Р.И., Шабловинская Е.С., Афанасьев В.Л.,*

*Додонов С.Н., Сюняев Р.А., Сазонов С.Ю., Гильфанов М.Р. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 155-173. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030037.

**21.03-01.424** Спектроскопические измерения красных смещений скоплений галактик из обзора поля Локмана телескопа eROZITA на борту обсерватории SRG. *Зазнобин И.А., Буренин Р.А., Ляпин А.Р., Хорунжеев Г.А., Афанасьев В.Л., Грозовская А.А., Додонов С.Н., Еселевич М.В., Уклеин Р.И., Бикмаев И.Ф., Хамитов И.М., Гильфанов М.Р., Лыскова Н.С., Медведев П.С., Сюняев Р.А. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 174-182. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030098.

**21.03-01.425** Продленное излучение космических гамма-всплесков, зарегистрированных экспериментом SPI-ACS/INTEGRAL. *Мозгунов Г.Ю., Минаев П.Ю., Позаненко А.С. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 183-196. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030049.

**21.03-01.426** К проблеме классификации шаровых скоплений. Расчет степени концентрации звезд для 26 скоплений. *Нуриддинов С.Н., Таджибаев И.У., Рас-торгуев А.С. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 197-204. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030050.

**21.03-01.427** Дихотомия отношения массы к радиусу и число шаровых скоплений. The Dichotomy of the Mass-Radius Relation and the Number of Globular Clusters. *Abdullah A.H., Кроура Р. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 205. Англ.

DOI: 10.31857/S0320010821030025.

**21.03-01.428** Активность звезды с экзопланетой AB Pic из молодой ассоциации Tuc-Hog. *Саванов И.С. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 206-210. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030074.

**21.03-01.429** Изучение тесных сближений звезд с солнечной системой по данным каталога Gaia EDR3. *Бобылев В.В., Байкова А.Т. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 211-219. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821020030.

**21.03-01.430** Анализ оптимальных траекторий перелета к транснептуновому объекту (90377) Седна. *Зубко В.А., Суганов А.А., Федяев К.С., Корянов В.В., Белыев А.А. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 3, с. 220-228. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030104.

**21.03-01.431** Аннигиляция позитронов  $^{22}\text{Na}$  в новых звездах. *Чугай Н.Н., Кудряшов А.Д. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 231-238. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821040057.

**21.03-01.432** Непрозрачность разлетающегося вещества в расчетах кривых блеска сверхновых. *Поташов М.Ш., Блишников С.И., Сорокина Е.И. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 239-249. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030062.

**21.03-01.433** Фазирующая спектроскопия магнитара SGR J1745-2900 по данным обсерватории NuSTAR. *Кузнецова Е.А., Лутовинов А.А., Семена А.Н. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 250-259. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821040070.

**21.03-01.434** Анализ избранных убегающих звезд в туманности Ориона по данным каталога Gaia EDR3. *Бобылев В.В., Байкова А.Т. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 260-271. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821040021.

**21.03-01.435** Спектрофотометрический мониторинг активности симбиотической звезды CN Sng в период с 2008 по 2018 г. *Тарасова Т.Н., Скопал А. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 272-289. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821040082.

**21.03-01.436** Изменения периода SU Sct-цефеиды населения II. *Бердников Л.Н., Пастухова Е.Н. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 290-299. Рус.

DOI: 10.31857/S032001082104001X.

**21.03-01.437** Трехмерная версия задачи Хилла с переменной массой. Three-Dimensional Version of Hill's Problem with Variable Mass. *Bouaziz-Kellil F. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 300-300. Англ.

DOI: 10.31857/S0320010821040045.

**21.03-01.438** Авторский указатель ([Письма в Астрономический журнал] Том 46, 2020 г.) *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 4, с. 301-308. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821030086.

**21.03-01.439** Наблюдения спутниками mms мелко-масштабных магнитных и токовых структур во время продолжительных диполизаций в ближнем геомагнитном хвосте. *Малыгин А.Ю., Григоренко Е.Е. Физика плазмы.* 2021. 47, № 5, с. 401-414. Рус.

Представлены наблюдения и выполнен анализ двух последовательных продолжительных диполизаций в геомагнитном хвосте (на расстоянии  $X \sim -18.3R_E$  от Земли,  $R_E$  — радиус Земли) по данным миссии MMS. Во время данных диполизаций было выделено 8 диполизационных фронтов (ДФ), для которых были определены скорости распространения и их пространственный масштаб. Скорости движения ДФ находились в диапазоне 130–360 км/с. Пространственный масштаб квази-золированных ДФ вдоль направления их движения, наблюдаемых в начале первой диполизации, составлял  $\sim 1\rho_i$  (где  $\rho_i$  — ионный гиррорадиус), в то время как пространственный масштаб ДФ, наблюдаемых в зоне накопления магнитного потока, составлял  $\sim 5\rho_i$ . Используя методы многоступенчатых наблюдений, определены плотности электрических токов, связанных с ДФ, на субионных масштабах. Показано, что одновременно с ДФ наблюдались тонкие ( $\lesssim 0.4\rho_i$ ), интенсивные электронные токовые структуры, с амплитудой плотности тока от 10 до 60 нА/м<sup>2</sup>, образующие сложную многомасштабную трехмерную конфигурацию. DOI: 10.31857/S0367292121050061.

**21.03-01.440** Метод оптимизации маневров межорбитального транспортного аппарата в сильном центральном гравитационном поле. *Ткаченко Я.В. Прикл. мех.* 2019. 55, № 5, с. 101-109. Рус.

A method of constructing the optimal trajectories of interorbital flights of the orbital transfer vehicle with a low thrust propulsion system is described. The testing of method confirms its effectiveness for the problem of delivering the maximum payload from the low orbit to the orbit close to the geostationary one.

См. также **21.03-01.12**, **21.03-01.13**, **21.03-01.15**, **21.03-01.20**, **21.03-01.157**, **21.03-01.161**

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

## А

Abdullah A.H. 21.03-01.427  
 Adigezalzade A.N. 21.03-01.301  
 Afanas'yeva T.N. 21.03-01.340  
 Akhmetov V. 21.03-01.325  
 Akhmetov V.S. 21.03-01.321  
 Amara M. 21.03-01.133  
 Andrievsky S.M. 21.03-01.296  
 Andronov I.L. 21.03-01.297,  
 21.03-01.305, 21.03-01.315,  
 21.03-01.344  
 Andruk V. 21.03-01.320,  
 21.03-01.323, 21.03-01.324,  
 21.03-01.327, 21.03-01.331  
 Andruk V.M. 21.03-01.330,  
 21.03-01.332  
 Andrych K.D. 21.03-01.297,  
 21.03-01.313  
 Atroschenko M. 21.03-01.302

## B

Baluk I.I. 21.03-01.302  
 Baranovsky E.A. 21.03-01.338  
 Basak N. 21.03-01.308  
 Bashirova U.Z. 21.03-01.301  
 Belik S.I. 21.03-01.317  
 Belubekyan M.V. 21.03-01.25  
 Benferhat M.L. 21.03-01.133  
 Berdnikov L.N. 21.03-01.317  
 Bodryagin D.V. 21.03-01.326  
 Bolotin Yu.L. 21.03-01.285,  
 21.03-01.286  
 Bondarchuk L.E. 21.03-01.326  
 Bouaziz-Kellil F. 21.03-01.437  
 Bouttout A. 21.03-01.133  
 Briukhovetskiy O.B. 21.03-01.329  
 Bronza S.D. 21.03-01.291  
 Brotherton M.B. 21.03-01.310  
 Buckley D.A.H. 21.03-01.310  
 Burlak M.A. 21.03-01.310  
 Butkovskaya V.V. 21.03-01.312

## C

Chen X. 21.03-01.310  
 Cherkaskiy V.A. 21.03-01.285  
 Chernin A.D. 21.03-01.287  
 Chinarova L.L. 21.03-01.297

## D

Danford S. 21.03-01.318  
 Dmytrenko A.M. 21.03-01.321  
 Doikov D.N. 21.03-01.299  
 Dolgova E.M. 21.03-01.340  
 Dragomiretsky V. 21.03-01.341  
 Du P. 21.03-01.310  
 Dubovsky P. 21.03-01.313  
 Dubovsky P.A. 21.03-01.329  
 Dubrouski S.A. 21.03-01.302  
 Dzikovskiy D.V. 21.03-01.314,  
 21.03-01.319

## E

Eglitis I. 21.03-01.320, 21.03-01.330  
 Ehgamberdiev Sh. 21.03-01.320  
 Ehgamberdiev Sh.A. 21.03-01.332  
 Emelyanov S.I. 21.03-01.311

## F

Filippov A.T. 21.03-01.350

## G

Gaskell C.M. 21.03-01.310  
 Gladush V.D. 21.03-01.288,  
 21.03-01.289  
 Golovashchenko V.A. 21.03-01.322  
 Golovnia V. 21.03-01.320,  
 21.03-01.323  
 Golubaev A.V. 21.03-01.333  
 Golubovskaya T. 21.03-01.341  
 Gorbanev Yu.M. 21.03-01.333  
 Gorbaneva T.I. 21.03-01.300  
 Gorbovskov E.S. 21.03-01.310

## H

Hill V. 21.03-01.296  
 Holovko M.G. 21.03-01.289  
 Huseynov N.A. 21.03-01.310

## I

Isaeva E.A. 21.03-01.334, 21.03-01.335  
 Ismailov N.Z. 21.03-01.301

## J

Jenkovszky László 21.03-01.290

## K

Kaplanova T.I. 21.03-01.340  
 Kashuba S. 21.03-01.324  
 Kashuba V. 21.03-01.324,  
 21.03-01.336  
 Kasper D. 21.03-01.310  
 Kazantseva L. 21.03-01.320  
 Kazantseva L.V. 21.03-01.330  
 Keir L.E. 21.03-01.316  
 Khlamov S.V. 21.03-01.329  
 Khramtsov V. 21.03-01.325  
 Kimakovskaya I.I. 21.03-01.333  
 Kimakovskiy S.R. 21.03-01.333  
 Klochkova V. 21.03-01.308  
 Kniazev A.Yu. 21.03-01.317  
 Knyazkova E.F. 21.03-01.333  
 Kokhirova G. 21.03-01.320,  
 21.03-01.327  
 Kolomiyets S.V. 21.03-01.322  
 Kolotsey A. 21.03-01.302  
 Konchatnyi M.I. 21.03-01.286  
 Kondratyev V.N. 21.03-01.303,  
 21.03-01.304  
 Korobeynikova E. 21.03-01.336,  
 21.03-01.341  
 Korotin S. 21.03-01.308  
 Korotin S.A. 21.03-01.296  
 Koshkin N. 21.03-01.341  
 Koshkin N.I. 21.03-01.336  
 Kotvytskiy A.T. 21.03-01.291  
 Kovtyukh V. 21.03-01.308  
 Kovtyukh V.V. 21.03-01.317,  
 21.03-01.318  
 Kovylianska O.E. 21.03-01.332  
 Krasnoshchokov A. 21.03-01.336  
 Kroupa P. 21.03-01.427  
 Kudashkina L.S. 21.03-01.305  
 Kudzej I. 21.03-01.329  
 Kulichenko M.O. 21.03-01.337

Kuratov K.S. 21.03-01.306  
 Kuratova A.K. 21.03-01.306

## L

Lemets O.A. 21.03-01.286  
 Levato H. 21.03-01.310  
 Lipunov V.M. 21.03-01.310  
 Lozitska N.I. 21.03-01.338  
 Lozitskiy V.G. 21.03-01.338  
 Lytvynenko O.A. 21.03-01.334

## M

Maharramov Y.M. 21.03-01.307  
 Maigurova N.V. 21.03-01.326,  
 21.03-01.328  
 Malanchev N.I. 21.03-01.310  
 Marsakova V.I. 21.03-01.313,  
 21.03-01.315  
 Melikyants S. 21.03-01.341  
 Metlov V.G. 21.03-01.310  
 Mikailov Kh.M. 21.03-01.310  
 Miroshnichenko A.P. 21.03-01.339  
 Miroshnichenko A.S. 21.03-01.306,  
 21.03-01.318  
 Mishenina T. 21.03-01.308  
 Mishenina T.V. 21.03-01.300,  
 21.03-01.304  
 Moskalenko S. 21.03-01.336  
 Mullo-Abdolov A. 21.03-01.320,  
 21.03-01.327  
 Muminov M. 21.03-01.320  
 Muminov M.M. 21.03-01.332

## N

Nazarenko S.V. 21.03-01.309  
 Nazarenko V.V. 21.03-01.309  
 Nurtayeva U.M. 21.03-01.304

## O

Oknyansky V.L. 21.03-01.310

## P

Pakuliak L. 21.03-01.320,  
 21.03-01.331  
 Panchuk V. 21.03-01.308  
 Panko E.A. 21.03-01.311  
 Pankov A.A. 21.03-01.157  
 Papyan A.H. 21.03-01.25  
 Parimucha Š. 21.03-01.329  
 Parshina S.S. 21.03-01.340  
 Petrova V.D. 21.03-01.340  
 Plachinda S.I. 21.03-01.312  
 Podesta R. 21.03-01.310  
 Pohorelov A. 21.03-01.336  
 Pohorelov A.V. 21.03-01.329  
 Pomazan A.V. 21.03-01.326,  
 21.03-01.328  
 Potapova M.V. 21.03-01.340  
 Protsyuk S.V. 21.03-01.332  
 Protsyuk Yu. 21.03-01.320,  
 21.03-01.327  
 Protsyuk Yu.I. 21.03-01.332

## R

Rebolo R. 21.03-01.310

Relke H. **21.03-01.320, 21.03-01.327, 21.03-01.332**  
 Rudakovskiy A.V. **21.03-01.292**  
 Ryabov A. **21.03-01.341**

**S**

Samsonov S.N. **21.03-01.340**  
 Savanevich V. **21.03-01.336**  
 Savanevych V.E. **21.03-01.329**  
 Savastru S.V. **21.03-01.313**  
 Savchuk N.V. **21.03-01.299**  
 Serra-Ricart M. **21.03-01.310**  
 Shablenko V.Yu. **21.03-01.291**  
 Shakun L. **21.03-01.336, 21.03-01.341**  
 Shatokhina S. **21.03-01.320, 21.03-01.323**  
 Shatokhina S.V. **21.03-01.330**  
 Shatsky K.L. **21.03-01.310**  
 Shepelev V.A. **21.03-01.334**  
 Shestopalov V.A. **21.03-01.333**  
 Shevchenko S.Yu. **21.03-01.293**  
 Shulga O.V. **21.03-01.328, 21.03-01.337, 21.03-01.337**  
 Sidorenkov N.S. **21.03-01.342**  
 Smerechynskiy S.V. **21.03-01.314**  
 Stashko O.S. **21.03-01.294**  
 Stogneeveva I.A. **21.03-01.333**  
 Strakhova S. **21.03-01.336, 21.03-01.341**  
 Szanyi István **21.03-01.290**

**T**

Tarashchuk V.P. **21.03-01.338**  
 Tatarnikov A.M. **21.03-01.310**  
 Terpan S. **21.03-01.341**  
 Tokayeva L.K. **21.03-01.340**  
 Troianskiy V.V. **21.03-01.343**  
 Tsap Yu.T. **21.03-01.335**  
 Tsygankov S.S. **21.03-01.310**  
 Tsytrinov A.V. **21.03-01.157**  
 Tugay A.V. **21.03-01.293, 21.03-01.295**  
 Tvardovskiy D.E. **21.03-01.315**

**U**

Udovichenko S.N. **21.03-01.316**  
 Usenko I.A. **21.03-01.317, 21.03-01.318**

**V**

Vaviliva I. **21.03-01.320**  
 Vavilova I.B. **21.03-01.15**  
 Vavrukh M.V. **21.03-01.319**  
 Velichko A. **21.03-01.308**  
 Vlasenko V.P. **21.03-01.329**  
 Vodolagina E.S. **21.03-01.340**  
 Voitko A.S. **21.03-01.343**

**W**

Wilson Ian **21.03-01.342**

**Y**

Yanovsky V.V. **21.03-01.285**  
 Yizhakevych O. **21.03-01.320, 21.03-01.323, 21.03-01.331**  
 Yizhakevych O.M. **21.03-01.330**  
 Yuldoshev Q. **21.03-01.320, 21.03-01.327**

Yuldoshev Q.H. **21.03-01.332**  
 Yushchenko A.V. **21.03-01.299**

**Z**

Zakhozhay O.V. **21.03-01.306**  
 Zakhozhay V.A. **21.03-01.306**  
 Zazunov L.G. **21.03-01.286**  
 Zhdanov V.I. **21.03-01.294**  
 Zhomartova A.Zh. **21.03-01.304**  
 Zhukov V. **21.03-01.336**  
 Zhukova A.V. **21.03-01.296**

**A**

Абушаттал А.А. **21.03-01.180**  
 Авдюшев В.А. **21.03-01.371**  
 Аврорин А.В. **21.03-01.418**  
 Аврорин А.Д. **21.03-01.418**  
 Автаева А.А. **21.03-01.236, 21.03-01.377**  
 Агарвал Д. **21.03-01.374**  
 Агранат В.А. **21.03-01.7К**  
 Адхамов А.А. **21.03-01.24**  
 Адыширин-Заде К.А. **21.03-01.143**  
 Айвазян В.Р. **21.03-01.198**  
 Айнутдинов В.М. **21.03-01.418**  
 Аккизов А.Ю. **21.03-01.145**  
 Акперли Р.С. **21.03-01.64, 21.03-01.65**  
 Аксенов О.Ю. **21.03-01.201**  
 Аксим Д.А. **21.03-01.203**  
 Алгазин С.Д. **21.03-01.62**  
 Александров В.А. **21.03-01.124**  
 Александров Е.Б. **21.03-01.283**  
 Алексеев Г.А. **21.03-01.352**  
 Алешин В.П. **21.03-01.204, 21.03-01.211**  
 Алешкин В.М. **21.03-01.133**  
 Алиев А.Б. **21.03-01.65, 21.03-01.66, 21.03-01.67, 21.03-01.68, 21.03-01.69, 21.03-01.70, 21.03-01.71, 21.03-01.72**  
 Альботова Л.А. **21.03-01.145**  
 Аль-Вардат М.А. **21.03-01.180**  
 Альес М.Ю. **21.03-01.115**  
 Аль-Наймийи Х.М. **21.03-01.180**  
 Аль-Тавалбей Я.М. **21.03-01.180**  
 Альтшулер Б.Л. **21.03-01.20**  
 Амирханян В.Р. **21.03-01.176**  
 Ан Е.В. **21.03-01.89**  
 Ананьева В.И. **21.03-01.279, 21.03-01.413**  
 Анарбаев А.А. **21.03-01.278**  
 Андреев А.О. **21.03-01.394, 21.03-01.407, 21.03-01.408**  
 Андреев В.Е. **21.03-01.363**  
 Андрюшин А.С. **21.03-01.396**  
 Антипин С.В. **21.03-01.206**  
 Антипова А.В. **21.03-01.192**  
 Арбитман Р.Э. **21.03-01.13**  
 Арефьева И.Я. **21.03-01.347**  
 Арнаута Н.В. **21.03-01.52**  
 Архангельский Р.Н. **21.03-01.220, 21.03-01.256**  
 Архипова М.А. **21.03-01.165**  
 Асоев Х.Г. **21.03-01.272**  
 Атапин К.Е. **21.03-01.177**  
 Афанасьев В.Л. **21.03-01.183, 21.03-01.423, 21.03-01.424**  
 Афаунова О.В. **21.03-01.145**  
 Ахмедшина Е.Н. **21.03-01.408**  
 Ахтемов З.С. **21.03-01.420**

**Б**

Бабаджанов П.Б. **21.03-01.271**  
 Багно А.М. **21.03-01.31, 21.03-01.54, 21.03-01.55, 21.03-01.57**  
 Багров А.В. **21.03-01.407**  
 Базилевский А.Т. **21.03-01.365, 21.03-01.372**  
 Базров С.А. **21.03-01.185**  
 Байдин А.Э. **21.03-01.181**  
 Байкова А.Т. **21.03-01.429, 21.03-01.434**  
 Бакли Д.А.Х. **21.03-01.405**  
 Балега Ю.Ю. **21.03-01.211**  
 Бальяев И.А. **21.03-01.369**  
 Банах П. **21.03-01.418**  
 Бардачова Э. **21.03-01.418**  
 Бармин А.А. **21.03-01.360**  
 Барсеян В.Р. **21.03-01.60**  
 Барсунова О.Ю. **21.03-01.411**  
 Барталёв С.А. **21.03-01.275**  
 Басараб В.А. **21.03-01.153**  
 Бахтигараев Н.С. **21.03-01.250, 21.03-01.251, 21.03-01.266**  
 Бахтин В.К. **21.03-01.85**  
 Башкиров В.И. **21.03-01.7К**  
 Безответных В.В. **21.03-01.102**  
 Безруков И.А. **21.03-01.203**  
 Белинская А.Ю. **21.03-01.388**  
 Белинская С.И. **21.03-01.388**  
 Белинский А.А. **21.03-01.412**  
 Белолоптиков И.А. **21.03-01.418**  
 Белоновская И.Д. **21.03-01.193**  
 Беляев А.А. **21.03-01.430**  
 Бенгли М. **21.03-01.374**  
 Бердников Л.Н. **21.03-01.412, 21.03-01.419, 21.03-01.436**  
 Бернгардт О.И. **21.03-01.385**  
 Берто Ж.-Л. **21.03-01.413**  
 Бескакетов А.С. **21.03-01.211**  
 Бескин Г.М. **21.03-01.196, 21.03-01.242**  
 Беспалова Е.И. **21.03-01.48, 21.03-01.59**  
 Бибиков Н.Г. **21.03-01.141**  
 Бикмаев И.Ф. **21.03-01.209, 21.03-01.415, 21.03-01.416, 21.03-01.424**  
 Бирюков А.В. **21.03-01.242**  
 Бискало Д.В. **21.03-01.392, 21.03-01.405**  
 Блинов Ю.А. **21.03-01.82**  
 Блишников С.И. **21.03-01.404, 21.03-01.409, 21.03-01.432**  
 Блинов А.П. **21.03-01.44, 21.03-01.345**  
 Блюм Ю. **21.03-01.374**  
 Бобров Д.С. **21.03-01.166**  
 Бобылев В.В. **21.03-01.429, 21.03-01.434**  
 Богданов П.П. **21.03-01.163**  
 Богомоллов А.В. **21.03-01.122**  
 Бойко А.В. **21.03-01.41**  
 Бойцов А.А. **21.03-01.148**  
 Бойчук Е.В. **21.03-01.58**  
 Большакова Е.С. **21.03-01.91**  
 Бондаренко Ю.С. **21.03-01.164, 21.03-01.203**  
 Бондарь С.Ф. **21.03-01.196, 21.03-01.197, 21.03-01.242**  
 Бондарь Ю.А. **21.03-01.225**  
 Борейко Н.П. **21.03-01.48, 21.03-01.59**  
 Борисенко М.Ю. **21.03-01.58**  
 Борисов В.Д. **21.03-01.423**  
 Борисов Г.В. **21.03-01.375**

Борк Л.В. 21.03-01.348  
Боровин Г.К. 21.03-01.195  
Бородин О.И. 21.03-01.265  
Бруданин В.Б. 21.03-01.418  
Буднев Н.М. 21.03-01.418  
Букатый В.М. 21.03-01.8К  
Буренин А.В. 21.03-01.102  
Буренин Р.А. 21.03-01.415,  
21.03-01.416, 21.03-01.423,  
21.03-01.424  
Буриев А.М. 21.03-01.223,  
21.03-01.224  
Бурлак М.А. 21.03-01.412  
Буслаева А.И. 21.03-01.255,  
21.03-01.256  
Буслаева А.С. 21.03-01.220  
Быков В.Ю. 21.03-01.162  
Быков Д.В. 21.03-01.349  
Бычин Н.В. 21.03-01.155

## В

Ван Ловерен Г. 21.03-01.253  
Варданын А.А. 21.03-01.278  
Вартанов Г.С. 21.03-01.348  
Василенко А.М. 21.03-01.2К,  
21.03-01.3К, 21.03-01.4К  
Васюта М. 21.03-01.374  
Ватажин А.Б. 21.03-01.114  
Вашковьяк М.А. 21.03-01.378  
Вдовиченко В.Д. 21.03-01.367  
Веденеев В.В. 21.03-01.46  
Великодский Ю.И. 21.03-01.246  
Вениаминов С.С. 21.03-01.201  
Верещагин А.Л. 21.03-01.155  
Верещагин С.В. 21.03-01.213,  
21.03-01.214, 21.03-01.398  
Верич Ю.Б. 21.03-01.259,  
21.03-01.267  
Верхогляд А.Г. 21.03-01.194  
Верходанов О.В. 21.03-01.185,  
21.03-01.389  
Вершков А.Н. 21.03-01.368  
Вибе Д.З. 21.03-01.403  
Виноградова Т.П. 21.03-01.18  
Винокуров А.С. 21.03-01.177  
Вишневецкий В.Ю. 21.03-01.103  
Владимирова Т.Ю. 21.03-01.143  
Водолагина А.Г. 21.03-01.203  
Волков И.М. 21.03-01.391  
Вольвач А.Е. 21.03-01.242  
Вольвач Л.Н. 21.03-01.242  
Воробьев Э.И. 21.03-01.390  
Воронина К.А. 21.03-01.140  
Воронков С.С. 21.03-01.36,  
21.03-01.37  
Воропаев В.А. 21.03-01.195,  
21.03-01.206  
Врана Й. 21.03-01.156  
Выхристенко А.М. 21.03-01.198  
Вьюгин П.Н. 21.03-01.29, 21.03-01.85

## Г

Гальцов Д.В. 21.03-01.351  
Гасанова А.Г. 21.03-01.66  
Гасымов Г.А. 21.03-01.234  
Гафаров А.Р. 21.03-01.418  
Гильфанов М.Р. 21.03-01.415,  
21.03-01.416, 21.03-01.423,  
21.03-01.424  
Глаголевский Ю.В. 21.03-01.182  
Глазачев Д.О. 21.03-01.208  
Глебова Г.М. 21.03-01.104  
Годенко Е.А. 21.03-01.414

Голицын Г.С. 21.03-01.366  
Голов А.А. 21.03-01.102  
Голованова А.В. 21.03-01.282  
Голубков К.В. 21.03-01.418  
Голубчина О.А. 21.03-01.400  
Голубятников А.Н. 21.03-01.108  
Горбунова М.Л. 21.03-01.144  
Гордеев Е.И. 21.03-01.384  
Горшков А.П. 21.03-01.251  
Горшков Н.С. 21.03-01.418  
Гранич В.Ю. 21.03-01.123  
Граужанина А.О. 21.03-01.197  
Гресь Т.И. 21.03-01.418  
Гречнев В.В. 21.03-01.379  
Григоренко А.Я. 21.03-01.39,  
21.03-01.58, 21.03-01.99  
Григоренко Е.Е. 21.03-01.439  
Григоренко Я.М. 21.03-01.39  
Григорян С.С. 21.03-01.359  
Гринин В.П. 21.03-01.411  
Гринченко В.Т. 21.03-01.51  
Гришин Е.А. 21.03-01.204  
Гришина А.С. 21.03-01.175  
Громов А.О. 21.03-01.187  
Громько Ю.В. 21.03-01.120  
Гроховская А.А. 21.03-01.424  
Грушин В.В. 21.03-01.21  
Губенко В.Н. 21.03-01.363  
Губенко Д.В. 21.03-01.363  
Губенко Т.В. 21.03-01.363  
Гудкова Т.В. 21.03-01.364  
Гузь А.Н. 21.03-01.54, 21.03-01.55,  
21.03-01.57, 21.03-01.150,  
21.03-01.151, 21.03-01.152  
Гузь О.М. 21.03-01.1  
Гулиев А.С. 21.03-01.234  
Гульельми А.В. 21.03-01.161,  
21.03-01.386  
Гуляева К.В. 21.03-01.121  
Гумеров Р.И. 21.03-01.209  
Гурбатов С.Н. 21.03-01.85  
Гуськов О.В. 21.03-01.114  
Гущин А.К. 21.03-01.160

## Д

Давлатов Р.А. 21.03-01.166  
Давыдов Д.В. 21.03-01.196  
Давыдов Е.А. 21.03-01.351  
Дадикина С.Ю. 21.03-01.117  
Данилов В.М. 21.03-01.179  
Данилова Т.В. 21.03-01.165  
Дворницкий Р. 21.03-01.418  
Демидов С.С. 21.03-01.17  
Демина Н.Ю. 21.03-01.407,  
21.03-01.408  
Денисенко О.В. 21.03-01.166  
Денисов Д.М. 21.03-01.29  
Денисов С.Л. 21.03-01.123  
Дерябин М.С. 21.03-01.85  
Джаппуев Д.Д. 21.03-01.242  
Джилкибаев Ж.А.М. 21.03-01.418  
Джонмухаммади А.И. 21.03-01.271  
Дзапарова И.М. 21.03-01.242  
Диденкулов И.Н. 21.03-01.29  
Дик В.Я. 21.03-01.418  
Длужневская О.Б. 21.03-01.260  
Дмитриев Д.В. 21.03-01.411  
Дмитриенко Е.С. 21.03-01.199,  
21.03-01.248  
Добровольский П.П. 21.03-01.63  
Доброхотов С.Ю. 21.03-01.21  
Добрышкин А.Ю. 21.03-01.47  
Додонов С.Н. 21.03-01.423,  
21.03-01.424

Домогацкий Г.В. 21.03-01.418  
Дорошенко А.А. 21.03-01.418  
Драган С.П. 21.03-01.122  
Дружин А.В. 21.03-01.163  
Дудоров А.Е. 21.03-01.205  
Дьяченко С.В. 21.03-01.211  
Дьячок А.Н. 21.03-01.418

## Е

Евтушок Г.Ю. 21.03-01.41  
Еленин Л.В. 21.03-01.195,  
21.03-01.198  
Елжов Т.В. 21.03-01.418  
Емельянов Э.В. 21.03-01.191,  
21.03-01.267  
Еретнова О.В. 21.03-01.205  
Еркелова Е. 21.03-01.418  
Еселевич М.В. 21.03-01.415,  
21.03-01.416, 21.03-01.424

## Ж

Жамков А.С. 21.03-01.401  
Жарков В.Н. 21.03-01.364  
Жвания И.А. 21.03-01.86  
Железнов Н.Б. 21.03-01.203  
Желенкова О.П. 21.03-01.184  
Желтобрюхов М.С. 21.03-01.198  
Желтова К.В. 21.03-01.175  
Жибоедов А.В. 21.03-01.348  
Жилкин А.Г. 21.03-01.392,  
21.03-01.405  
Жук Я.А. 21.03-01.83  
Жуков А.О. 21.03-01.260  
Журавлева Е.В. 21.03-01.47  
Журавская Т.А. 21.03-01.106

## З

Заборов Д.Н. 21.03-01.418  
Загретдинов Р.В. 21.03-01.394  
Загуменнова А.Е. 21.03-01.148  
Зазнобин И.А. 21.03-01.415,  
21.03-01.416, 21.03-01.424  
Захаров А.И. 21.03-01.260  
Захарченко В.Д. 21.03-01.225  
Захваткин М.В. 21.03-01.198,  
21.03-01.206  
Захидов Т.К. 21.03-01.278  
Зверев В.А. 21.03-01.135  
Зинкин В.Н. 21.03-01.122  
Золотарев Р.В. 21.03-01.238  
Золотухин И.Ю. 21.03-01.410  
Зотов О.Д. 21.03-01.386  
Зубко В.А. 21.03-01.430  
Зув В.В. 21.03-01.162

## И

Иванов А.Л. 21.03-01.198,  
21.03-01.206  
Иванов В.А. 21.03-01.198,  
21.03-01.206  
Иванов В.Г. 21.03-01.148  
Иванов Е.А. 21.03-01.196,  
21.03-01.197, 21.03-01.242  
Иванов М.А. 21.03-01.372  
Иванов Р.А. 21.03-01.418  
Иванов С.В. 21.03-01.82  
Иванов С.И. 21.03-01.131  
Иванова А.В. 21.03-01.224,  
21.03-01.233, 21.03-01.370  
Иванова А.Е. 21.03-01.413  
Иванова Н.В. 21.03-01.206

Иващенко Ю.Н. 21.03-01.198  
 Измайлов И.С. 21.03-01.393  
 Измоденов В.В. 21.03-01.414  
 Иконникова Н.П. 21.03-01.412  
 Илларионов Е.А. 21.03-01.402  
 Ильин Г.Н. 21.03-01.162  
 Ильичев А.Т. 21.03-01.80, 21.03-01.87  
 Инасаридзе Р.Я. 21.03-01.198  
 Индаков Г.С. 21.03-01.125  
 Иогансон Л.И. 21.03-01.12  
 Иосипенко С.В. 21.03-01.220,  
 21.03-01.252, 21.03-01.256  
 Ипатов С.И. 21.03-01.215,  
 21.03-01.216, 21.03-01.217  
 Иртуганов Э.Н. 21.03-01.209,  
 21.03-01.416

## К

Казаков Д.И. 21.03-01.348  
 Казначеев П.А. 21.03-01.125  
 Каландарбеков И.И. 21.03-01.136  
 Каландарбеков И.К. 21.03-01.136  
 Калининчева Е.С. 21.03-01.258  
 Канев Е.Н. 21.03-01.256  
 Капустин В.Э. 21.03-01.382  
 Караваев Ю.А. 21.03-01.382  
 Каратаева Г.М. 21.03-01.190  
 Карауш А.А. 21.03-01.170  
 Карауш Е.А. 21.03-01.167  
 Караченцев И.Д. 21.03-01.186  
 Караченцева В.Е. 21.03-01.186  
 Карачун Л.Э. 21.03-01.2К,  
 21.03-01.3К  
 Карелин В.А. 21.03-01.168  
 Карзова М.М. 21.03-01.138  
 Каримов А.М. 21.03-01.367  
 Карлаш В.Л. 21.03-01.53, 21.03-01.74  
 Карликова И.А. 21.03-01.225  
 Карнаухова В.Г. 21.03-01.56,  
 21.03-01.76  
 Карнаухова Т.В. 21.03-01.56,  
 21.03-01.75, 21.03-01.76  
 Карпов Н.В. 21.03-01.251  
 Карпов С.В. 21.03-01.196,  
 21.03-01.242  
 Карсканов С.А. 21.03-01.116,  
 21.03-01.118, 21.03-01.119  
 Касахара Е. 21.03-01.380  
 Касьянов Д.А. 21.03-01.85  
 Катанаев М.О. 21.03-01.356  
 Каткова Е.В. 21.03-01.196,  
 21.03-01.197, 21.03-01.242  
 Катулин М.С. 21.03-01.418  
 Кащев Р.А. 21.03-01.394  
 Каюмова Г. 21.03-01.45  
 Кебкел К.Г. 21.03-01.418  
 Кебкел О.Г. 21.03-01.418  
 Кедринский В.К. 21.03-01.91  
 Кивокурцева П.И. 21.03-01.225  
 Кинеловский С.А. 21.03-01.84  
 Кириенко Г.А. 21.03-01.367  
 Кириллович И.А. 21.03-01.363  
 Кирилюк В.С. 21.03-01.95  
 Кириченко В.В. 21.03-01.101  
 Кириченко И.А. 21.03-01.103  
 Киричок И.Ф. 21.03-01.77,  
 21.03-01.100  
 Кирсанова М.С. 21.03-01.235,  
 21.03-01.255  
 Киселев А.Б. 21.03-01.38  
 Китайгородский Ю.И. 21.03-01.7К  
 Клеева Д.Ф. 21.03-01.142  
 Клочкова В.Г. 21.03-01.191,  
 21.03-01.267

Князьков Д.Ю. 21.03-01.73  
 Ковалев А.А. 21.03-01.388  
 Ковалева Д.А. 21.03-01.260,  
 21.03-01.262, 21.03-01.265  
 Коваленко И.Г. 21.03-01.225  
 Кожин В.А. 21.03-01.418  
 Козлов В.В. 21.03-01.16  
 Козлов В.И. 21.03-01.56, 21.03-01.76  
 Кокина Т.Н. 21.03-01.198  
 Колбин М.М. 21.03-01.418  
 Колесниченко А.В. 21.03-01.376  
 Колк К. 21.03-01.156  
 Колпак В.И. 21.03-01.380  
 Кольга В.В. 21.03-01.193  
 Комкин А.И. 21.03-01.32  
 Кондратьев Б.П. 21.03-01.406  
 Конищев К.В. 21.03-01.418  
 Кононенко Н.Ф. 21.03-01.201  
 Конопацкая И.И. 21.03-01.86  
 Константинов А.В. 21.03-01.132  
 Копанский К.А. 21.03-01.418  
 Копченев В.И. 21.03-01.114  
 Корепанов М.А. 21.03-01.97,  
 21.03-01.115  
 Корженков А.М. 21.03-01.278  
 Корниенко Г.И. 21.03-01.198  
 Корноухов В.С. 21.03-01.406  
 Коробейников В.П. 21.03-01.358  
 Коробченко А.В. 21.03-01.418  
 Королев А.С. 21.03-01.353  
 Королева М.Р. 21.03-01.97  
 Короченцев В.И. 21.03-01.10К  
 Корчагин В.И. 21.03-01.238  
 Коршунов В.С. 21.03-01.204  
 Корянов В.В. 21.03-01.430  
 Костенков А.Е. 21.03-01.190  
 Кохирова Г.И. 21.03-01.223,  
 21.03-01.224, 21.03-01.233,  
 21.03-01.250, 21.03-01.271,  
 21.03-01.273, 21.03-01.274,  
 21.03-01.370  
 Кочетова О.М. 21.03-01.203  
 Кочина О.В. 21.03-01.253  
 Кочкаров М.М. 21.03-01.242  
 Кошечкин А.П. 21.03-01.418  
 Кравцова А.С. 21.03-01.391  
 Кравчук Д.А. 21.03-01.98,  
 21.03-01.140  
 Крайдер У. 21.03-01.138  
 Крамарев Н.И. 21.03-01.404  
 Красильников А.С. 21.03-01.372  
 Красильников С.С. 21.03-01.372  
 Кремис И.И. 21.03-01.63  
 Кречет В.Г. 21.03-01.181  
 Кривонос Р.А. 21.03-01.416,  
 21.03-01.423  
 Круглов М.В. 21.03-01.418  
 Круглый Ю.Н. 21.03-01.198  
 Крутов В.В. 21.03-01.90  
 Кручинкин Н.В. 21.03-01.148  
 Крюков М.К. 21.03-01.418  
 Кубаев С.Ш. 21.03-01.278  
 Кубенко В.Д. 21.03-01.22,  
 21.03-01.23, 21.03-01.49,  
 21.03-01.50  
 Кудак В.И. 21.03-01.198  
 Кудрявцев Д.О. 21.03-01.178,  
 21.03-01.189  
 Кудрявцева А.В. 21.03-01.379  
 Кудряшов А.Д. 21.03-01.431  
 Кудряшова О.Б. 21.03-01.155  
 Кузин С.П. 21.03-01.221,  
 21.03-01.222, 21.03-01.231,  
 21.03-01.232  
 Кузнецов В.Б. 21.03-01.203

Кузнецов Г.Н. 21.03-01.104  
 Кузнецов Э.Д. 21.03-01.207  
 Кузнецова Е.А. 21.03-01.433  
 Кулаев И.В. 21.03-01.271  
 Кулепов В.Ф. 21.03-01.418  
 Куликовский А.Г. 21.03-01.26,  
 21.03-01.27, 21.03-01.28,  
 21.03-01.109  
 Куликович А.В. 21.03-01.121  
 Кумамото А. 21.03-01.380  
 Курданов Х.А. 21.03-01.145  
 Курдюкова М.С. 21.03-01.190  
 Куреня А.Н. 21.03-01.242  
 Курикалова М.А. 21.03-01.383  
 Курин В.В. 21.03-01.85  
 Кутеева Г.А. 21.03-01.369

## Л

Ладиков Ю.П. 21.03-01.126  
 Лапаева В.В. 21.03-01.394  
 Латипов М.Н. 21.03-01.273  
 Лебедев М.С. 21.03-01.102  
 Лебедев Ю.А. 21.03-01.147  
 Левин В.А. 21.03-01.106,  
 21.03-01.107, 21.03-01.110,  
 21.03-01.111, 21.03-01.113  
 Левкина П.А. 21.03-01.250,  
 21.03-01.251, 21.03-01.266  
 Левчук О.И. 21.03-01.95  
 Левшунов А.С. 21.03-01.198  
 Леоненков Р.В. 21.03-01.3К  
 Леонов В.А. 21.03-01.227  
 Лещук О.Н. 21.03-01.78  
 Лиева Л.Э. 21.03-01.145  
 Лимарченко О.С. 21.03-01.130,  
 21.03-01.132  
 Липанов А.М. 21.03-01.116  
 Лобковский Л.И. 21.03-01.277  
 Ловцов Е.Н. 21.03-01.6К  
 Логинов Д.П. 21.03-01.38  
 Лоза И.А. 21.03-01.39, 21.03-01.99  
 Локтева Н.А. 21.03-01.131  
 Лопатин В.П. 21.03-01.166  
 Луговой П.З. 21.03-01.40  
 Лукина Н.В. 21.03-01.276  
 Луковенкова О.О. 21.03-01.127  
 Лукьянчук В.В. 21.03-01.132  
 Лунюшкин С.Б. 21.03-01.382  
 Лутвинов А.А. 21.03-01.433  
 Лысенко В.Е. 21.03-01.206  
 Лысенко П.Г. 21.03-01.367  
 Лыскова Н.С. 21.03-01.415,  
 21.03-01.424  
 Лю Ж. 21.03-01.105  
 Лютых А.В. 21.03-01.409  
 Ляпин А.Р. 21.03-01.415,  
 21.03-01.416, 21.03-01.424

## М

Ма Ц. 21.03-01.105  
 Магарян К.А. 21.03-01.282  
 Майкл Г.Г. 21.03-01.365  
 Майорова Е.К. 21.03-01.184  
 Макаренко Н.И. 21.03-01.81  
 Макаров Д.И. 21.03-01.192  
 Макаров П.В. 21.03-01.149  
 Макаров С.Н. 21.03-01.194  
 Маклаков А.В. 21.03-01.164  
 Макридин Э.В. 21.03-01.81  
 Максимов А.Ф. 21.03-01.211  
 Максимюк В.А. 21.03-01.134  
 Максудов Ф.А. 21.03-01.278

Малашенко А.Е. 21.03-01.2К,  
21.03-01.3К  
Малков О.Ю. 21.03-01.218,  
21.03-01.228, 21.03-01.229,  
21.03-01.230, 21.03-01.260,  
21.03-01.263  
Малыгин Е.А. 21.03-01.183  
Мальхин А.Ю. 21.03-01.439  
Мануйлович И.С. 21.03-01.107,  
21.03-01.110, 21.03-01.111  
Марапулец Ю.В. 21.03-01.127  
Мардини М.К. 21.03-01.180  
Мардонов Б.М. 21.03-01.89  
Марков В.В. 21.03-01.106,  
21.03-01.107, 21.03-01.110,  
21.03-01.111, 21.03-01.113,  
21.03-01.358  
Марколия А.И. 21.03-01.103  
Маров М.Я. 21.03-01.215  
Марченко А.В. 21.03-01.93  
Марчук А.В. 21.03-01.78  
Маршалов Д.А. 21.03-01.164  
Маслова М.А. 21.03-01.165  
Матвеев В.Б. 21.03-01.88  
Матвиенко В.Н. 21.03-01.9К  
Махмалатиф А. 21.03-01.96  
Медведев П.С. 21.03-01.415,  
21.03-01.416, 21.03-01.423,  
21.03-01.424  
Мейш В.Ф. 21.03-01.40, 21.03-01.52  
Мейш Ю.А. 21.03-01.52  
Меликхужда Н. 21.03-01.96  
Мельник О.В. 21.03-01.186  
Мельник О.Э. 21.03-01.128  
Мельников А.В. 21.03-01.368  
Мельников С.С. 21.03-01.209  
Мендоса А.Д. 21.03-01.198  
Менщикова Т.И. 21.03-01.364  
Меньшов И.С. 21.03-01.358  
Мещеряков А.В. 21.03-01.423  
Миши Е. 21.03-01.380  
Миленин М.В. 21.03-01.418  
Милох В.Я. 21.03-01.381  
Милюков В.К. 21.03-01.401  
Минаев П.Ю. 21.03-01.425  
Минаева Т.И. 21.03-01.143  
Миргазов Р.Р. 21.03-01.418  
Мироненко М.В. 21.03-01.2К,  
21.03-01.3К, 21.03-01.4К  
Миронов А.В. 21.03-01.260  
Миронов М.А. 21.03-01.86,  
21.03-01.94  
Михайленко В.В. 21.03-01.75  
Михайлов А.Г. 21.03-01.395  
Михайлова О.И. 21.03-01.242  
Мишин В.В. 21.03-01.382,  
21.03-01.383  
Мишин В.М. 21.03-01.383  
Мишин Е.О. 21.03-01.412  
Мовсисян П.В. 21.03-01.169  
Могилевич Л.И. 21.03-01.82  
Могилевский М.М. 21.03-01.380,  
21.03-01.381  
Мозгунов Г.Ю. 21.03-01.425  
Моисеева А.В. 21.03-01.178,  
21.03-01.189, 21.03-01.190  
Моисеенко И.Л. 21.03-01.380  
Молотов И.Е. 21.03-01.195,  
21.03-01.198, 21.03-01.206  
Морар Г. 21.03-01.97, 21.03-01.115  
Моргунов Ю.Н. 21.03-01.102  
Мордус Д.П. 21.03-01.162  
Морозова Е.А. 21.03-01.155  
Мохан Р. 21.03-01.269  
Мошофер Ю. 21.03-01.156

Мубаракшина Р.Р. 21.03-01.394  
Мурга М.С. 21.03-01.254  
Мурзабеков М.М. 21.03-01.166  
Мурти Д. 21.03-01.269  
Муякшин С.И. 21.03-01.29  
Мышьяков И.И. 21.03-01.379

## Н

Надёжин Д.К. 21.03-01.404  
Назаренко А.И. 21.03-01.202  
Назари В. 21.03-01.418  
Назаров Г.М. 21.03-01.32  
Назаров С.А. 21.03-01.129  
Наир Б.Г. 21.03-01.269  
Наливкин М.А. 21.03-01.239,  
21.03-01.242  
Нароенков С.А. 21.03-01.242  
Насридинов Ш.Н. 21.03-01.278  
Наумов А.В. 21.03-01.282  
Наумов Д.В. 21.03-01.418  
Нефедов А.А. 21.03-01.130,  
21.03-01.132  
Нефедьев Л.А. 21.03-01.408  
Нефедьев Ю.А. 21.03-01.394,  
21.03-01.407, 21.03-01.408  
Нечепуренко О.Е. 21.03-01.162  
Низамов Б.А. 21.03-01.417  
Низомов Д.Н. 21.03-01.136  
Никифоров И.И. 21.03-01.187  
Николаев А.В. 21.03-01.384  
Николаев Д.А. 21.03-01.137  
Николаева В.Д. 21.03-01.384  
Николаева Е.А. 21.03-01.416  
Новичонок А.О. 21.03-01.198  
Новосельцев Ю.Ф. 21.03-01.242  
Новосельцева Р.В. 21.03-01.242  
Нога В. 21.03-01.418  
Нуритдинов С.Н. 21.03-01.426

## О

Оберемок Ю.А. 21.03-01.194  
Овчинников Д.А. 21.03-01.194  
Овчинников Е.Л. 21.03-01.143  
Окуян Г. 21.03-01.209  
Окуян О. 21.03-01.209  
Олейник-Дзядик О.М. 21.03-01.174  
Орда-Жигулина Д.В. 21.03-01.140  
Орехова Н.В. 21.03-01.196,  
21.03-01.197, 21.03-01.242  
Орешко В.В. 21.03-01.171  
Орленко С.П. 21.03-01.40  
Ороновская А.Д. 21.03-01.185  
Осинкин С.Ф. 21.03-01.106,  
21.03-01.113  
Остос А.Х. 21.03-01.83  
Остриков Н.Н. 21.03-01.123

## П

Павлинский А.В. 21.03-01.162  
Павлов В.П. 21.03-01.16,  
21.03-01.354  
Павлюченков Я.Н. 21.03-01.258,  
21.03-01.390  
Панчук А.В. 21.03-01.264  
Панчук В.Е. 21.03-01.191,  
21.03-01.259, 21.03-01.267  
Паседкина А.Н. 21.03-01.155  
Пастухова Е.Н. 21.03-01.412,  
21.03-01.436  
Пахомов Ю.В. 21.03-01.246,  
21.03-01.247  
Пахомова П.В. 21.03-01.249

Пашкевич В.В. 21.03-01.368  
Пенских Ю.В. 21.03-01.382  
Периг В.М. 21.03-01.198  
Перков А.В. 21.03-01.196,  
21.03-01.242  
Пестова П.А. 21.03-01.138  
Петков В.Б. 21.03-01.242  
Петрищев О.Н. 21.03-01.34,  
21.03-01.35  
Петров Н.А. 21.03-01.369  
Петров П.С. 21.03-01.102  
Петров С.Д. 21.03-01.169,  
21.03-01.175  
Петухов Д.П. 21.03-01.418  
Печерица Д.С. 21.03-01.167,  
21.03-01.170  
Пименов И.Л. 21.03-01.204  
Плавалова Е. 21.03-01.207  
Плахута А.С. 21.03-01.197  
Плисковский Е.Н. 21.03-01.418  
Плотников П.В. 21.03-01.361  
Погудалина С.В. 21.03-01.42  
Подобная Е.Д. 21.03-01.208  
Позаненко А.С. 21.03-01.425  
Поль В.Г. 21.03-01.270  
Поляченко Е.В. 21.03-01.218,  
21.03-01.228, 21.03-01.229,  
21.03-01.230  
Поплавская Т.В. 21.03-01.120  
Попов В.С. 21.03-01.82  
Попов С.Б. 21.03-01.396,  
21.03-01.410  
Попова Е.В. 21.03-01.82  
Попова Н.А. 21.03-01.144,  
21.03-01.146  
Попова О.П. 21.03-01.208  
Потапов А.С. 21.03-01.161  
Потапов В.А. 21.03-01.171  
Потапов М.Ш. 21.03-01.432  
Прабха Ш. 21.03-01.269  
Пракаш А. 21.03-01.269  
Примакина Т.В. 21.03-01.163  
Припатынская Е.А. 21.03-01.147  
Пружинская М.В. 21.03-01.409  
Пудловский В.Б. 21.03-01.170  
Пушкарь Е.А. 21.03-01.353,  
21.03-01.360  
Пширков М.С. 21.03-01.410,  
21.03-01.417  
Пятаков П.А. 21.03-01.86  
Пятакович В.А. 21.03-01.4К  
  

## Р

  
Рагимова К.Р. 21.03-01.71,  
21.03-01.72  
Рай Р. 21.03-01.269  
Расторгуев А.С. 21.03-01.218,  
21.03-01.426  
Рахматуллаева Ф.Д. 21.03-01.233,  
21.03-01.274  
Рахматуллаева Ф.Дж. 21.03-01.224,  
21.03-01.370  
Рашидов Т.Р. 21.03-01.89  
Ребрейкина А.Б. 21.03-01.142  
Резак Л. 21.03-01.374  
Ренейская С.В. 21.03-01.78  
Решетник В. 21.03-01.374  
Рогов Д.Д. 21.03-01.384  
Родин А.Е. 21.03-01.171  
Родина С.Н. 21.03-01.278  
Розаев А.Е. 21.03-01.207  
Розанов М.И. 21.03-01.418  
Романенко В.С. 21.03-01.242  
Романенко Л.Г. 21.03-01.393



Романова А.В. 21.03-01.73  
 Романовская А.М. 21.03-01.237  
 Романюк И.И. 21.03-01.178,  
 21.03-01.189  
 Романюк М.И. 21.03-01.34,  
 21.03-01.35  
 Рузимуродов И.Н. 21.03-01.45  
 Рушай В.Д. 21.03-01.418  
 Рушицкий Я.Я. 21.03-01.61  
 Рыбаков Е.А. 21.03-01.166  
 Рыбченко А.А. 21.03-01.147  
 Рыхлова Л.В. 21.03-01.251  
 Рябов Е.В. 21.03-01.418  
 Рябухина О.Л. 21.03-01.235  
 Рябчикова Т.А. 21.03-01.237

## С

Саванов И.С. 21.03-01.188,  
 21.03-01.199, 21.03-01.200,  
 21.03-01.241, 21.03-01.242,  
 21.03-01.248, 21.03-01.256,  
 21.03-01.428  
 Савельев М.И. 21.03-01.244  
 Саврухин А.П. 21.03-01.346  
 Сазонов С.Ю. 21.03-01.416,  
 21.03-01.423  
 Саидов М.М. 21.03-01.278  
 Сакова Н.В. 21.03-01.121  
 Саленко С.Д. 21.03-01.49  
 Салихов Т.Х. 21.03-01.96  
 Салманова Г.М. 21.03-01.64  
 Салова С.Ю. 21.03-01.19  
 Сальес Р. 21.03-01.198  
 Сальцберг А.В. 21.03-01.172,  
 21.03-01.173  
 Самусь Н.Н. 21.03-01.218,  
 21.03-01.228, 21.03-01.229,  
 21.03-01.230  
 Сан Ц. 21.03-01.164  
 Санникова Т.Н. 21.03-01.399  
 Сапожников О.А. 21.03-01.137  
 Сапожников С.А. 21.03-01.262  
 Сасюк В.В. 21.03-01.196,  
 21.03-01.242  
 Сафонова М.В. 21.03-01.269  
 Сафронов Г.Б. 21.03-01.418  
 Сафронова В.С. 21.03-01.207  
 Сачков М.Е. 21.03-01.220,  
 21.03-01.256, 21.03-01.267,  
 21.03-01.268, 21.03-01.269  
 Светцов В.В. 21.03-01.208,  
 21.03-01.217  
 Свешникова Е.И. 21.03-01.362  
 Седов Л.И. 21.03-01.357,  
 21.03-01.358  
 Селиванов И.А. 21.03-01.62  
 Семаков Н.Н. 21.03-01.388  
 Семена А.Н. 21.03-01.433  
 Семенко Е.А. 21.03-01.178,  
 21.03-01.189  
 Семенович Е.А. 21.03-01.130  
 Сергеев А.В. 21.03-01.242,  
 21.03-01.251  
 Сергеев А.Г. 21.03-01.16  
 Сергеев С.А. 21.03-01.21  
 Сергиенко М.В. 21.03-01.219  
 Серов Ю.А. 21.03-01.175  
 Сивкова Е.Э. 21.03-01.403  
 Сигов А.С. 21.03-01.90  
 Сидоров В.И. 21.03-01.63  
 Сизов И.И. 21.03-01.103  
 Сизова М.Д. 21.03-01.213,  
 21.03-01.214, 21.03-01.398  
 Силина А.С. 21.03-01.386

Сильвестров И.С. 21.03-01.166,  
 21.03-01.174  
 Симкович Ф. 21.03-01.418  
 Синевич А.А. 21.03-01.381  
 Сичевский С.Г. 21.03-01.220,  
 21.03-01.245, 21.03-01.256,  
 21.03-01.260, 21.03-01.268  
 Скворцов Н.А. 21.03-01.260  
 Складневский А.М. 21.03-01.390  
 Скурихи А.В. 21.03-01.418  
 Скопал А. 21.03-01.435  
 Скоров Ю. 21.03-01.374  
 Смелычаков А.С. 21.03-01.168  
 Смирнов А.Н. 21.03-01.158  
 Смирнов А.О. 21.03-01.88  
 Смирнов С.С. 21.03-01.175  
 Соболев А.В. 21.03-01.405  
 Согаев Г.А. 21.03-01.142  
 Соколов Д.А. 21.03-01.174  
 Соколов Д.Д. 21.03-01.402  
 Соколов И.С. 21.03-01.212  
 Соколов Л.Л. 21.03-01.369  
 Соколова М.Г. 21.03-01.219,  
 21.03-01.244  
 Солдатов С.К. 21.03-01.122  
 Соловей Ю.Н. 21.03-01.122  
 Соловьев А.Г. 21.03-01.418  
 Соломонов Ю.В. 21.03-01.284  
 Солтанниа Б. 21.03-01.51  
 Сорокина Е.И. 21.03-01.432  
 Сороковиков М.Н. 21.03-01.418  
 Сотникова Ю.В. 21.03-01.395  
 Стариковский Г.П. 21.03-01.148  
 Старченко И.Б. 21.03-01.103,  
 21.03-01.140  
 Стекл И. 21.03-01.418  
 Степанов Г.Ю. 21.03-01.112  
 Степаньянц В.А. 21.03-01.198  
 Степина Ю.А. 21.03-01.247  
 Столяр А.М. 21.03-01.43  
 Стрельцов А.И. 21.03-01.198  
 Стронгин Л.Г. 21.03-01.146  
 Строчан Т.П. 21.03-01.103  
 Ступак М.Ф. 21.03-01.194  
 Ступников С.А. 21.03-01.260  
 Стыценок Ф.В. 21.03-01.275  
 Субботкин А.О. 21.03-01.133  
 Суворова О.В. 21.03-01.418  
 Сулейман Ф.А. 21.03-01.180  
 Сунь С.Х. 21.03-01.105  
 Суханов А.А. 21.03-01.430  
 Сушенов Е.О. 21.03-01.418  
 Сущенко Е.А. 21.03-01.134  
 Сысоев Е.О. 21.03-01.47  
 Сысоев О.Е. 21.03-01.47  
 Сысоева О.В. 21.03-01.142  
 Сытов А.Ю. 21.03-01.257,  
 21.03-01.260, 21.03-01.261  
 Сюняев Р.А. 21.03-01.415,  
 21.03-01.416, 21.03-01.423,  
 21.03-01.424  
 Сюсина О.М. 21.03-01.371  
 Сюэ Д.В. 21.03-01.105

## Т

Таани А.А. 21.03-01.180  
 Таболенко В.А. 21.03-01.418  
 Тавров А.В. 21.03-01.413  
 Тагиев М.М. 21.03-01.139  
 Таджибаев И.У. 21.03-01.426  
 Тамаров В.А. 21.03-01.371  
 Тарасова Т.Н. 21.03-01.435  
 Тарасюк Ю.Ф. 21.03-01.9К  
 Таращанский Б.А. 21.03-01.418

Тейфель В.Г. 21.03-01.367  
 Тимошенкова Е.В. 21.03-01.173  
 Ткаченко Я.В. 21.03-01.440  
 Топчиева А.П. 21.03-01.185  
 Трофимов Д.А. 21.03-01.169,  
 21.03-01.175  
 Трошичев О.А. 21.03-01.175  
 Трусарт С. 21.03-01.355  
 Тсучия Ф. 21.03-01.380  
 Тунгалаг Н. 21.03-01.198  
 Турсыматова О.И. 21.03-01.159  
 Тутуков А.В. 21.03-01.243,  
 21.03-01.398  
 Тышов Е.В. 21.03-01.148  
 Тюрина А.В. 21.03-01.85

## У

Убоженко Д.Ю. 21.03-01.201  
 Уклеин Р.И. 21.03-01.183,  
 21.03-01.423, 21.03-01.424  
 Унатлоков И.М. 21.03-01.242  
 Уралов А.М. 21.03-01.379  
 Ургенишбеков А.Т. 21.03-01.159  
 Усанин В.С. 21.03-01.210,  
 21.03-01.407  
 Усков Г.С. 21.03-01.416  
 Усманова М.Т. 21.03-01.278  
 Уткин И.С. 21.03-01.128

## Ф

Фабрика С.Н. 21.03-01.177  
 Файт Л. 21.03-01.418  
 Фатеев В.Ф. 21.03-01.166  
 Федоринин В.Н. 21.03-01.63  
 Федоров Р.Р. 21.03-01.385  
 Федорова А.В. 21.03-01.243  
 Федорова Н.Н. 21.03-01.42  
 Федяев К.С. 21.03-01.430  
 Феоктистов А.Ю. 21.03-01.163  
 Феоктистова Е.А. 21.03-01.217  
 Фетисов И.Б. 21.03-01.134  
 Фиалковский С.В. 21.03-01.418  
 Филеткин А.И. 21.03-01.401  
 Филиппов В.А. 21.03-01.367  
 Филиппова Е.В. 21.03-01.416

## Х

Хавский Н.Н. 21.03-01.7К  
 Халаев Н.Л. 21.03-01.3К  
 Хамитов И.М. 21.03-01.209,  
 21.03-01.415, 21.03-01.424  
 Хамроев У.Х. 21.03-01.223,  
 21.03-01.224, 21.03-01.250,  
 21.03-01.271, 21.03-01.273  
 Харевич В.И. 21.03-01.198  
 Харитонов В.В. 21.03-01.122  
 Харитонова Г.А. 21.03-01.367  
 Хасавней А.М. 21.03-01.180  
 Хоженец А.П. 21.03-01.367  
 Холтыгин А.Ф. 21.03-01.190  
 Хон Ю.А. 21.03-01.149  
 Хорунжев Г.А. 21.03-01.415,  
 21.03-01.416, 21.03-01.423,  
 21.03-01.424  
 Хохлов А.В. 21.03-01.280  
 Хохлова В.А. 21.03-01.138  
 Хохол Д. 21.03-01.391  
 Храмов Е.В. 21.03-01.418  
 Хуссейн А.М. 21.03-01.180

**Ц**

Цап Ю.Т. 21.03-01.420  
Цвегаев С.К. 21.03-01.154  
Циммер А. 21.03-01.156  
Цырюльников И.С. 21.03-01.120  
Цысарь С.А. 21.03-01.137

**Ч**

Чазов В.В. 21.03-01.250,  
21.03-01.251  
Чан К.С. 21.03-01.41  
Чандра Б. 21.03-01.269  
Чекунов И.В. 21.03-01.169,  
21.03-01.175  
Чень Ч.Х. 21.03-01.105  
Чернов В.В. 21.03-01.29  
Чернышов А.А. 21.03-01.380,  
21.03-01.381  
Чернушок О.А. 21.03-01.77,  
21.03-01.100  
Чикина А.А. 21.03-01.402  
Чугай Н.Н. 21.03-01.431  
Чугайнова А.П. 21.03-01.26,  
21.03-01.27, 21.03-01.79,  
21.03-01.80, 21.03-01.109  
Чугунин Д.В. 21.03-01.380,  
21.03-01.381

**Ш**

Шабанов Г.А. 21.03-01.147  
Шабловинская Е.С. 21.03-01.183,  
21.03-01.423  
Шайбонов Б.А. 21.03-01.418  
Шакери Мобарак П. 21.03-01.51  
Шамаев А.С. 21.03-01.30, 21.03-01.73  
Шапочкин М.Б. 21.03-01.397  
Шаргородский В.Д. 21.03-01.204  
Шарощенко В.С. 21.03-01.198

Шатский Н.И. 21.03-01.412  
Шашкова И.А. 21.03-01.413  
Шейн А.В. 21.03-01.251,  
21.03-01.266  
Шелепов М.Д. 21.03-01.418  
Шематович В.И. 21.03-01.236,  
21.03-01.258, 21.03-01.377,  
21.03-01.392  
Шенель Л. 21.03-01.129  
Шешегов П.М. 21.03-01.122  
Шильдкнехт Т. 21.03-01.198  
Шинохара И. 21.03-01.380  
Шкарин В.В. 21.03-01.144,  
21.03-01.146  
Шкубин П.С. 21.03-01.281  
Шляпников А.А. 21.03-01.242  
Шмагин В.Е. 21.03-01.239,  
21.03-01.256, 21.03-01.268,  
21.03-01.269  
Шмытько И.М. 21.03-01.92  
Шойн М. 21.03-01.380  
Шолухова О.Н. 21.03-01.177  
Шомахова Л.М. 21.03-01.145  
Шорин Д.А. 21.03-01.185  
Шорнер К. 21.03-01.156  
Шпекин М.И. 21.03-01.226  
Шувалов В.В. 21.03-01.208,  
21.03-01.373  
Шугаров А.С. 21.03-01.220,  
21.03-01.239, 21.03-01.240,  
21.03-01.256, 21.03-01.268  
Шуляк Д.В. 21.03-01.237  
Шумилова В.В. 21.03-01.30  
Шумихин А.А. 21.03-01.117  
Шупен К.Г. 21.03-01.172,  
21.03-01.173  
Шуршалов Л.В. 21.03-01.361  
Шустов Б.М. 21.03-01.213,  
21.03-01.214, 21.03-01.220,  
21.03-01.238, 21.03-01.256,

21.03-01.270, 21.03-01.375,  
21.03-01.403

**Э**

Эгамбердиев Ш.А. 21.03-01.198  
Энно М. 21.03-01.355  
Эскин Б.Б. 21.03-01.369  
Эшматов Б.Э. 21.03-01.45

**Ю**

Юдин А.В. 21.03-01.404  
Юлдашев П.В. 21.03-01.138  
Юрасов В.С. 21.03-01.202  
Юрчук В.Н. 21.03-01.33, 21.03-01.61  
Юсуф Н.А. 21.03-01.180  
Юшкин М.В. 21.03-01.259,  
21.03-01.267

**Я**

Яблокова Ю.В. 21.03-01.418  
Яковенко Е.Э. 21.03-01.41  
Яковенко Н.А. 21.03-01.206  
Яковенко С.Н. 21.03-01.41  
Яковлев О.Я. 21.03-01.413  
Яковлев С.А. 21.03-01.418  
Якопов Г.В. 21.03-01.259,  
21.03-01.267  
Якубовский С.В. 21.03-01.201  
Якунин И.А. 21.03-01.178,  
21.03-01.189, 21.03-01.190  
Янин А.Ф. 21.03-01.242  
Янчевский И.В. 21.03-01.23,  
21.03-01.101  
Янчуковский В.Л. 21.03-01.387  
Ярков И.С. 21.03-01.193  
Яркова Е.А. 21.03-01.193  
Яшин С.С. 21.03-01.143

## УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

## Журналы

- Автометрия. 2021. 57, № 2 **21.03-01.63**
- Акустический журнал. 2021. 67, № 3 **21.03-01.29**,  
**21.03-01.32, 21.03-01.85, 21.03-01.86, 21.03-01.91,**  
**21.03-01.94, 21.03-01.102, 21.03-01.103, 21.03-01.104,**  
**21.03-01.123, 21.03-01.127, 21.03-01.133, 21.03-01.135,**  
**21.03-01.137, 21.03-01.138, 21.03-01.140**
- Алгебра и анализ. 2021. 33, № 3 **21.03-01.88**
- Астрон. ж. 2021. 98, № 3 **21.03-01.389, 21.03-01.390,**  
**21.03-01.391, 21.03-01.392, 21.03-01.393, 21.03-01.394**
- Астрон. ж. 2021. 98, № 4 **21.03-01.395, 21.03-01.396,**  
**21.03-01.397, 21.03-01.398, 21.03-01.399, 21.03-01.400,**  
**21.03-01.401**
- Астрон. ж. 2021. 98, № 5 **21.03-01.402, 21.03-01.403,**  
**21.03-01.404, 21.03-01.405, 21.03-01.406, 21.03-01.407,**  
**21.03-01.408**
- Астрономический вестник. 2021. 55, № 1 **21.03-01.363,**  
**21.03-01.364, 21.03-01.365, 21.03-01.366, 21.03-01.367,**  
**21.03-01.368, 21.03-01.369, 21.03-01.370, 21.03-01.371**
- Астрономический вестник. 2021. 55, № 2 **21.03-01.372,**  
**21.03-01.373, 21.03-01.374, 21.03-01.375, 21.03-01.376,**  
**21.03-01.377, 21.03-01.378**
- Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 1 **21.03-01.176,**  
**21.03-01.177, 21.03-01.178, 21.03-01.179, 21.03-01.180,**  
**21.03-01.181, 21.03-01.182, 21.03-01.183**
- Астрофизический бюллетень. 2021. 76, № 2 **21.03-01.184,**  
**21.03-01.185, 21.03-01.186, 21.03-01.187, 21.03-01.188,**  
**21.03-01.189, 21.03-01.190, 21.03-01.191, 21.03-01.192**
- Безопасность жизнедеятельности. 2021, № 3 **21.03-01.121**
- Безопасность жизнедеятельности. 2021, № 6 **21.03-01.122**
- В мире неразрушающего контроля. 2020. 23, № 4  
**21.03-01.19, 21.03-01.156**
- В мире неразрушающего контроля. 2021. 24, № 1  
**21.03-01.148**
- Земля и Вселенная. 2020, № 6 **21.03-01.12, 21.03-01.13,**  
**21.03-01.14, 21.03-01.275, 21.03-01.276, 21.03-01.277,**  
**21.03-01.278, 21.03-01.279, 21.03-01.280, 21.03-01.281,**  
**21.03-01.282, 21.03-01.283, 21.03-01.284**
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение  
физико-математических, химических, геологических и  
технических наук. 2018, № 2 **21.03-01.96**
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение  
физико-математических, химических, геологических и  
технических наук. 2018, № 3 **21.03-01.136**
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение  
физико-математических, химических, геологических и  
технических наук. 2019, № 1 **21.03-01.271, 21.03-01.272**
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение  
физико-математических, химических, геологических и  
технических наук. 2019, № 2 **21.03-01.24, 21.03-01.273**
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение  
физико-математических, химических, геологических и  
технических наук. 2019, № 3 **21.03-01.274**
- Наука и мир. 2017. 1, № 2 **21.03-01.43**
- Наука и мир. 2017. 1, № 7 **21.03-01.64**
- Наука и мир. 2017. 1, № 8 **21.03-01.65, 21.03-01.66**
- Наука и мир. 2017. 1, № 9 **21.03-01.67**
- Наука и мир. 2017. 1, № 12 **21.03-01.68, 21.03-01.69,**  
**21.03-01.70**
- Наука и мир. 2018. 1, № 10 **21.03-01.44**
- Наука и мир. 2018. 1, № 11 **21.03-01.345**
- Наука и мир. 2018. 2, № 6 **21.03-01.346**
- Наука и мир. 2019. 1, № 1 **21.03-01.139**
- Наука и мир. 2019. 1, № 3 **21.03-01.158**
- Наука и мир. 2019. 1, № 8 **21.03-01.71**
- Наука и мир. 2019. 1, № 9 **21.03-01.45**
- Наука и мир. 2020. 1, № 1 **21.03-01.72**
- Наука и мир. 2020. 1, № 5 **21.03-01.159**
- Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 1  
**21.03-01.195, 21.03-01.196, 21.03-01.197, 21.03-01.198,**  
**21.03-01.199, 21.03-01.200, 21.03-01.201, 21.03-01.202,**  
**21.03-01.203, 21.03-01.204**
- Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 2  
**21.03-01.205, 21.03-01.206, 21.03-01.207, 21.03-01.208,**  
**21.03-01.209, 21.03-01.210, 21.03-01.211, 21.03-01.212**
- Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 3  
**21.03-01.213, 21.03-01.214, 21.03-01.215, 21.03-01.216,**  
**21.03-01.217, 21.03-01.218, 21.03-01.219, 21.03-01.220,**  
**21.03-01.221, 21.03-01.222, 21.03-01.223, 21.03-01.224,**  
**21.03-01.225, 21.03-01.226, 21.03-01.227**
- Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 4  
**21.03-01.228, 21.03-01.229, 21.03-01.230, 21.03-01.231,**  
**21.03-01.232, 21.03-01.233, 21.03-01.234, 21.03-01.235,**  
**21.03-01.236, 21.03-01.237**
- Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 5  
**21.03-01.238, 21.03-01.239, 21.03-01.240, 21.03-01.241,**  
**21.03-01.242, 21.03-01.243, 21.03-01.244, 21.03-01.245,**  
**21.03-01.246, 21.03-01.247, 21.03-01.248, 21.03-01.249,**  
**21.03-01.250, 21.03-01.251, 21.03-01.252, 21.03-01.253,**  
**21.03-01.254, 21.03-01.255, 21.03-01.256, 21.03-01.257**
- Научные труды Института астрономии РАН. 2020. 5, № 6  
**21.03-01.258, 21.03-01.259, 21.03-01.260, 21.03-01.261,**  
**21.03-01.262, 21.03-01.263, 21.03-01.264, 21.03-01.265,**  
**21.03-01.266, 21.03-01.267, 21.03-01.268, 21.03-01.269,**  
**21.03-01.270**
- Письма в Астрон. ж. 2021. 47, № 1 **21.03-01.11,**  
**21.03-01.409, 21.03-01.410, 21.03-01.411, 21.03-01.412,**  
**21.03-01.413, 21.03-01.414**
- Письма в Астрон. ж. 2021. 47, № 2 **21.03-01.415,**  
**21.03-01.416, 21.03-01.417, 21.03-01.418, 21.03-01.419,**  
**21.03-01.420, 21.03-01.421, 21.03-01.422**
- Письма в Астрон. ж. 2021. 47, № 3 **21.03-01.423,**  
**21.03-01.424, 21.03-01.425, 21.03-01.426, 21.03-01.427,**  
**21.03-01.428, 21.03-01.429, 21.03-01.430**
- Письма в Астрон. ж. 2021. 47, № 4 **21.03-01.431,**  
**21.03-01.432, 21.03-01.433, 21.03-01.434, 21.03-01.435,**  
**21.03-01.436, 21.03-01.437, 21.03-01.438**
- Прикл. мех. 2019. 55, № 1 **21.03-01.1, 21.03-01.33,**  
**21.03-01.48, 21.03-01.132**
- Прикл. мех. 2019. 55, № 2 **21.03-01.49, 21.03-01.89,**  
**21.03-01.150**
- Прикл. мех. 2019. 55, № 3 **21.03-01.50, 21.03-01.51,**  
**21.03-01.95, 21.03-01.151**
- Прикл. мех. 2019. 55, № 4 **21.03-01.52, 21.03-01.53,**  
**21.03-01.152**
- Прикл. мех. 2019. 55, № 5 **21.03-01.22, 21.03-01.54,**  
**21.03-01.440**
- Прикл. мех. 2019. 55, № 6 **21.03-01.34, 21.03-01.55,**  
**21.03-01.56**
- Прикл. мех. 2020. 56, № 1 **21.03-01.35, 21.03-01.57**
- Прикл. мех. 2020. 56, № 2 **21.03-01.23, 21.03-01.74,**  
**21.03-01.75, 21.03-01.134**
- Прикл. мех. 2020. 56, № 3 **21.03-01.76, 21.03-01.77**
- Прикл. мех. 2020. 56, № 4 **21.03-01.58, 21.03-01.59,**  
**21.03-01.60, 21.03-01.78, 21.03-01.83**
- Прикл. мех. 2020. 56, № 5 **21.03-01.39, 21.03-01.40,**  
**21.03-01.61**
- Прикл. мех. 2020. 56, № 6 **21.03-01.31, 21.03-01.99,**  
**21.03-01.100, 21.03-01.101, 21.03-01.130, 21.03-01.153**
- Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 2  
**21.03-01.41, 21.03-01.42, 21.03-01.62, 21.03-01.84,**  
**21.03-01.105**
- Прикладная физика. 2021, № 2 **21.03-01.90, 21.03-01.98**
- Прикладная физика и математика. 2021, № 4 **21.03-01.38**
- Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2017.  
30 **21.03-01.15, 21.03-01.157, 21.03-01.285,**  
**21.03-01.286, 21.03-01.287, 21.03-01.288, 21.03-01.289,**  
**21.03-01.290, 21.03-01.291, 21.03-01.292, 21.03-01.293,**  
**21.03-01.294, 21.03-01.295, 21.03-01.296, 21.03-01.297,**  
**21.03-01.298, 21.03-01.299, 21.03-01.300, 21.03-01.301,**  
**21.03-01.302, 21.03-01.303, 21.03-01.304, 21.03-01.305,**

- 21.03-01.306, 21.03-01.307, 21.03-01.308, 21.03-01.309, 21.03-01.310, 21.03-01.311, 21.03-01.312, 21.03-01.313, 21.03-01.314, 21.03-01.315, 21.03-01.316, 21.03-01.317, 21.03-01.318, 21.03-01.319, 21.03-01.320, 21.03-01.321, 21.03-01.322, 21.03-01.323, 21.03-01.324, 21.03-01.325, 21.03-01.326, 21.03-01.327, 21.03-01.328, 21.03-01.329, 21.03-01.330, 21.03-01.331, 21.03-01.332, 21.03-01.333, 21.03-01.334, 21.03-01.335, 21.03-01.336, 21.03-01.337, 21.03-01.338, 21.03-01.339, 21.03-01.340, 21.03-01.341, 21.03-01.342, 21.03-01.343, 21.03-01.344
- Сенсорные системы. 2021. 35, № 2 **21.03-01.141, 21.03-01.142**
- Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. 22, № 1 **21.03-01.193, 21.03-01.194**
- Сибирский математический журнал. 2021. 62, № 2 **21.03-01.129**
- Современные проблемы науки и образования. 2018, № 4 **21.03-01.143**
- Современные проблемы науки и образования. 2018, № 6 **21.03-01.144**
- Современные проблемы науки и образования. 2019, № 3 **21.03-01.145**
- Современные проблемы науки и образования. 2019, № 4 **21.03-01.146**
- Современные проблемы науки и образования. 2020, № 5 **21.03-01.147**
- Солнечно-земная физика. 2021. 7, № 1 **21.03-01.379, 21.03-01.380, 21.03-01.381, 21.03-01.382, 21.03-01.383, 21.03-01.384, 21.03-01.385, 21.03-01.386, 21.03-01.387, 21.03-01.388**
- Теплофиз. и аэромех. 2020, № 5 **21.03-01.120**
- Техническая акустика. 2020. 20, № 1 **21.03-01.36**
- Техническая акустика. 2021. 21, № 1 **21.03-01.37, 21.03-01.154**
- Труды МАИ. 2020, № 117 **21.03-01.47, 21.03-01.82, 21.03-01.131**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 1989. 186 **21.03-01.28, 21.03-01.357, 21.03-01.358, 21.03-01.359**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 1998. 223 **21.03-01.93, 21.03-01.112, 21.03-01.113, 21.03-01.114, 21.03-01.126, 21.03-01.360, 21.03-01.361, 21.03-01.362**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2005. 251 **21.03-01.106**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2011. 272 **21.03-01.347, 21.03-01.348, 21.03-01.349, 21.03-01.350, 21.03-01.351**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2013. 281 **21.03-01.21, 21.03-01.46, 21.03-01.79, 21.03-01.107, 21.03-01.108, 21.03-01.352, 21.03-01.353**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2015. 289 **21.03-01.16, 21.03-01.17, 21.03-01.18, 21.03-01.26, 21.03-01.87, 21.03-01.160, 21.03-01.354**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2016. 295 **21.03-01.27, 21.03-01.30, 21.03-01.73, 21.03-01.80**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2020. 300 **21.03-01.81, 21.03-01.109, 21.03-01.110, 21.03-01.128**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2020. 309 **21.03-01.355, 21.03-01.356**
- Труды Математического института имени В.А. Стеклова. 2020. 310 **21.03-01.111**
- УФН. 2021. 191, № 5 **21.03-01.20, 21.03-01.161**
- Ученые записки ЕГУ, физико-математических наук. 2020. 54, № 3 **21.03-01.25**
- Ученые записки физического ф-та МГУ. 2021, № 1 **21.03-01.125**
- Физика плазмы. 2021. 47, № 5 **21.03-01.439**
- Физика твердого тела. 2021. 63, № 7 **21.03-01.92, 21.03-01.149**
- Химическая физика и мезоскопия. 2020. 22, № 1 **21.03-01.97, 21.03-01.124**
- Химическая физика и мезоскопия. 2020. 22, № 2 **21.03-01.115, 21.03-01.116, 21.03-01.117**
- Химическая физика и мезоскопия. 2020. 22, № 3 **21.03-01.118**
- Химическая физика и мезоскопия. 2021. 23 **21.03-01.119**
- Южно-Сибирский научный вестник. 2021, № 2 **21.03-01.155**

### Конференции и сборники

- Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020 **21.03-01.162, 21.03-01.163, 21.03-01.164, 21.03-01.165, 21.03-01.166, 21.03-01.167, 21.03-01.168, 21.03-01.169, 21.03-01.170, 21.03-01.171, 21.03-01.172, 21.03-01.173, 21.03-01.174, 21.03-01.175**

### Книги

- Борьба с шумом водопроводно-канализационного оборудования жилых зданий. М.: МИСИ им. Куйбышева. 1973 **21.03-01.6К**
- Волновые задачи теории направленных и фокусирующих антенн. Владивосток: Дальнаука. 1998 **21.03-01.10К**
- Гидроакустические лаги. М.: Пищевая промышленность. 1980 **21.03-01.8К**
- Дальность действия гидроакустических средств. Л.: Судостроение. 1981 **21.03-01.9К**
- Нелинейная просветная гидроакустика и средства морского приборостроения в создании Дальневосточной радиогидроакустической системы освещения атмосферы, океана и земной коры, мониторинга их полей различной физической природы. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 2014 **21.03-01.3К**
- Низкочастотный просветный метод дальней гидролокации гидрофизических полей морской среды. Владивосток: СКБ САМИ ДВО РАН. 2006 **21.03-01.2К**
- Технологии нелинейной просветной гидроакустики и нейро-нечетких операций в задачах распознавания морских объектов: монография. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т. 2016 **21.03-01.4К**
- Труды Института прикладной астрономии РАН № 52. СПб.: ИПА РАН. 2020 **21.03-01.5К**
- Ультразвуковая технология. М.: Металлургия. 1974 **21.03-01.7К**

## СОДЕРЖАНИЕ

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания . . . . .	21.03-01.1
Библиография . . . . .	21.03-01.2
Персоналии . . . . .	21.03-01.12
Классические проблемы линейной акустики и теории волн . . . . .	21.03-01.21
Нелинейная акустика . . . . .	21.03-01.79
Физическая акустика . . . . .	21.03-01.90
Акустика океана, гидроакустика . . . . .	21.03-01.102
Атмосферная и аэроакустика . . . . .	21.03-01.105
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика . . . . .	21.03-01.125
Акустическая экология; Шумы и вибрации . . . . .	21.03-01.129
Акустика помещений; Музыкальная акустика . . . . .	21.03-01.133
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование . . . . .	21.03-01.136
Акустика живых систем; Биологическая акустика . . . . .	21.03-01.138
Физические основы технической акустики . . . . .	21.03-01.148
Акустика в инженерном деле . . . . .	21.03-01.157
Физика . . . . .	21.03-01.158
Астрономия . . . . .	21.03-01.162
Авторский указатель Указатель источников	