

ЗЕМЛЯ И

№ 2 (338)
МАРТ-АПРЕЛЬ, 2021

космонавтика
астрономия
геофизика

ISSN 0044-3948

ВСЕЛЕННАЯ

*Поздравляем с 60-летием
первого полета человека в космос!*

**ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ:
В КОСМИЧЕСКОЕ БУДУЩЕЕ С GAIA**

**УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ЛАБОРАТОРНОЙ АСТРОХИМИИ**

**ОНИ БЫЛИ ПЕРВЫМИ!
СУДЬБА ГАГАРИНСКОГО ОТРЯДА
КОСМОНАВТОВ**



ЗЕМЛЯ И

№2 (338)
МАРТ-АПРЕЛЬ, 2021

ISSN 0044-3948

космонавтика
астрономия
геофизика

ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
«Наука»
Москва

На стр. 1 обложки:

«Он всех нас повел в космос»
(Нейт Армстронг)

60 лет назад состоялось
выдающееся событие
в истории Человечества – полет
Юрия Гагарина на космическом
корабле «Восток». Эта дата стала
праздником в нашей стране
с 1962 г. – Днем космонавтики,
в мире – с 2011 г. – Международным
днем первого полета человека
в космос. Фото ТАСС,
сайт bykovskiy.fprp.ru

В НОМЕРЕ:

- Колонка главного редактора 3
- СИЗОВА М.Д., ВЕРЕЩАГИН С.В., ТУГУКОВ А.В.
Звездные скопления: в космическое будущее с Gaia 5
- ВИБЕ Д.З., СТОЛЯРОВ А.В. Успехи и перспективы
лабораторной астрохимии 19
- СЫСОВЕВ А.А., ИУДИН Д.И. Феноменология
атмосферного электричества (окончание).
Глоссарий 30

Космонавтика XXI века

- РЫЖКОВ Е.А. Японские страх и ужас:
Martian Moons eXploration 59

Обсерватории, институты

- КОЗЛОВА О.В. Крымская астрофизическая
обсерватория: на перекрестке эпох и времен 66

Люди науки

- ГУБАРЕВ В.С. Три Звезды Героя: знания и страсти.
Несколько страниц из жизни великого ученого
нашей Родины М.В. Келдыша (окончание) 79

История космонавтики

- ПОНОМАРЁВА В.Л. Судьба Гагаринского отряда:
к 60-летию первого отряда космонавтов 93
- Table of Content and Selected Abstracts 110

Редакционная коллегия:

главный редактор
академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
летчик-космонавт
П.В. ВИНОГРАДОВ,
зам. главного редактора
кандидат филолог. наук
О.В. ЗАКУТНЯЯ,
доктор исторических наук
К.В. ИВАНОВ,
летчик-космонавт
А.Ю. КАЛЕРИ,
кандидат физ.-мат. наук
О.Ю. ЛАВРОВА,
доктор физ.-мат. наук
А.А. ЛУТОВИНОВ,
зам. главного редактора
доктор физ.-мат. наук
О.Ю. МАЛКОВ,
доктор физ.-мат. наук
И.Г. МИТРОФАНОВ,
академик И.И. МОХОВ,
член-корр. РАН
И.Д. НОВИКОВ,
доктор физ.-мат. наук
С.П. ПЕРОВ,
доктор физ.-мат. наук
К.А. ПОСТНОВ,
доктор физ.-мат. наук
М.В. РОДКИН,
научный директор
Московского планетария
Ф.Б. РУБЛЁВА,
член-корр. РАН
А.Л. СОБИСЕВИЧ,
член-корр. РАН
Ю.Н. СОЛОМИНА,
член-корр. РАН
В.А. СОЛОВЬЁВ,
академик
А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
доктор физ.-мат. наук
В.В. ШЕВЧЕНКО,
член-корр. РАН
Б.М. ШУСТОВ

Editorial Board:

Editor-in-chief
Acad. Dr. Lev M. ZELENYI
Acad. Dr. Anatoly M. CHEREPASCHUK
Dr. Konstantin V. IVANOV
Pilot-cosmonaut Alexander Yu. KALERI
Dr. Olga Yu. LAVROVA
Dr. Alexander A. LUTOVINOV
Deputy Editor-in-chief
Dr. Oleg Yu. MALKOV
Dr. Igor G. MITROFANOV
Acad. Dr. Igor I. MOKHOV
RAS Corr. Member Dr. Igor D. NOVIKOV
Dr. Stanislav P. PEROV
Dr. Konstantin A. POSTNOV
Dr. Mikhail V. RODKIN
Faina B. RUBLEVA
Dr. Vladislav V. SHEVCHENKO
RAS Corr. Member Dr. Boris M. SHUSTOV
RAS Corr. Member Dr. Alexey L. SOBISEVICH
RAS Corr. Member Dr. Olga N. SOLOMINA
RAS Corr. Member Dr. Vladimir A. SOLOVYEV
Pilot-cosmonaut Pavel V. VINOGRADOV
Deputy Editor-in-chief
Dr. Olga V. ZAKUTNYAYA

Колонка главного редактора

Дорогие читатели, коллеги, друзья!

Странно устроена человеческая память. День этот – великий день нашей истории 12 апреля 1961 года – был, страшно подумать, 60 долгих лет назад, – а память 12-летнего подростка сохранила все, даже мельчайшие, детали того, что происходило в этот день в Москве.

События той недели не стали полным сюрпризом и, конечно, даже не зная о всех перипетиях космической гонки с США, мы все были уверены, что в космосе Первым будет непременно советский человек. В конце занятия в моей 167 школе, днем 12 апреля объявили о полете, – но телевизоров в то время не было даже в московских центральных школах, и впервые фото Ю.А. Гагарина я увидел на крошечном экране (7 дюймов в нынешних цифрах) телевизора КВН-49, гордости нашего семейства, слегка увеличенном лупой с мутноватой водой. Позже, что я удивился его фамилии (потом выяснилось, что не только я), принадлежавшей знаменитому княжескому роду. Только потом советские дикторы с оправданной иронией опровергли эту «утку» империалистических СМИ – наш родной, советский, смоленский.

Вместе с одноклассниками мы помчались на Красную площадь, правда, бежать было недалеко – жил я в Лестарном переулке рядом с Пушкинской площадью. Митинг там был сумбурный, явно проходивший без согласования с Моссоветом, но запомнившийся на всю жизнь именно своей спонтанностью и искренностью.

Многим тогда 12 апреля напомнило другой предыдущий великий день советской истории – 9 мая. Чистая беспримесная радость, гордость за страну

и любовь к ней – каждый рубль, вложенный СССР в освоение космоса, дал патристическую отдачу в тысячу раз большую, чем миллиарды, без счета тратившиеся отделом пропаганды ЦК КПСС на тоскливые уроки марксизма-ленинизма и проталкивание идей социализма в развивающихся странах.

Много позже мои друзья в Индии и Аргентине рассказывали, каким дефицитом сразу стал в их странах журнал «Советский Союз», где печатались статьи о спутнике, Гагарине, космосе.

«Блажен, кто посетил сей мир в одну минуту ровное», и я счастлив, что почувствовал тогда на переполненных московских улицах и Красной площади, это чувство единения с людьми и гордость за свою большую страну.

Второй раз такие ощущения удалось испытать почти через 40 лет в октябре 2003 года на площади Тяньаньмэнь, когда в космосе свои 14 витков совершил первый «тайконавт» КНР Ян Ливэй. Я был в это время в Пекине и на ликующих пекинских улицах увидел ту же искреннюю, не зарегулированную государством радость людей, их веру в возможности и великое будущее своей страны. Я искренне «кричал «ура»



М.В. Келдыш с космонавтами Ю.А. Гагариним и К.П. Феоктистовым на пресс-конференции. 21.10.1964 г.

ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ: В КОСМИЧЕСКОЕ БУДУЩЕЕ С GAIA



СИЗОВА Мария Дмитриевна,
младший научный сотрудник, аспирант

ВЕРЕЩАГИН Сергей Викторович,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

ТУТУКОВ Александр Васильевич,
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Институт астрономии РАН

DOI: 10.7868/S0014394821020018

Название нашей статьи навеяно инструментальными и теоретическими успехами в изучении звездных скоплений, возникающими прямо сейчас, на наших глазах. Результаты последних лет резко ускорили понимание эволюции звездных скоплений. Множество ученых, как никогда ранее, принялись изучать звездные скопления и результат их эволюции – звездные потоки. Стимул этому дали результаты космического проекта Gaia, показав беспрецедентную точность измерений звездных параметров. Буквально «прямо сейчас» в научном обиходе появилась третья редакция данных Gaia. Это гарантия того, что в ближайшем будущем котлока знаний о звездных скоплениях пополнится.

ЛЕТАЮЩИЕ ГРУППЫ ЗВЕЗД

Объекты Вселенной, хорошо заметные на ночном небе, всегда вызывали и вызывают сейчас повышенное внимание. Обзаводясь громкими назва-



ниями, они служат вдохновением для творчества, маяками, помогающими путешественникам, и основой календаря. Среди них всегда выделялись «Семь сестер» – Плеяды (рис. 1). Оказалось, это реальный дом не для семи, а для многих десятков звезд. Это стало



Рис. 1. Рассеянное звездное скопление Плеяды – M45. Любительский снимок получен с помощью фотоаппарата Canon 30D, HEQSPro, с объективом Юпитер 37A 135/3,5. Выставлена диафрагма 4, чувствительность ISO 1600. Экспозиция 305 мкс, калибровка и медленное слажение выполнены в программе IrAx. Снимок производит приятное впечатление при малом фокусе! Хотя есть небольшая дымка от неточно выставленной Полярной Звезды. Как видим, любительские средства позволяют получить вполне приемлемый результат! Автор: М. А. Нечманн. Полную версию можно посмотреть по адресу URL = http://www.astronomy.kiev.ua/gallery/details.php?image_id=1455

понятным далеко не сразу. В марте 1610 г. Галилео Галилей опубликовал свои результаты наблюдений Плеяд, отобразив 36 звезд этого скопления. Лишь в XVIII в. стало ясно, что звезды Плеяд сгруппировались не случайно, а представляют собой скопление совместно живущих звезд.

И, как часто бывает в науке, не так давно стало понятно и то, что совсем небольшие светлые пятна на небе, которые еще Демокрит и Анаксагор определили плотными группами звезд, и огромные Плеяды – относятся к одному и тому же населению нашей Галактики: звездным скоплениям.

Изобретение Галилеем телескопа и введение его в астрономическую практику позволило Мессье (1781) и Гершелею (1786) приступить к созданию первых каталогов звездных скоплений. Отметим, что первое издание каталога включало объекты, номера которых принято записывать от M1 до M45. Именно под номером M45 в каталог включены Плеяды. Растущая точность наблюдательной техники сделала доступной астрометрическую оценку расстояний до близких скоплений Гершелем и со временем позволила обновить каталог звездных скоплений Дрейером.

В наше время число известных и хорошо атрибутированных скоплений достигает нескольких тысяч. И, конечно, в этой работе ведущую роль играют данные о более чем 1,3 млрд звезд, полученные с помощью КА Gaia (рис. 2).



Рис. 2. «Gaia» на завершающем этапе сборки. Gaia Deployable Sunshield Assembly (DSA) во время тестирования развертывания в интеграционном здании S18 на европейском космодроме Куру, Французская Гвиана, 10 октября 2013 года. http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2013/10/Deployment_of_Gaia_s_DSA19 Права принадлежат ESA – M. Pedbussaut, 2013

Трудность на этом пути составляет лишь невозможность обозреть и выбрать «звездные кучи» на картах звездного неба, построенных по каталогам звезд Gaia. Очевидно, что пришла пора задействовать роботы вместо человеческого глаза. Естественно, что такая работа вызывает повышенный интерес у многих ученых и активно ведется.

Уже в конце XIX века Проктор (1869) показал, что распад звездных скоплений приводит к появлению звездных потоков в Галактике. Обнаружены такие потоки были уже в наше время. Исследованию их свойств в настоящее время, как мы увидим ниже, уделяется большое внимание.

ЗВЕЗДНОЕ СКОПЛЕНИЕ – «ЗВЕЗДНАЯ КОЛЫБЕЛЬ» И «НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ»

Изучение звездных скоплений принадлежит к числу основных направлений звездной астрономии. За последние столетия этой проблеме было посвящено более 10 тыс. статей. Около пятисот статей ежегодно представляют результаты исследований, выполненных в этом направлении. Информацию о количестве публикаций в мире, их авторах, названиях и многом другом можно получить с помощью специализированного сайта ADS (Astrophysics Data System, URL: <http://adsabs.harvard.edu/ads/abstracts.html>). Простой интерфейс и открытый доступ позволяют использовать этот сайт любому желающему.

Звездные скопления – гравитационно-связанные группы звезд, которые хорошо заметны на небе. Наука различает два типа таких групп: шаровые и рассеянные звездные скопления. Шаровые скопления относятся к старому населению Галактики (возраст некоторых из них сопоставим с возрастом Млечного пути) и располагаются на орбитах

вокруг балджа – центральной, наиболее яркой сферической части Галактики. Рассеянные же скопления – молодое население тонкого диска Галактики, и далее речь пойдет именно о них. Замечательный, многим хорошо известный и уже упоминавшийся выше пример – это скопление Плеяды. Его нетрудно найти на небе даже невооруженным глазом. Обычное рассеянное звездное скопление включает от сотни до одной – двух тысяч звезд. Типичный возраст скопления составляет несколько сотен миллионов лет, т.е. порядка одного оборота Солнца вокруг центра Галактики.

Несколько причин вызывают постоянный и активный интерес астрономов к исследованию статистики, физики и эволюции звездных скоплений. Исследования скоплений разных возрастов показали, что они являются своего рода «космической лабораторией», в которой можно изучать разнообразные типы звезд, планет и другие астрономические объекты, объединенные общим местом происхождения – «звездной колыбелью». Оказалось, что они являются эффективным и во многом незаменимым инструментом для исследования эволюции звезд и галактик. Изучение движений звезд внутри скоплений и движений самих скоплений в пространстве стало основой для изучения строения нашей Галактики. Изучение процессов взаимодействия в звездных системах служит, как показала история, эффективным инструментом изучения структуры и эволюции, как звезд, так и скоплений.

Звезды не статичны, они рождаются, живут, изменяясь со временем и превращаясь в конечном итоге в белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Иногда в финале звезды взрываются как сверхновые, яркость которых на неделю становится сравнимой с яркостью галактики. Теория

звездной эволюции, можно сказать, выросла в исследованиях скоплений. Говоря языком астрономов, сопоставление диаграмм Герцшпрунга–Рессела для скоплений разных возрастов явилось в свое время отправной точкой теории эволюции звезд.

Звезды в скоплениях образовались одновременно. Благодаря этому на небольшом участке неба в распоряжении астрофизиков оказываются «лаборатории», где на небольшой площади, доступной для одного кадра широкоугольного телескопа, расположены разнообразные звезды одного возраста. Среди этого населения очень удобно поискать что-нибудь новенькое, делающее какую-либо из звезд «особенной». Популярностью пользуются кратные системы, экзотические и переменные звезды. В скоплениях все чаще стали находить звезды с планетами. Хорошо, когда это – далекая планета (по современной терминологии экзопланета), похожая на нашу Землю! Здесь лежит ключ к разгадке многих явлений.

Различия пространственной формы скоплений довольно многообразны, однако их изучение ограничивается техническими возможностями наблюдателей – далеко не для всех звезд, входящих в скопления, надежно измерены расстояния от Солнца, а также существуют трудности с отождествлением слабых звезд, входящих в их состав.

Наблюдения показали, что в современную эпоху в нашей Галактике всего несколько процентов звезд входят в состав скоплений. Один из авторов данной публикации, А.В. Тутуков, выдвинул ставшую классической идею о распаде большинства скоплений практически в момент их образования. Это время составляет около 100 млн лет, что по масштабам эволюции совсем немного. Статья А.В. Тутукова опубликована в 1978 г., точная ссылка на нее приводится ниже, в списке Дополнительной

литературы. Иными словами, практически все звезды возникают в скоплениях, и более 90% из них быстро распадаются из-за потери газа. Поэтому мало кому могла прийти в голову мысль о том, что скопления на самом деле являются колыбелью всего звездного населения Галактики. Сегодня существует общепринятое мнение, что они представляют собой «родительные дома» для всех звезд. В том числе и для нашего Солнца (см. последний раздел данной публикации). Однако звезды в этих домах, как правило, не могут жить долго. Большинство ассоциаций (ассоциации, как увидим ниже, – это те места, где рождаются сами скопления) и скоплений вскоре после рождения, как уже говорилось, распадаются. Распад представляет собой необычную, фантастическую картину превращения их со временем не в хаос, а в конечном итоге – в упорядоченные кольцевые звездные структуры вокруг галактического центра, напоминающие нити!

С ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ В КОСМОС – GAIA

Итак, шло время и несколько важных событий произошли в XX веке. К началу века число известных звездных скоплений увеличилось до нескольких сотен благодаря работе над созданием Нового общего каталога (New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars или NGC), опубликованного в 1888 г. Дж. Дрейером. В 1925 г. возникла первая классификация скоплений, предложенная Р. Трюмплером, которая используется до сих пор. Эволюцию интереса к их исследованию мы видим на рис. 3, где показан рост числа публикаций по скоплениям с годами. Резкий скачок числа публикаций начался в конце 1940-х годов, а затем снова – с 2000-х.

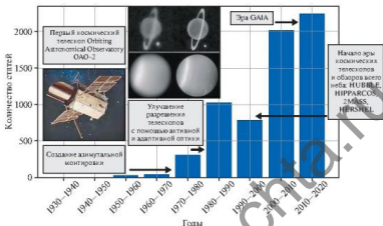


Рис. 3. Результат поиска научных статей с помощью упомянутой выше базы данных ADS, по ключевым словам *open cluster*. Запрос выдал в сумме около 6000 публикаций с 1930 г. Подписаны основные этапы исследований звездных скоплений. Показано появление первого космического телескопа (OAO-1, Орбитальная астрономическая обсерватория). Проработал очень недолго, поэтому реально первым космический телескоп NASA запустила в 1968 г., это был OAO-2, показанный на нашем рисунке. Им стала обсерватория, изучавшая ультрафиолетовое излучение звезды голантик. Приблизительно в то же время введены в строй крупнейшие телескопы, так, знаменитый 6-метровый телескоп с зеркалом-монокристаллом потребовал конструкцию азимутальной монтировки. Многие крупнейшие телескопы используют составные зеркала с адаптивной оптикой, URL: <https://skyandtelescope.org/sky-and-telescope-magazine/adaptive-optics-before-and-after/>

Это и понятно – ведь рост объема данных в астрономии тесно связан с введением в строй новых крупных телескопов. Статистика строительства телескопов такова: рефракторы с диаметром объектива больше 70 см (это 11 телескопов) были построены в период 1880–1917 гг. и дали путь исследователям 20-х годов XX в. (рис. 3), а телескопы-рефлекторы с диаметром зеркала 6 м и более (14 телескопов) – в период 1975–2005 гг. Известный Паломарский 5.1-м телескоп им. Хейла был введен в строй в 1948 г. Именно после этого момента начался заметный рост объема информации о звездных скоплениях (рис. 3), и с 2000-х годов возник новый максимум, связанный с появлением

данных КА HIPPARCOS (1997), который продолжается благодаря данным КА Gaia.

С запуском космического аппарата Gaia перед астрономами открылась фантастически привлекательная перспектива детального изучения строения Галактики по беспрецедентно высокоточным измерениям параметров звезд, полученным с помощью этого космического телескопа. Интересно, что Gaia – не спутник Земли – находится в точке L2 системы Солнце–Земля на расстоянии от Земли 1.5 миллиона километров, что приблизительно в четыре раза больше, чем отдаление Луны от Земли. То есть Gaia является спутником Солнца!