

ЗЕМЛЯ И

№ 2 (344)

МАРТ-АПРЕЛЬ, 2022

космонавтика
астрономия
геофизика

ISSN 0044-3948

ВСЕЛЕННАЯ

ПАРАД ПЛАНЕТ ЛЕОНИДА КСАНФОМАЛИТИ

РЕАНИМАЦИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ «САЛЮТ-7»

«КОСМОС» АЛЕКСАНДРА ФОН ГУМБОЛЬДТА

ЗАГАДКА ПЕРВЫХ
500 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ ЛУНЫ
СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ДЕВЯТАЯ ПЛАНЕТА?

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ ЖУРНАЛЫ ТЕПЕРЬ ДОСТУПНЫ ВСЕМ



Уважаемые коллеги!
Открыта подписка для физических лиц
на номера 2022 г. научно-популярных журналов
«Земля и Вселенная», «Природа»,
«Энергия: экономика, техника, экология»

ЖУРНАЛ «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Стоимость годового комплекта (6 номеров) 1650 руб.

Редакция журнала

Тел.: +7 (495) 276-77-35 (доб. 42-31)

E-mail: zevs@naukaran.com

Шубинский пер., д. 6, стр. 1

ЖУРНАЛ «ПРИРОДА»

Стоимость годового комплекта (12 номеров) 3840 руб.

Редакция журнала

Тел.: +7 (495) 276-77-35 (доб. 41-71)

E-mail: priroda@naukaran.com

Шубинский пер., д. 6, стр. 1

ЖУРНАЛ «ЭНЕРГИЯ: ЭКОНОМИКА, ТЕХНИКА, ЭКОЛОГИЯ»

Стоимость годового комплекта (12 номеров) 3840 руб.

Редакция журнала

Тел.: +7 (495) 362-07-82

E-mail: energy@iht.mpei.ac.ru

ул. Красноназарменная, 17а

**Журналы также можно приобрести в розницу в сети
магазинов «Академкнига» по следующим ценам:**

«Земля и Вселенная» — 295 руб.

«Природа» — 340 руб.

«Энергия: экономика, техника, экология» — 340 руб.

**Выпуски и статьи журналов в электронном
виде можно приобрести на сайте libnauka.ru**



СТОИМОСТЬ ОДНОГО ВЫПУСКА/СТАТЬИ ЖУРНАЛА В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ, ИЗДАННОГО В 2022 ГОДУ

Журнал	Выпуск (руб.)	Статья (руб.)
«Земля и Вселенная»	229	79
«Природа»	286	79
«Энергия: экономика, техника, экология»	286	79

Подписаться можно в редакциях
указанных журналов.

Убедительная просьба связаться
с редакциями перед визитом.

**В случае возникновения вопросов можно также обращаться
в Управление по выпуску журналов ФГУП «Издательство «Наука»:**

Тел.: +7 (495) 276-77-35 (доб. 43-01)

E-mail: journals@naukaran.com

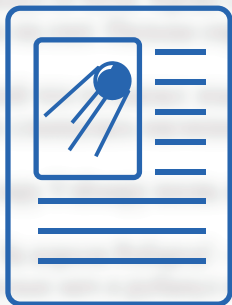


Издательство “Наука” оказывает услуги:

- СОЗДАНИЕ ОРИГИНАЛ-МАКЕТА
 - редактирование
 - вёрстка
 - изготовление рисунков
- ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ОФОРМЛЕНИЕ
- ВСЁ КОМПЛЕКС ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ УСЛУГ
- РАСПРОСТРАНЕНИЕ В РОЗНИЧНОЙ СЕТИ “АКАДЕМКНИГА”

Высокопрофессиональные специалисты “Науки”
готовы к сотрудничеству

naukapublishers.ru



НАУКА

www.libnauka.ru

*Добро пожаловать
в электронную библиотечную систему
Издательства «Наука»!*

Электронная библиотечная система Издательства «Наука» – это простой и удобный доступ к огромной коллекции статей и книг, входящих в портфолио «Науки»

Электронная библиотечная система это:

- научная, научно-популярная и классическая литература, от статей до монографий
- оперативное обновление новинок благодаря тесной интеграции с редакционно-издательской системой «Науки»
- разветвленный тематический каталог
- простая и эффективная система поиска
- интуитивная и простая система оформления заказа и подписок
- прозрачная система статистики
- надежность доступа и стабильность работы

Реклама

Присоединяйтесь к миру «Науки»!

ЗЕМЛЯ И

№2 (344)
МАРТ-АПРЕЛЬ, 2022

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 обложке:

Комета Леонарда (C/2021 A1) стала ярчайшей кометой 2021 года. Комета 12 декабря сблизилась с Землей, 18 декабря – с Венерой и прошла перигелий – ближайшую к Солнцу точку орбиты (примерно 0.6 а.е.) 3 января 2022 г. На фотографии она запечатлена в небе над Намибией 21 декабря 2021 г. Ее орбита долгопериодическая, расстояние от Солнца в афелии, по расчетам, составляет примерно 3700 а.е., период – порядка 80 000 лет. Возможно, на своем пути комета Леонарда проходит и вблизи гипотетической массивной Девятой планеты, пока не обнаруженной экспериментально

Авторы изображения:

Image Credit & Copyright: Rolando Ligustri (CARA Project, CAST), Gerald Rhemann and Lukas Demetz, опубликована APOD 25.12.2021 <https://apod.nasa.gov/apod/ap211225.html>

В НОМЕРЕ:

Колонка главного редактора 3

ШЕВЧЕНКО В.В. Загадка первых 500 миллионов лет Луны 5

ЭЙСМОНТ Н.А. Существует ли Девятая планета? 20

Образование

ГОЛОВАНОВА А.В., МАГАРЯН К.А., НАУМОВ А.В. Вторая Викторина юных физиков Отделения физических наук РАН. Вопросы 30

Люди науки

КОРОСТЕЛЁВ С.Г. Парад планет Леонида Ксанфомалити. К 90-летию со дня рождения 38

История космонавтики

СОЛОВЬЁВ В.А., ЦЫГАНКОВ О.С. Реанимация орбитальной станции «Салют-7» 49

История науки

ИОГАНСОН Л.И. Самая читаемая после Библии книга в Германии XIX века. Первый и второй том «Космоса» Александра фон Гумбольдта 70

Любительская астрономия

СОЛОМОНОВ Ю.В. Звезды, достойные памятника 95

In memoriam

Владимир Степанович Губарев 105
(26.08.1938–25.01.2022)

Образование

Вторая Викторина юных физиков Отделения физических наук РАН. Ответы 107

Table of Content and Selected Abstracts 110

© Российская академия наук, 2022

© Редколлегия журнала «Земля и Вселенная» (составитель), 2022

© ФГУП «Издательство «Наука», 2022

Earth&Universe: Astronomy, Geophysics, Cosmonautics
Bimonthly popular scientific magazine of the Russian Academy of Sciences & NAUKA Publishing.
Founded 1965.

Published by NAUKA Publishing, Profsoyuznaya Str., 90, 117997, Moscow, Russia.

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
О.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!

Первые весенние месяцы – март и апрель – у многих из нас связаны с Днем космонавтики 12 апреля. Этот праздник уже давно стал и международным. В списке знаменательных дат ООН он называется «Международный день полета человека в космос».

К этому списку только что прибавилась еще одна знаменательная космическая дата – Международный лунный день – 20 июля. В этот день в 1969 г. впервые человек, американский астронавт Нейл Армстронг, ступил на поверхность другого небесного тела и произнес знаменитые слова: «Это маленький шаг одного человека – но великий шаг для всего человечества».

Я хорошо помню этот день. В студенческом стройотряде в городе Хову-Аксы в Туве мы строили кобальтовый комбинат и каждое утро бегали на почту за свежим номером «Комсомольской правды», где на последней странице мельчайшим шрифтом все-таки печатались какие-то новости об американской экспедиции. Усилиями телеканала РЕН ТВ и иже с ними в массах до сих пор муссируется сакраментальный вопрос: «А были ли американцы на Луне?» Не было ни одного моего публичного выступления о Луне, чтобы какой-нибудь любознательный пенсионер не задал его. Эрик Михайлович Галимов (1936–2020), многолетний директор академического Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского (здесь и хранятся образцы лунного грунта, привезенного советскими «Лунами»), жаловался мне, как его тоже донимают подобными вопросами. В конце концов был найден простой аргумент, на который нечего возразить и самым отъявленным скептикам: сравните образы лунного реголита, привезенные американскими астронавтами и советскими автоматами (СССР и США обменивались небольшими фрагментами для сравнительного анализа грунта в разных районах Луны). И там и там видно ни на что не похожее взезмное вещество, которое невозможно подделать. Образцы, конечно, немного различаются, но ясно, что это «трофеи» из совсем другого, еще чужого нам мира.

Решено, что этот день мы будем отмечать и в России. В этом году на 20 июля



планируется специальная «Лунная сессия» в Московском планетарии, которая онлайн будет доступна и в других городах.

Луна и для нашей страны – «знаковое» небесное тело. Великая лунная гонка 1960–1970 гг., я считаю, закончилась «вничью» для двух государств (кстати, 20 июля – еще и Всемирный день шахмат ООН). Но в громком выигрыше оказалась космическая наука: и шесть посадок «Аполлонов», и три наши автоматические доставки лунного грунта на Землю вкупе с исследованиями на двух советских луноходах дали соизмеримые вклады в новые знания о Луне, добытые человечеством.

Совсем скоро, уже нынешним летом, запуском посадочного аппарата «Луна-25» начнется новый этап отечественных исследований Луны. Российская программа нацелена на детальное изучение южного полюса Луны и включает в себя обширные исследования и на орбитальных, и на посадочных зондах (см. статью Л.М. Зеленого и И.Г. Митрофанова, *ЗиВ*, 2019, № 4).

Начало года принесло нам новые потери. Ушел из жизни «рыцарь научной журналистики», публицист и писатель Владимир Степанович Губарев. Космосу и людям космоса была посвящена значительная и очень важная для него часть его творчества.

Чтобы увековечить память об этом замечательном человеке, Совет по космосу РАН выступил с инициативой учреждения специальной премии за популяризацию

исследований космоса имени В.С. Губарева, которая будет присуждаться и журналистам, и ученым за яркие публикации по этим темам.

Одним из таких «космических людей» – и крупным, всемирно известным ученым, и одновременно корифеем сугубо научной «классической» популяризации – был Леонид Васильевич Ксанфомалити (1932–2019). В этом номере публикуем начало большого очерка, посвященного его жизни и творчеству, научному и не только научному. Леонид Васильевич, несмотря на многочисленные нелегкие жизненные перипетии, сумел не растерять редкой для взрослых способности удивляться окружающему миру и, даже через годы и расстояния, заражать этим удивлением других.

С Леонидом Васильевичем меня многое связывало, особенно в последние годы: и общее увлечение физикой комет, особенно ярчайшей европейской экспедицией к комете Чурюмова-Герасименко, и неиссякающий интерес к загадкам Венеры – очень странной «сестре» Земли. В конце концов Леонид Васильевич сумел увлечь и меня своими идеями о небелковой жизни на Венере.

В любом случае мы должны оценить научный подвиг наших коллег (бывших близкими друзьями): Л.В. Ксанфомалити и Арнольда Сергеевича Селиванова (1935–2019). А.С. Селиванов создал уникальную, опередившую свое время телевизионную систему для советских посадочных венерианских аппаратов. Ему будет посвящена статья в одном из номеров ЗиВ этого года. Леонид Васильевич приложил громадные усилия к обработке фотопанорам, полученных этими ТВ-системами. Через много лет после работы станций на поверхности Венеры он вернулся к анализу полученных ими фотоснимков, вооруженный уже самыми современными методами обработки фотоизображений. Результаты оказались, как принято говорить, неоднозначны, однако тем и интересна настоящая наука.

Думаю, дело в том, что сколь бы узкоспециальными ни были наши занятия космической наукой, в конечном счете они имеют отношение к тому, как мы понимаем мир в целом. Если вдруг необычные идеи Леонида Васильевича подтвердятся, это произведет переворот в нашем мировоззрении, и он коснется каждого.

Не случайно слово «космос» означает в переводе с древнегреческого «порядок,

гармония». Так называется книга известного немецкого ученого-естествоиспытателя Александра фон Гумбольдта, которую он писал в XIX веке. Она сыграла очень большую роль не только в становлении естествознания именно как мировоззрения в нашей стране и во всем мире (к сожалению, при этом она не была издана полностью на русском языке и вообще очень давно не переиздавалась) – об этом можно прочитать в опубликованной в этом номере статье Лидии Йогансон.

Мы много говорим сейчас о философии русского космизма, зародившейся еще в XVIII веке в трудах М.В. Ломоносова и блистательно развитой в конце XIX – начале XX века Н.Ф. Федоровым, В.И. Вернадским, К.Э. Циолковским и многими другими отечественными философами. Но мне кажется, в XIX веке развитие этих идей целостности природы – связи грандиозных космических явлений с мельчайшими живыми существами и растениями на Земле – происходило под значительным влиянием трудов А. Гумбольдта, очень популярных в России.

И в моей жизни Гумбольдт сыграл значительную роль: в 2000 году я стал лауреатом премии его имени и получил возможность проработать несколько месяцев в Германии вблизи Гёттингена в Институте солнечно-земной физики Общества имени Макса Планка. С тех пор и я и многие мои российские коллеги, лауреаты этой премии, поддерживаем связь друг с другом и Гумбольдтовским фондом, снабжающим нас новой информацией о научных проектах фонда и возможности участия в нем российских молодых ученых.

Чтобы гумбольдтианцы могли всюду узнавать друг друга на различных встречах, нам были вручены специальные «гумбольдтовские галстуки». На фотографии в начале этой вступительной колонки редактор «ЗиВ», в знак уважения к немецкому естествоиспытателю и философу решил сняться в таком галстуке. И кстати, такие «мелочи»: значки, галстуки, наклейки, космические майки и рюкзаки – тоже способствуют популяризации науки. Написал и задумался: а не выпустить ли нам специальную, «землевселенскую» майку и награждать ей лучших авторов журнала?!

*Главный редактор журнала
«Земля и Вселенная»
академик
Лев Матвеевич Зелёный*

ЗАГАДКА ПЕРВЫХ 500 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ ЛУНЫ



ШЕВЧЕНКО Владислав Владимирович,

доктор физико-математических наук

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова

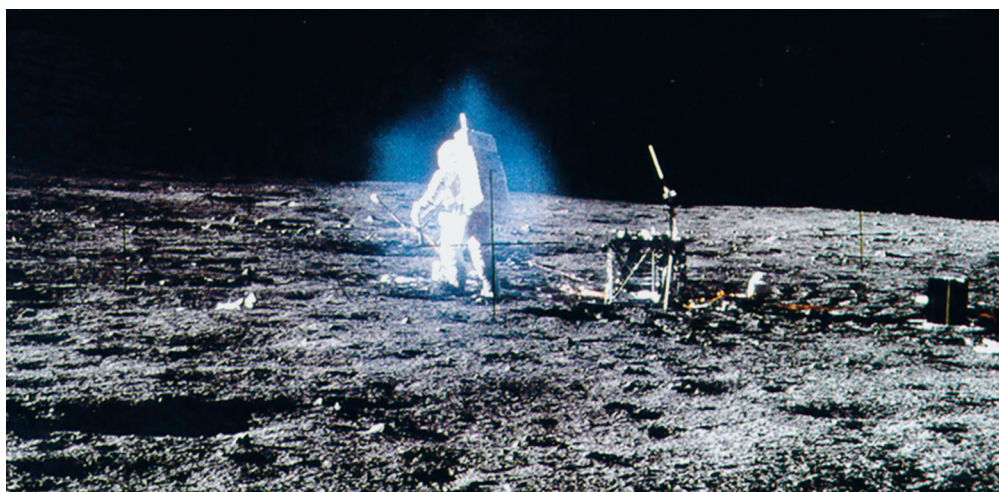
DOI: 10.7868/50044394822020013

На лунной поверхности выявлено определенное число значительных по размерам мегакольцевых структур. Оценки возраста появления этих образований показывают, что они относятся к наиболее древним формам рельефа на лунной поверхности. Часть из них в более поздние периоды лунной истории были заполнены потоками базальтовой лавы, излившихся из лунных недр, и превратились в лунные моря. Но на обратной стороне Луны сохранились подобные структуры почти в первозданном виде. Изучение морфологии этих образований и моделирование процессов их ударного происхождения позволили выдвинуть гипотезу о характере самого раннего периода истории Луны. Можно предположить, что основными телами, падения которых образовали мегаструктуры в первые 500 млн лет лунной истории, были кометы с гигантскими размерами ядер.

КАМЕННАЯ ЛЕТОПИСЬ ИСТОРИИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Среди исследователей планет общепринятым является представление о лунной поверхности, как о своеобразном хранилище следов многих процессов, происходивших в Солнечной системе на разных стадиях ее эволюции. Это объясняется практически полным отсутствием тектонической активности лунных недр, а также изначальным

отсутствием лунной гидросферы, то есть эндогенных источников разрушения поверхностных структур Луны. Лунная атмосфера также практически отсутствует. По оценкам, наиболее часто упоминаемым разными авторами, плотность возможной газовой оболочки Луны в миллиарды раз меньше плотности земной атмосферы. По данным автоматических орбитальных станций «Луна-19» и «Луна-22», проводивших исследования в 1971–1972 и в 1974–1975 гг., непосредственно над



При определенных условиях освещения очень слабая дегазация скафандра астронавта в лунном вакууме становится видимой. Снимок получен в ноябре 1969 г. во время экспедиции «Аполлон-12». Источник: фото NASA

лунной поверхностью на освещенном полушарии в одном кубическом сантиметре содержится до 1000 электронов. Практически эта характеристика соответствует довольно глубокому вакууму.

Наглядную характеристику того, что на лунной поверхности господствует глубокий вакуум, можно видеть на снимке, полученном во время пребывания на Луне астронавтов по программе «Аполлон» (ЗиВ, 1973, № 5; 1989, № 3; 2009, № 5). При освещении, когда Солнце находится спереди и несколько слева, слабые истечения газов из скафандра, возникающие при полном отсутствии внешнего давления, подсвечиваются и становятся видимыми.

Отсутствие у Луны газовой оболочки превращает лунную поверхность в уникальную территорию Солнечной системы в качестве лаборатории для исследований внешних воздействий на нее – излучений и падения тел. Если метеорит, астероид или комета, вторгаясь в земную атмосферу, в большинстве случаев сгорают при ее прохождении, то лунной поверхности свободно до-

стигают даже самые малые частицы – микрометеориты.

Эти особенности превращают Луну в своеобразный «музей вечности», когда на ее поверхности сохраняются не только следы древних ударных событий, но и в отдельных случаях фрагменты вещества ударников. В совокупности эти данные позволяют реконструировать основные этапы истории Солнечной системы. Поскольку в последние годы разработки в области баллистики и физики ударных процессов достигли значительного уровня, появились модели, которые с высокой точностью позволяют решать прямые и обратные задачи в области ударных явлений.

Благодаря работам известного геофизика, специализирующегося на явлениях ударного образования кратеров, Х. Джея Мелоса и его коллег¹, получены алгоритмы, позволяющие проводить указанные выше решения.

¹ Marcus R.A., Melosh H.J., Collins G.S. Our impact effects calculator. http://down2earth.eu/impact_calculator/

Используя эти алгоритмы, можно согласно заданным параметрам ударного процесса и характеристикам ударника определить результат его падения на лунную поверхность. Например, астероид S-типа диаметром 1 км и плотностью 3 г/см³ при скорости падения 10 км/с в результате удара образует кратер диаметром 14 км и глубиной 655 м. Данный алгоритм позволяет также определить статистическую частоту падения. В данном примере эта величина оказалась равной описанному событию за 214 697 лет.

Эта последняя характеристика при достаточно значимой статистике данных помогает выделить временные интервалы для построения хронологической шкалы событий лунной истории.

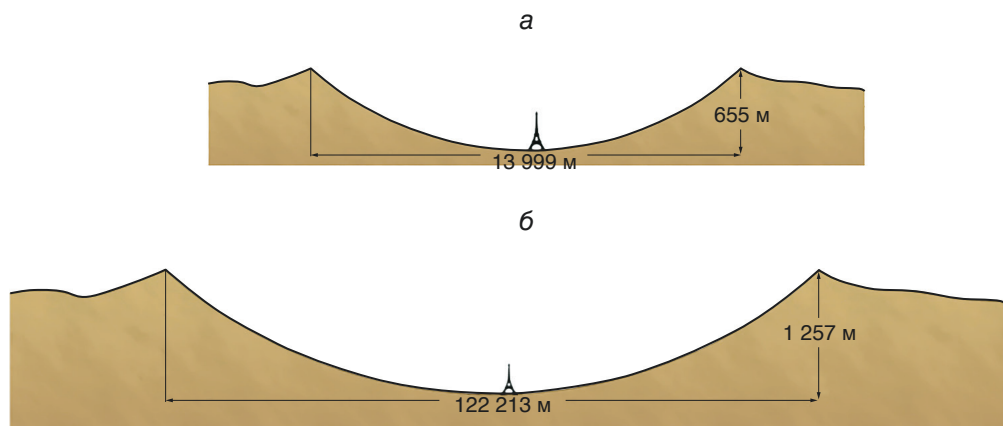
Селенохронологическая шкала является аналогом земной шкалы в геологическом масштабе времени. Переходы этой временной шкалы связаны с основными событиями, которые изменили поверхность Луны, с изменениями морфологии кратеров, происходящими с течением времени, и с распределением размеров кратеров, наложенных на геологические элементы. Абсолютный возраст периодов обычно принимается равным, исходя из радиометрического датирования доставленных на Землю образцов лунных пород. Из-за сложности определения геологического строения какой-либо породы на поверхности Луны, остается много дискуссий об определенных ключевых периодах событий. В случае достоверно установленных связей явлений в лунной истории с событиями в ближайших или более удаленных окрестностях Солнечной системы можно перейти на более высокий уровень исследований и построить временную шкалу событий, относящихся ко всей нашей планетной системе.



Комета C/2020 F3 (NEOWISE) после достижения максимальной точки сближения с Солнцем (перигелии) 3 июля 2020 г. на расстоянии 43 млн км стала видимой на уровне Альфа и Бета звезд созвездий Скорпиона, Девы и Близнецов. Тогда же астрономы заметили у нее второй хвост – он имеет золотистый цвет и состоит из пыли, третий – ионный – направлен от Солнца

Ниже мы воспользуемся одной из современных версий селенохронологической шкалы.

В любом случае весьма важным обстоятельством является определение модельных параметров самого ударника, в результате падения которого на лунной поверхности возникает та или иная структура рельефа, т. е. решение обратной задачи. В этом случае вычисления выполняются подбором параметров ударника, при которых образуется исследуемая кратерная структура.



Схематические изображения и геометрические характеристики кратера, образованного падением астероида (а), и кратера, возникшего в результате падения ядра кометы (б). Построение приведенных схем входит в число опций использованных алгоритмов. Для наглядности в каждом случае внутри кратера помещено масштабное изображение Эйфелевой башни в Париже. Расчеты автора с использованием калькулятора см.: http://down2earth.eu/impact_calculator/

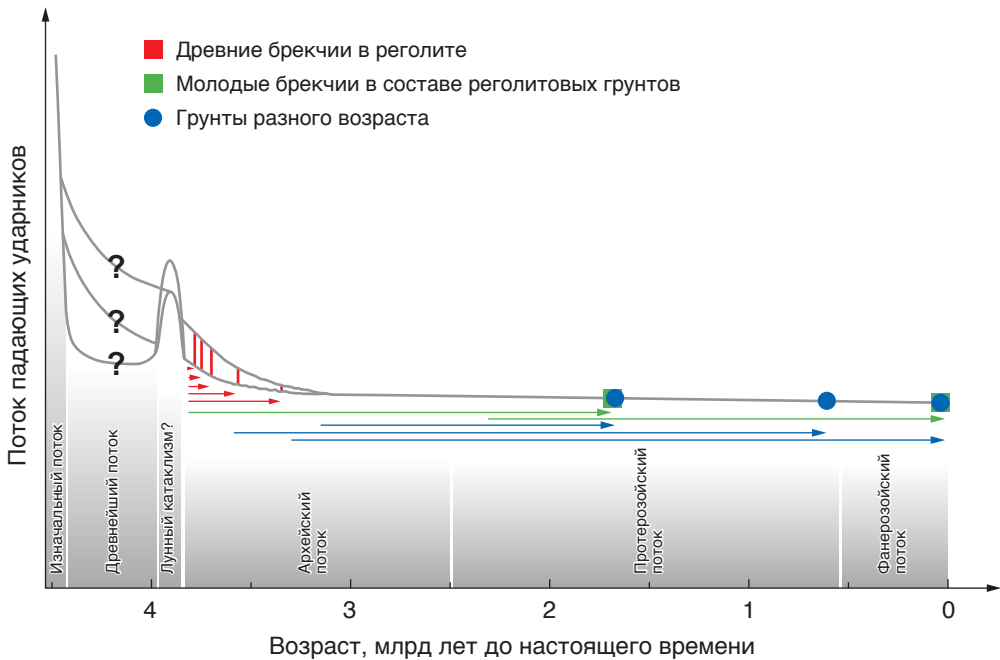
Вернемся к результатам приведенных выше оценок. Если астероид в качестве падающего тела заменить в расчетах ядром кометы, можно проследить, как это отразится на результатах падения такого ударника на лунную поверхность. Подобные объекты не часто появляются на небе нашей планеты, но тем не менее их параметры все-таки удалось изучить. Возьмем в качестве примера недавнюю гостью – комету C/2020 F3, обнаруженную телескопом «NEOWISE» (весна – лето 2020 г.). В предыдущее появление комета C/2020 F3 (NEOWISE) приближалась к Солнцу 4500 лет назад. В следующий раз она появится через 6800 лет. Эта комета имеет сильно наклоненную к плоскости эклиптики орбиту – угол составляет 128° , поэтому астрономы считают, что ее родина, вероятно, облако Оорта. Ледяное ядро кометы, по оценкам наблюдателей, достигает в размерах около 5 км и около Земли (и Луны) двигалось по своей

орбите со скоростью 53 км/с. По-видимому, можно допустить, что при гипотетическом падении подобной кометы на лунную поверхность, скорость соударения могла бы быть близкой к этому значению.

Итак, расчеты показывают, что в случае падения на лунную поверхность ударника кометной природы с перечисленными выше характеристиками сформируется кратер диаметром 122.21 км и глубиной 1.26 км. Расчетная статистическая частота падения в данном случае составит одно событие за 53.39 млн лет.

В свое время в классической работе Дж.Д. О'Кифа и др.² было показано, что уменьшение отношения «глубина-диаметр» в ударных структурах происходит в результате уменьшения плотности вещества ударника. В рас-

² O'Keef J.D., Ahrens T.J. Cometary and meteorite swarm impact on planetary surfaces // J. Geophys. Res. 1982. V. 87. № B8. P. 6668–6680.



Диаграмма, представляющая обобщение современных моделей процессов образования ударных структур в системе Земля–Луна во времени. Стрелки соответствующего цвета указывают на вероятный временной диапазон возникновения отдельных фрагментов распавшихся при падении ударников. Верхний предел каждого диапазона ограничивается селенологическим возрастом поверхности, на которой был найден соответствующий образец. Нижний предел определялся по расчетным моделям истории регионов, к которым, предположительно, относятся группы реголитовых брекчий и грунтов, содержавших фрагменты ударников. Источник: Joy K.H., Zolensky M.E., Nagashima K., Huss G.R., Ross D.K., McKay D.S., Kring D.A. Direct Detection of Projectile Relics from the End of the Lunar Basin-Forming Epoch // *Science*. 2012. Vol. 336, is. 6087. P. 1426–1429

смотренном нами примере это положение подтверждается. Если сравнить характеристики ударных структур, описанных выше, можно заметить, что величина отношения глубина – диаметр для кратера, образованного падением каменного тела, в пять раз больше, чем та же величина для структуры, образованной падением ледяного тела кометного ядра. При этом следует также заметить, что плотность ледяного ударника примерно в пять раз меньше плотности каменного ударника!

ШКАЛА ЛУННОЙ ИСТОРИИ КАК АНАЛОГ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

Несколько лет назад интернациональная группа исследователей под руководством Кэтрин Х. Джой³ из Манчестера

³ Joy K.H., Zolensky M.E., Nagashima K., Huss G.R., Ross D.K., McKay D.S., Kring D.A. Direct Detection of Projectile Relics from the End of the Lunar Basin-Forming Epoch // *Science*. 2012. Vol. 336, is. 6087. P. 1426–1429.



Типичный кратер, относящийся к Протерозойскому периоду лунной истории по селенохронологической шкале времени. Источник: Marcus R.A., Melosh H.J., Collins G.S. Our impact effects calculator. http://down2earth.eu/impact_calculator/

терского университета попыталась, используя все современные данные, построить хронологическую шкалу лунной истории.

Так же как и в земной хронологии, современный период, начавшийся около 550 млн лет назад и продолжающийся до настоящего времени, носит название Фанерозойского. Соответственно, поток небесных тел, падавших на лунную поверхность все это время, назван Фанерозойским потоком. В приведенных выше расчетах к ударникам данного потока относятся как астероид S-типа диаметром 1 км, так и кометное ядро размером около 5 км.

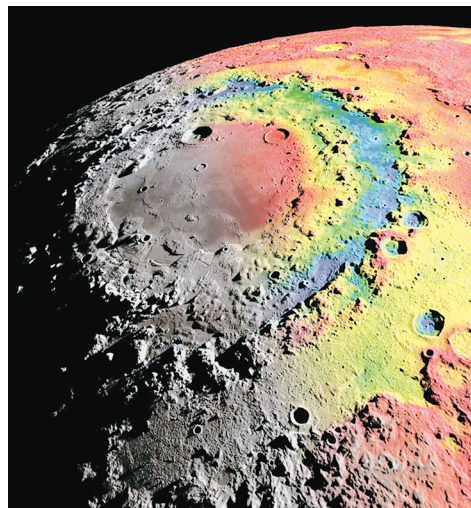
Предшествующий период, длительность которого определяется возрастом структур от 550 млн до 2.5 млрд лет, носит название Протерозойского, так же как и поток падавших в это время на Луну ударников.

Этот период в лунной истории является наиболее продолжительным. Его параметры определены как по статистике возникших кратеров, так и по прямым измерениям возраста лунных пород, возвращенных на Землю пилотируемыми экспедициями по програм-

ме «Аполлон» и доставленных автоматическими станциями серии «Луна» из различных мест лунной поверхности (ЗиВ, 1972, № 2; 1977, № 1).

Наиболее часто встречаются на лунной поверхности кратеры с центральной горкой, из их числа близкие по форме обнаружены, прежде всего, в областях материкового ландшафта видимого и обратного полушарий Луны. В данном случае расчетные оценки показывают, что ударник, сформировавший эту структуру, был астероидом каменного состава, имел в диаметре около 5 км и упал на лунную поверхность со скоростью 20 км/с.

Архейский период лунной истории, длительность которого, согласно представленной выше хронологической схеме, продолжалась от 2.5 до 3.85 млрд лет до настоящего времени, характерен появлением крупных кольцевых структур. Большая часть этих образований на видимой стороне Луны была со временем заполнена глубинными потоками темной базальтовой лавы и превратилась



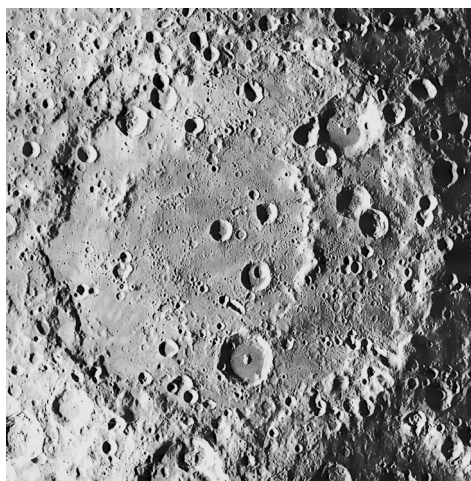
Многокольцевая ударная структура Моря Восточного. Источник: NASA, опубликовано в журнале *Science*. 2016. Vol. 354, is. 6311. P. 438–441

в лунные моря. Наглядным примером может служить многокольцевая структура Моря Восточного, расположенная на границе видимого и обратного полушарий.

Возраст многокольцевой структуры Моря Восточного составляет около 3.8 млрд лет. Замечательной особенностью этого образования являются хорошо различимые при наблюдениях три концентрических круга горных хребтов. Диаметр внешнего кольца достигает 930 км. По современным данным, исследователям удалось построить компьютерную модель процесса формирования Моря Восточного. Согласно этой модели, многокольцевая структура образовалась в результате падения на лунную поверхность астероида размером около 65 км при скорости в 15 км/с. Столкновение породило в лунной коре серию колебаний, которые и привели к образованию трех концентрических кругов. Позднее расплавленная лава из лунных недр затопила место соударения через разлом в коре, в результате чего окончательно сформировалась современная структура Моря Восточного.

Выделяется один из самых крупных лунных кратеров бассейнового типа – Королёв, который расположен на обратной стороне Луны, диаметром около 440 км. Возраст образования этого кратера оценивается в 3.7 млрд лет. Согласно модельным расчетам по методике, указанной выше, кратер Королёв сформировался в результате падения каменного астероида размером около 30 км при скорости 15 км/с.

Если обратиться к природе ударной структуры, послужившей первичной депрессией при образовании Моря Ясности, диаметр которой составлял 700 км, в результате расчетов величина ударника должна была составлять 45 км.



Один из самых больших лунных кратеров Королёв. Фото AS17-151-23113 получено экспедицией «Аполлон-17» в декабре 1972 г. NASA

Приведенные примеры, как и ряд других, показывают, что начальный период Архейского периода лунной истории характеризуется более значительными размерами ударников, чем это было свойственно последующим потокам. Эта особенность позволяет через ситуацию, наблюдаемую на Луне, судить о более глобальных процессах в ближайших окрестностях Солнечной системы, которые содержат характеристики обломков падавших тел.

Полагают, что Архейскому периоду предшествовал относительно короткий по времени период поздней тяжелой бомбардировки лунной поверхности, который в публикациях иногда называют также «лунным катаклизмом». Этот период имеет продолжительность примерно от 4.0 до 3.8 млрд лет до настоящего времени. Считается, что в это же время сформировались многие кратеры на Луне и, предположительно, также на Земле, Меркурии, Венере и Марсе.

Основанием разногласий по поводу природы этого явления служат различные предположения относительно

процессов, протекавших в Солнечной системе в этот период.

Причиной появления несовпадающих гипотез в первую очередь является датировка образцов лунного грунта, которая свидетельствует о том, что большая часть фрагментов оплавилась в этот относительно короткий интервал времени.

Несмотря на то что было высказано много гипотез, объясняющих подобный всплеск числа выпадения на лунную поверхность астероидов или комет, единого мнения о его природе в научном сообществе нет.

Так, одна из теорий утверждает, что газовые планеты-гиганты в течение этого периода меняли свои орбиты, что привело к переходу многих объектов из Главного пояса астероидов, а также из пояса Койпера на эксцентрические орбиты, пересекавшиеся с орбитами планет земной группы. Однако другие теории утверждают, что изученные образцы лунного грунта не свидетельствуют о каком-либо катастрофическом процессе образования кратеров около 3.9 млрд лет тому назад. По мнению сторонников этой точки зрения, подобные выводы являются всего лишь следствием неточного датирования образцов.

Исследования данной проблемы интенсивно продолжаются. Недавно, в сентябре 2020 г., ученые Токийского университета в Японии заново изучили метеориты, предположительно пришедшие с астероида Веста диаметром 525.4 ± 0.2 км, второго по величине астероида в Солнечной системе. Исследования включали изотопный состав пород этих фрагментов⁴.

Оказалось, что Веста подвергалась интенсивной бомбардировке космическими телами в период 4.4–4.15 млрд лет назад. Это произошло несколько ранее

принятого времени поздней тяжелой бомбардировки, определенного по лунным породам.

Наконец, совсем уж загадочным является период первых 500 млн лет лунной истории, отмеченный на приведенной выше хронологической схеме как время Древнейшего потока ударников, природа которых неизвестна.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОДНОЙ ИЗ САМЫХ КРУПНЫХ УДАРНЫХ СТРУКТУР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

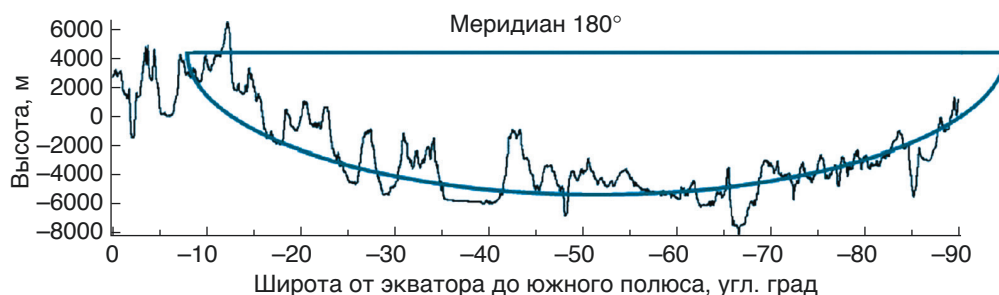
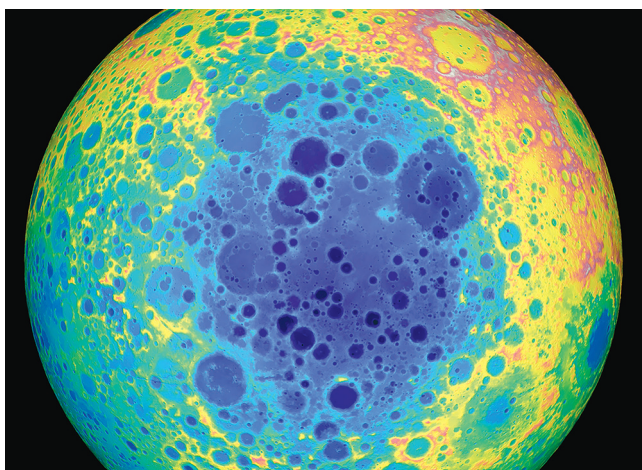
Осенью 2019 г. группа планетологов из Ливерморской национальной лаборатории США под руководством Наоми Е. Маркс опубликовала результаты исследований, включавшие анализы ранее не изученных образцов материковых пород из коллекции, собранной в апреле 1972 г. во время работы на Луне экспедиции по программе «Аполлон-16» (ЗиВ, 1973, № 1). Одним из основных выводов этих исследований является многократно подтвержденное заключение о формировании обширного бассейна на материковой поверхности Луны в результате ударного события, датированного временем 4.3 млрд лет назад.

В нескольких статьях, опубликованных ранее, также указывалось, что самый крупный лунный бассейн, называемый «Южный полюс – Эйткен» (ЮПЭ), по результатам кратерной статистики и данным о возрасте образцов, определенном по отношению $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (в предположении, что эти фрагменты относятся к внутренней части бассейна) мог сформироваться в период от 4.25 до 4.33 млрд лет назад (ЗиВ, 2010, № 4).

Результаты исследований последних лет и новые методологические разработки позволяют с достаточной уверен-

⁴ Ученый рассказал об упавшем в Японии метеорите. <https://ria.ru/20200720/1574574215.html>

Бассейн «Южный полюс – Эйткен» на гипсометрической карте обратного полушария Луны (представлен в центре оттенками синего цвета) достигает более 2500 км в поперечнике и является одним из крупнейших кратеров Солнечной системы. NASA/Goddard Space Flight Center/University of Arizona



Профиль бассейна ЮПЭ по меридиану 180° с наложением геометрически обобщенного профиля структуры. Источник: Ж.Ф. Родионова, А.Ю. Жаркова, Е.А. Гришакина, В.В. Шевченко. Топографические особенности лунных морей и бассейнов // *Астрономический Вестник*. 2021. Т. 55, № 3. С. 195–212

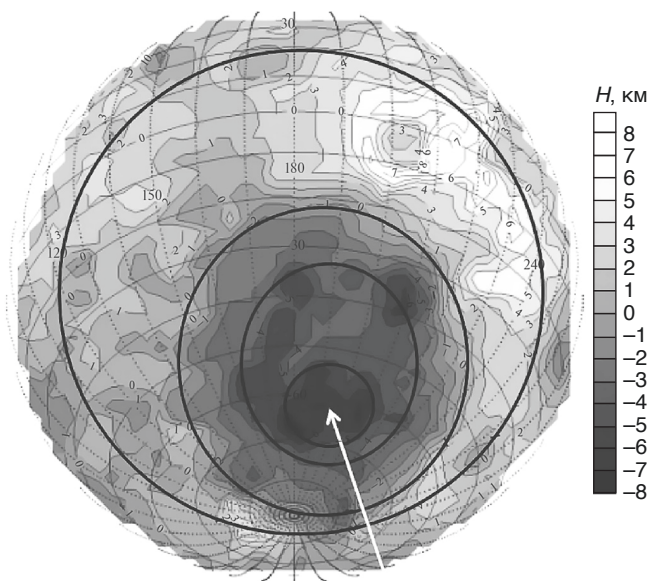
ностью реконструировать основные параметры ударных явлений, протекавших даже в весьма отдаленные периоды лунной истории.

В рассматриваемом случае прежде всего необходимо воссоздать модель ударника, падение которого сформировало гигантскую структуру ЮПЭ. Первичные обоснования того, что в предполагаемый период возникновения бассейна «Южный полюс – Эйткен» среди основных типов ударников преобладали объекты из пояса Койпера или гигантские кометные тела из облака Оорта, можно найти в ряде работ последних лет (ЗиВ, 2008, № 6). Позднее были опубликованы более конкретные данные, основанные на детальном анализе

морфологических особенностей бассейна (ЗиВ, 2019, № 6).

В 2021 г. Ж.Ф. Родионова и др.⁵ (ГАИШ МГУ) опубликовали детальный профиль бассейна ЮПЭ по меридиану 180°, построенный по современным гипсометрическим орбитальным измерениям. Среднее отношение максимальной глубины депрессии к диаметру бассейна составляет величину 0.0034. По другим оценкам это отношение может составлять 0.0037. В любом случае данная характеристика

⁵ Ж.Ф. Родионова, А.Ю. Жаркова, Е.А. Гришакина, В.В. Шевченко. Топографические особенности лунных морей и бассейнов. *Астрономический Вестник* // 2021. Т. 55, № 3. С. 195–212.



Положение многокольцевой структуры бассейна «Южный полюс – Эйткен», показанное на карте высот обратного полушария. Источник: Ж.Ф. Родионова, А.Ю. Жаркова, Е.А. Гришакина, В.В. Шевченко. *Топографические особенности лунных морей и бассейнов // Астрономический Вестник. 2021. Т. 55, № 3. С. 195–212*

депрессии ЮПЭ имеет аномально малую величину.

Как упоминалось выше, уменьшение отношения глубина – диаметр в ударных структурах при прочих равных условиях происходит в результате меньшей плотности вещества ударника. Применяв для оценочных расчетов алгоритм Дж. Мелоша и др., можно получить основные характеристики ударника. Согласно этим расчетам плотность вещества упавшего тела, образовавшего ударную структуру «Южный полюс – Эйткен», была менее 1 г/см^3 . Скорость падения ударника достигала около 60 км/с , а его размеры составляли от 50 км до 60 км . Очевидно, что подобные характеристики свойственны ядрам крупных кометных тел.

Углубленный анализ общей морфологии бассейна ЮПЭ позволяет сделать вывод относительно особенностей

траектории, по которой ударник двигался во внутренней части Солнечной системы, что в свою очередь дает указание на источник данного объекта.

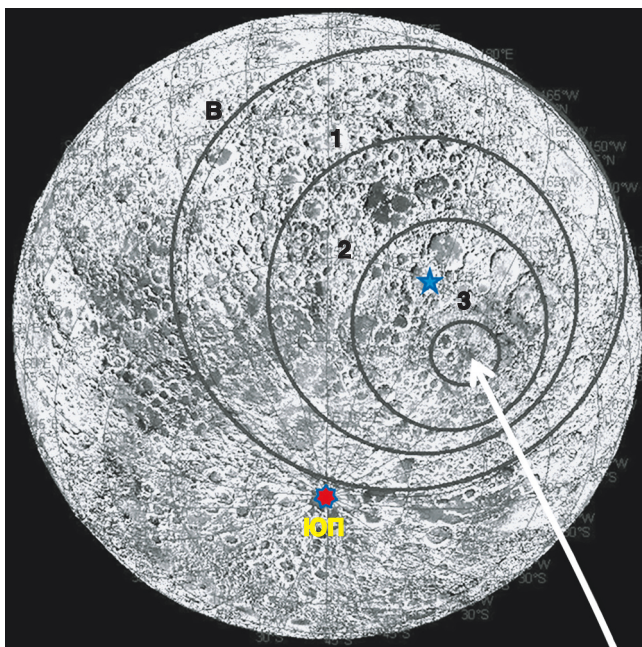
В ГАИШ МГУ был проведен комплексный анализ распределения в пределах бассейна ЮПЭ химического состава поверхностных пород и мегарельефа. В результате удалось выявить несколько колец, образующих ударную структуру, и некоторые дополнительные характеристики падавшего тела.

Уникальной особенностью рассматриваемого лунного образования является отличие от центрально-круговой симметрии в расположении внутренних колец бассейна. Подтверждением реальности

такой модели строения бассейна является систематический, четко выраженный сдвиг центров отдельных колец в одном направлении: к юго-востоку от центра внешнего кольца. В процессе этого исследования выяснилось, что внешнее кольцо бассейна прослеживается по системе возвышенностей в северо-западной, северной, северо-восточной и восточной части кольцевой структуры. Основным выводом из анализа полученной рельефной модели является выделение кольца положительных форм рельефа, которые с большой долей вероятности соответствуют положению и размерам первоначального внешнего кольца сложной структуры бассейна.

Предполагая наличие круговой симметрии первоначальной структуры внешнего кольца бассейна, можно оценить общие размеры этого уникального

Схема многокольцевой структуры бассейна ЮПЭ. Внешнее кольцо обозначено буквой В. Кольца 1, 2 и 3 выделены по характеру распределений в поверхностном слое тория, железа и титана, а также на основании морфологических характеристик дна бассейна. Буквами ЮП обозначено положение точки южного полюса Луны. Звездочкой показан район посадки китайской АМС «Чаньэ-4» 3 января 2019 г. (координаты: 177.5991° в.д., 45.4446° ю.ш.). Схема построена автором. Фоном служит карта рельефа обратного полушария Луны NASA



по величине лунного образования. Если принять в качестве условной внешней границы бассейна срединную область протяженных хребтов, образующих кольцо, максимальный диаметр рассматриваемой структуры можно оценить величиной 3500 км (ЗиВ, 2019, № 6).

Как это следует из построенной модели многокольцевой структуры, характерной ее чертой является четко выраженный сдвиг центров отдельных колец в одном направлении: к юго-востоку от центра внешнего кольца. Это направление составляет угол с плоскостью лунного экватора (или плоскостью эклиптики, что в первом приближении одно и то же) около 75° . Если предположить, что обнаруженное смещение центров внутренних депрессий явилось следствием косо падающего тела, образовавшего бассейн ЮПЭ, то не исключено, что указанное направление можно интерпретировать как след траектории движения упавшего небесного тела непосредственно перед контактом с лунной поверхностью. Следовательно,

обнаруженное отличие от центрально-круговой симметрии в расположении внутренних колец бассейна, может указывать на то, что движение гипотетического ударника внутри Солнечной системы происходило по траектории (или орбите), почти нормально ориентированной к плоскости эклиптики.

Ближайшим по времени и хорошо изученным подобным примером может служить появление в Солнечной системе гигантской кометы Хейла-Боппа (1997). На схеме, построенной в свое время по наблюдениям за перемещением объекта внутри Солнечной системы, можно проследить траекторию движения этой кометы.

Из известных нам к настоящему времени крупных объектов Солнечной системы такими орбитами обладают долгопериодические кометы из облака Оорта или объекты из пояса Койпера.

Итак, с большой долей вероятности можно утверждать, что гипотетический ударник, образовавший при падении лунный бассейн ЮПЭ, двигался

по расположению системы колец в модели структуры ЮПЭ, можно оценить угол падения тела по отношению к лунной поверхности. Геометрия относительных сдвигов центров колец показывает, что ударник непосредственно перед контактом с лунной поверхностью падал под углом около $25-30^\circ$. Результаты расчетов по алгоритму Дж. Меллоша и др. согласуются с такой оценкой. В этом случае можно достоверно предположить, что ударник не смог проникнуть глубоко через кору и достичь горизонтов верхней мантии Луны.

Подтверждение изложенной гипотезы можно найти также в новейших результатах, полученных китайской АМС «Чанъэ-4», доставившей на обратную сторону Луны луноход «Юйту-2» (ЗиВ, 2019, № 3). На снимках показано место работы этого космического комплекса, состоявшего из стационарной посадочной платформы и лунохода. К настоящему времени космический комплекс действует на лунной поверхности более 38 лунных суток, что составляет более трех лет по земному счету времени. Луноход «Юйту-2» за это время прошел более 1000 м по лунной поверхности и сделал более 1000 снимков окружающего ландшафта⁷.

Отличительной чертой изображений лунной поверхности, полученных луноходом в процессе его передвижения, является обилие крупных камней, окружающих наблюдаемые кратеры.

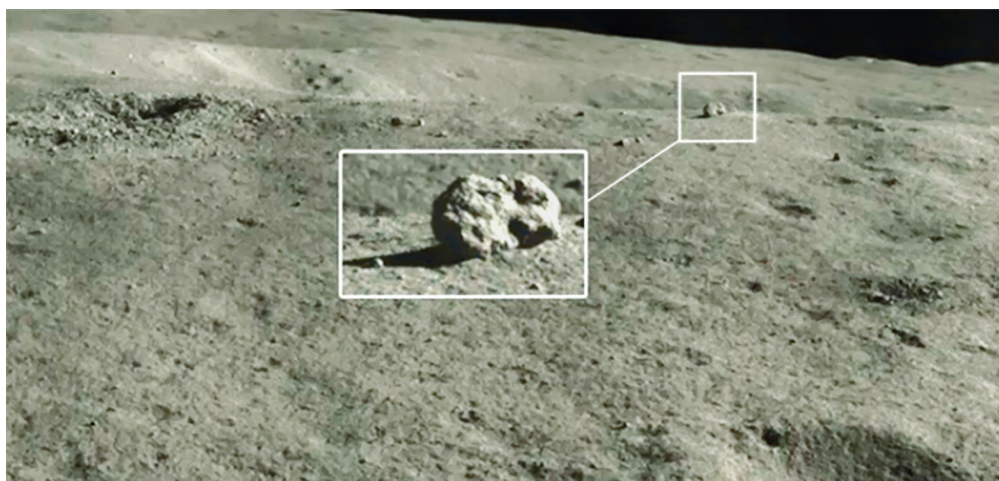


Фотомонтаж лунных изображений, показывающих место посадки китайской АМС «Чанъэ-4» внутри кратера Фон Карман. Источник: NASA

Как следует из схемы расположения колец ЮПЭ, построенной в ГАИШ МГУ, район посадки КА «Чанъэ-4» и работы лунохода «Юйту-2» располагается между кольцами 2 и 3 многокольцевой структуры, относительно недалеко от предполагаемой точки падения ударника, предположительно, образовавшего бассейн. Однако результаты уже исследованных фрагментов лунной породы в кратере Фон Карман, свидетельствуют о том, что среди них нет представителей глубинных пород, которые указывали бы на значительное проникновение ударника в лунную кору или верхнюю мантию.

Луноход «Юйту-2» с помощью установленного на его борту георадара выявил, что на многие сотни метров вглубь кратер Фон Карман, который генетически связан с бассейном ЮПЭ, выложен обломочными породами, по всем признакам перенесенными с других участков лунной поверхности. Наиболее вероятными в данном случае называются соседние ударные кратеры Лейбниц и Финсен.

⁷ China's lunar rover travels over 1,000 meters on far side of moon. Source: Xinhua. 2022-01-08, 00:28:16.



Снимок лунного кратера, окруженного выбросами крупных камней, полученный луноходом «Юйту-2» на 36-й лунный день работы аппарата внутри кратера Фон Карман. Источник: фото CNSA/CLEP

Таким образом, обобщение различных характеристик строения данной структуры позволяет сделать вывод, что уникальные особенности природы бассейна ЮПЭ действительно обусловлены падением тела кометного типа, как об этом было сказано выше.

ЭПОХА ГИГАНТСКИХ КОМЕТ?

Бассейн «Южный полюс – Эйткен», несомненно, относится к наиболее древним образованиям на лунной поверхности. Вместе с тем было выявлено определенное число мегакольцевых структур, сходных по морфологии и, вероятно, по времени образования относящихся к той же эпохе лунной истории, длившейся первые 500 млн лет формирования поверхности земного спутника.

С использованием симулятора ударных процессов на Луне, разработанного Дж. Меллошем и др., было проведено поисковое моделирование. При рассмотрении различных образований было установлено, что ударные структуры с отношением глубина – диаметр

в пределах 0.003–0.005 образуются при падении на Луну ударников ледяного состава при модельной плотности вещества, равной 1.0 г/см^3 , и скорости соударения около 60 км/с. В упомянутой выше монографии Дж. Бирна (2016) можно найти многочисленные примеры подобных структур.

Наиболее крупным из древнейших структур этого типа является мегабассейн «Море Москвы – Менделеев». Согласно модельным расчетам, отношение глубина – диаметр структуры мегабассейна «Море Москвы – Менделеев» составляет всего лишь 0.0024–0.0028. Морфологические исследования, проведенные Дж. Бирном, привели его к заключению, что поверхность данного образования перекрыта многочисленными следами выбросов из бассейна ЮПЭ, что очевидно указывает на более древнее время возникновения упомянутого мегабассейна.

Таким образом, опираясь на модельные расчеты величины «глубина – диаметр» для каждой мегакольцевой структуры, с учетом данных, собранных в монографии Дж. Бирна, можно предположить, что основными ударниками,

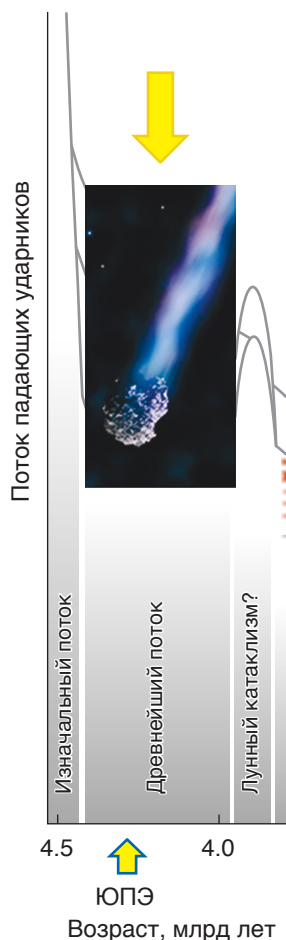


Мегабассейн «Море Москвы (1) – Менделеев (2)», диаметр гребня внешнего кольца структуры составляет 1574 км. Источник: Byrne C.J. *The Moon's Largest Craters and Basins. Images and Topographic Maps from LRO, GRAIL, and Kaguya*. London: Springer, 2016. 246 p.

падения которых сформировали мегаструктуры в первые 500 млн лет лунной истории, были кометы с гигантскими размерами ядер.

Таким образом, суммируя приведенные выше аргументы, можно в созданную интернациональной группой исследователей под руководством Кэтрин Х. Джой из Манчестерского университета селенохронологическую шкалу внести уточнения. С большой долей вероятности в первые 500 млн лет лунной истории основные формы рельефа на поверхности земного спутника были сформированы падением гигантских комет, пришедших из далеких окраин Солнечной системы.

Изложенная гипотеза описывает реконструкцию вероятных событий, происходивших в Солнечной системе, на основании ударных структур, сохранившихся на лунной поверхности. Но следует напомнить, что в последние годы мы стали свидетелями появления в окосолнечном пространстве таких объектов, как предположитель-

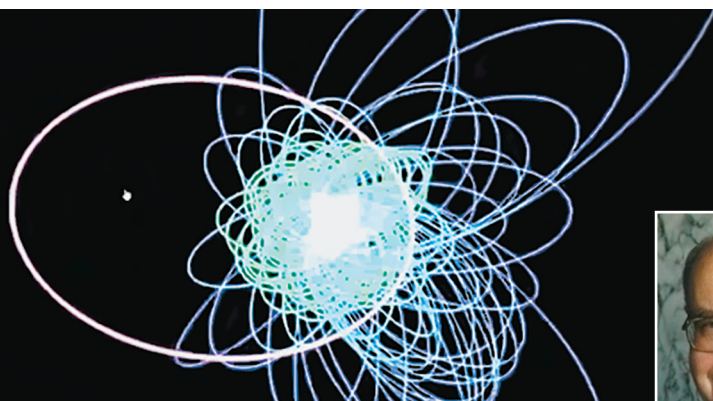


Реконструкция фрагмента селенохронологической шкалы лунной истории на период от 4.5 до 4.0 млрд лет до настоящего времени, сделанная автором в соответствии с предлагаемой новой гипотезой характеристики первых 500 млн лет существования Луны

но межзвездный астероид Оумуамуа (2017 г.; ЗиВ, 2018, № 2, с. 65–66) или первая межзвездная комета с гелиоцентрическим эксцентриситетом орбиты $\epsilon > 3$ – комета Борисова (2018–2019 гг.; ЗиВ, 2019, № 6).

Не исключено, что при дальнейших исследованиях на лунной поверхности могут обнаружиться следы падения и таких экзотических небесных объектов.

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ДЕВЯТАЯ ПЛАНЕТА?



ЭЙСМОНТ Натан Андреевич,

кандидат технических наук

Институт космических исследований РАН

DOI: 10.7868/S0044394822020025

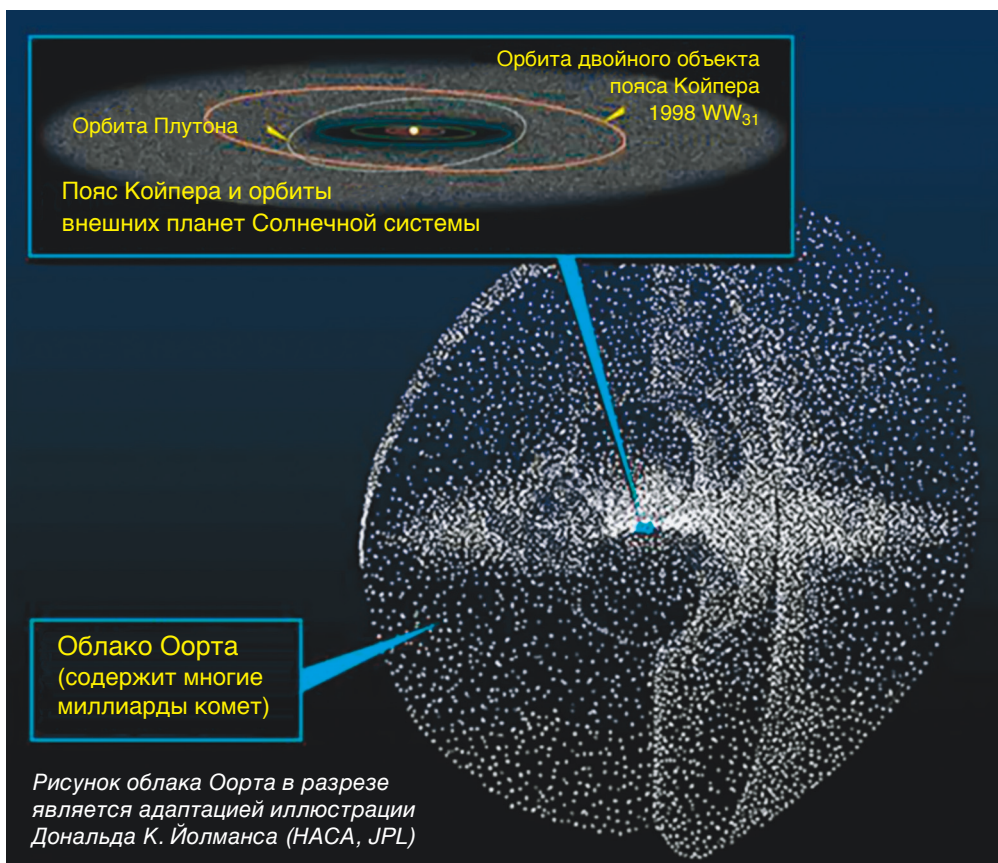
Первая планета вне Солнечной системы была открыта в 1995 г. астрономами Мишелем Майором и Дидье Кело. Эта экзопланета принадлежала звезде 51 Пегаса, и за ее открытие в 2019 г. ученые получили Нобелевскую премию по физике. К настоящему времени открыто более 4800 экзопланет. Однако не менее впечатляющими оказались недавние исследования новых объектов на гораздо более скромных расстояниях, всего лишь за пределами орбиты Нептуна. Речь пойдет не об уже состоявшемся открытии, а об обещанном. Планетологи Джеймс Браун и Константин Батыгин, опираясь на анализ траекторий транснептуновых объектов, пришли к заключению о существовании довольно крупного небесного тела с массой около пяти масс Земли. Это небесное тело – гипотетическая Девятая планета, претендующая на место некогда именуемого так Плутона.

ОТКРЫТИЕ ТРАНСНЕПТУНОВЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ПРИЧИНА ЛИШЕНИЯ ПЛУТОНА СТАТУСА ПЛАНЕТЫ

Согласно принятой в настоящее время классификации, восьмой и последней открытой в Солнечной системе планетой является Нептун. Он был обнаружен в 1846 г. Иоганном Галле и Генрихом Луи д'Арре на основе теоретических расчетов с учетом возмущений орбиты Урана, проведенных Урбеном

Лeverье и Джоном Адамсом. Практическое применение в астрономии законов Ньютона позволило совершить открытие, сделанное сначала «на кончике пера».

Далее потребовалось 84 года, чтобы в 1930 г. двадцатичетырехлетним Клайдом Томбо в обсерватории Лоуэлла был открыт Плутон. Поиски Плутона все это время продолжались, как попытки обнаружить предполагаемую Планету X («икс»). Наиболее активным участником этой деятельности был Персиваль Лоуэлл, в честь которого получила свое имя и поныне существующая обсерва-



Пояс Койпера и облако Оорта. Источник: habr.com/ru/post/381551/

тория. Первоначально размер Плутона был сильно преувеличен: считалось, что он близок к земному. Однако позже диаметр Плутона был установлен и составил 2374 км, что оказалось меньше даже диаметра Луны (3476 км). Масса Плутона в 6 раз меньше лунной.

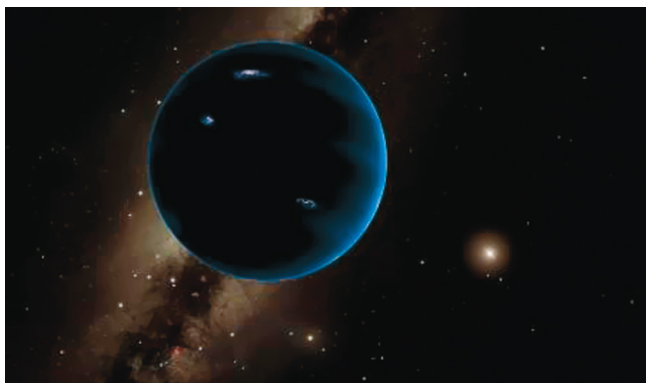
Революция в планетологии приходится на начало нового тысячелетия, когда начиная с 2003 г. стали совершаться открытия совершенно новых объектов Солнечной системы. В настоящее время эти объекты включены в категорию транснептуновых.

Размеры некоторых из них, как оказалось, сравнимы с размерами Плутона, а орбиты – сильно вытянутые эллипсы. Таким образом, принятое

в 2006 г. решение Международного Астрономического Союза (МАС) об исключении Плутона из категории планет Солнечной системы можно считать достаточно обоснованным.

КАКИЕ БЫВАЮТ ТРАНСНЕПТУНОВЫЕ ОБЪЕКТЫ?

Транснептуновые объекты располагаются в нескольких характерных областях. Во-первых, это ближайшая к Солнцу область за Нептуном, которая носит название пояс Койпера. Во-вторых, это рассеянный диск, за которым располагается третья область – облако Оорта.



Девятая планета глазами художника. Источник: yagazeta.com/nauka-i-tehnika/devyataya-planeta-snova-budorazhit/

Это сферическая область, которая, как предполагается, является той частью Солнечной системы, которая осталась после ее образования из исходных материалов – планетозималей. В настоящее время облако Оорта – это источник долгопериодических комет, приходящих во внутренние области Солнечной системы. До последнего времени были серьезные сомнения в существовании облака Оорта как такового, впрочем, как и пояса Койпера. Упомянутые выше обнаруженные объекты относятся к поясу Койпера и рассеянному диску.

Сейчас насчитывается более 3500 транснептуновых объектов. Самый крупный из них – это карликовая планета Эрида, по размерам близкая к Плутону, но с гораздо более удаленным афелием. Так, расстояние от Солнца до самой дальней точки орбиты Эриды составляет 97.8 астрономических единиц (а.е.), а для Плутона – 49.31 а.е.

Большую, если не сказать решающую, роль в открытии транснептуновых объектов сыграли Майк Браун и Чедвик Трухильо. Их открытия заметным образом повлияли на решение МАС об исключении Плутона из списка планет. Значительную роль в последующей интерпретации и анализе движения транснептуновых объектов сыграл

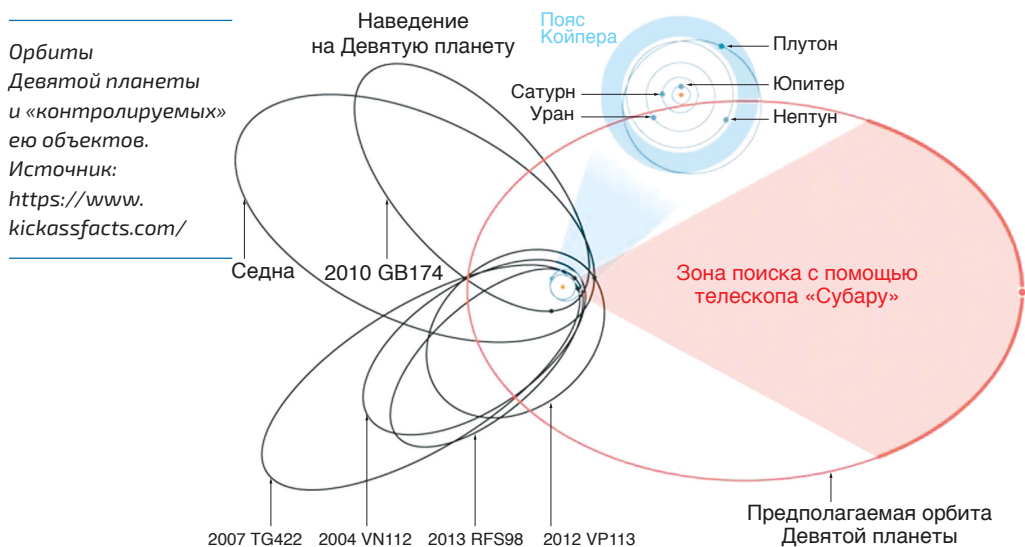
их молодой коллега Константин Батыгин (бывший наш соотечественник). Исследования взаимной конфигурации орбит (некоторой части их множества) показали наличие устойчивой структуры орбит относительно некоторого направления.

В качестве наиболее вероятного объяснения этой структуры было предложено гравитационное воздействие некоторого неизвестного небесного тела, названного Девятой планетой.

По первоначальным оценкам ее масса составляет около десяти земных. Предположительно, Девятая планета расположена довольно далеко от орбиты Нептуна. Публикация с объяснениями этой идеи была представлена в начале 2016 г., что было встречено как сенсация не только в мире науки, но и в средствах массовой информации, то есть среди людей, далеких от планетологии и космических исследований.

Орбита Девятой планеты представляется наиболее удаленной, хотя рекордсменом является все же другой объект: 2005 VX3. Это небольшой астероид, транснептуновый объект с самыми большими полуосью и расстоянием до Солнца в афелии среди всех тел Солнечной системы. Объект 2005 VX3 был открыт относительно недавно, в ноябре 2005 г. Здесь следует отметить, что практически все транснептуновые объекты были обнаружены в последние 25 лет, а подавляющее их часть – в последние 15 лет.

Размер полуоси орбиты астероида 2005 VX3 поражает воображение: он равен 1600 а.е., в афелии астероид удаляется от Солнца на 3197 а.е., в перигелии приближается на расстояние 4.133 а.е., ближе, чем Юпитер. Его орбитальный период равен 60.6 тыс. лет, наклоне-



ние (угол между плоскостью орбиты и эклипстикой) 112.42 градуса, то есть его движение является ретроградным (по часовой стрелке). Диаметр объекта 2005 VX3 оценивается в 7 км, его абсолютная звездная величина равна 14.1.

Вернемся к Девятой планете, параметры которой известны гораздо хуже. Ее диаметр, предположительно, составляет 2–4 диаметра Земли, а масса – 6 масс Земли. По этим двум параметрам Девятая планета разительно отличается от всех до сих пор открытых за последнее время объектов Солнечной системы, и не только транснептуновых. Тем не менее решающим этапом в подготовке открытия Девятой планеты стали последние успехи в изучении именно транснептуновых небесных тел.

КАК ДОКАЗАТЬ СУЩЕСТВОВАНИЕ ДЕВЯТОЙ ПЛАНЕТЫ?

Предпосылкой перечисленных достижений стало существенное улучшение характеристик телескопов в сочетании с прогрессом компьютерных технологий. Не случайно благодаря именно

этому прогрессу автор открытия планеты Майкл Браун одновременно является соавтором большей части работ, результатом которых стало обнаружение наиболее крупных и интересных транснептуновых объектов, таких как Эрида, Седна, Квавар (Quaoar), Орк.

Одним из последствий деятельности планетологов, в том числе Майка Брауна, стала утрата Плутоном статуса планеты, которых осталось восемь. И ученый в шутку предложил взамен вышедшей из списка новую девятую планету из класса транснептуновых, но пока еще виртуальную, в надежде, что однажды она станет реальной.

Однако необходимо было получить доказательства ее существования. В качестве таковых были предложены результаты численного моделирования динамики Солнечной системы для множества ее начальных состояний в предположении, что Девятая планета приносит свой вклад в общее движение, скажем, в течение двух и более миллиардов лет.

Очевидно, что самым убедительным доказательством было бы реальное открытие этой планеты, то есть тела, которое можно увидеть в одном



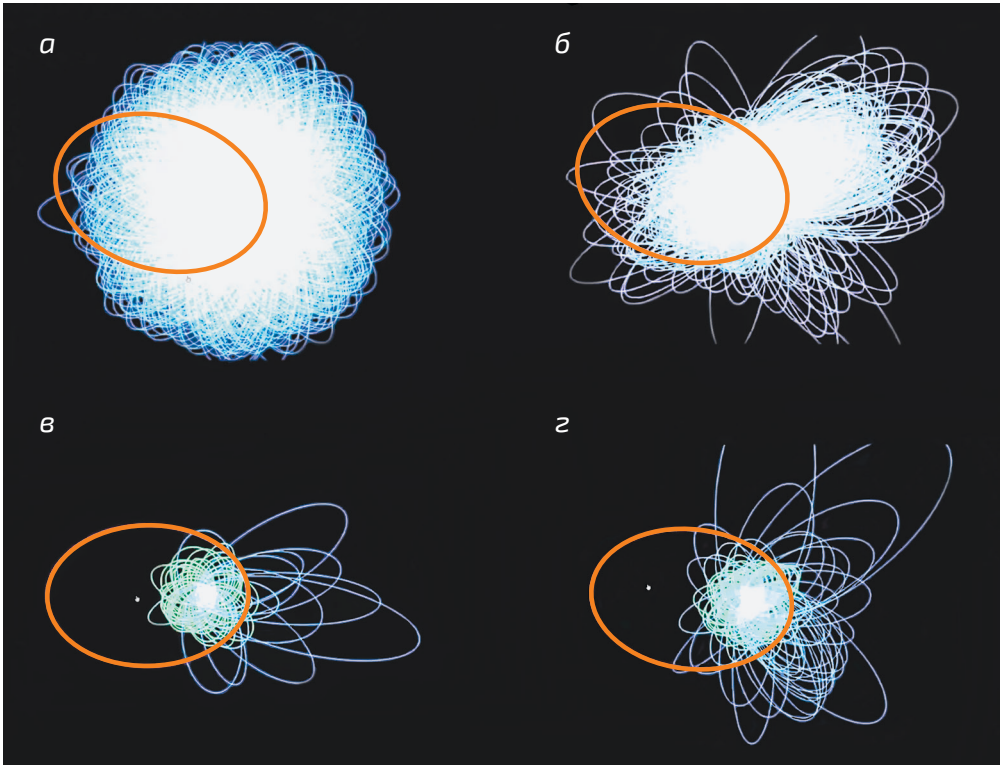
Наиболее крупные из открытых транснептуновых объектов и их спутников.
Источник: Википедия, Lexicon

из доступных для наблюдений диапазонов излучения. Просто обнаружение гравитационного воздействия из предполагаемой области пространства, в которой может находиться сгусток ничего не излучающей темной материи – это всего лишь косвенное подтверждение.

Ясно, что можно построить различные вероятностные версии эволюции Солнечной системы, в состав которых входит моделирование развития событий со временем.

Константин Батыгин такие модели испытал и предложил результаты с соответствующими непротиворечивыми объяснениями. Он оценил вероятность того, что не существует массивного тела, которое «пасет» транснептуновые планеты (то есть сохраняет сложившуюся конфигурацию), как величину, равную 0.2%.

Представленные рисунки являются кадрами анимации эволюции орбит Солнечной системы от фазы, близкой к ее зарождению, до нашего времени. Эта анимация является частью лекции Майкла Брауна, посвященной проблеме Девятой планеты. Помимо тысяч витков небесных тел, в кадрах отображена (оранжевым цветом) Девятая планета. Как видно из этих кадров, поначалу мы наблюдаем совершенно хаотическое движение, но далее оно становится все более упорядоченным. Причина заключается во влиянии планет-гигантов, в первую очередь Юпитера. Более мелкие тела, пролетая в окрестности гиганта, совершают так называемые гравитационные маневры. Это означает, что под действием гравитации большой планеты мелкие тела получают импульс скорости, который либо выбрасывает их из Солнечной системы,

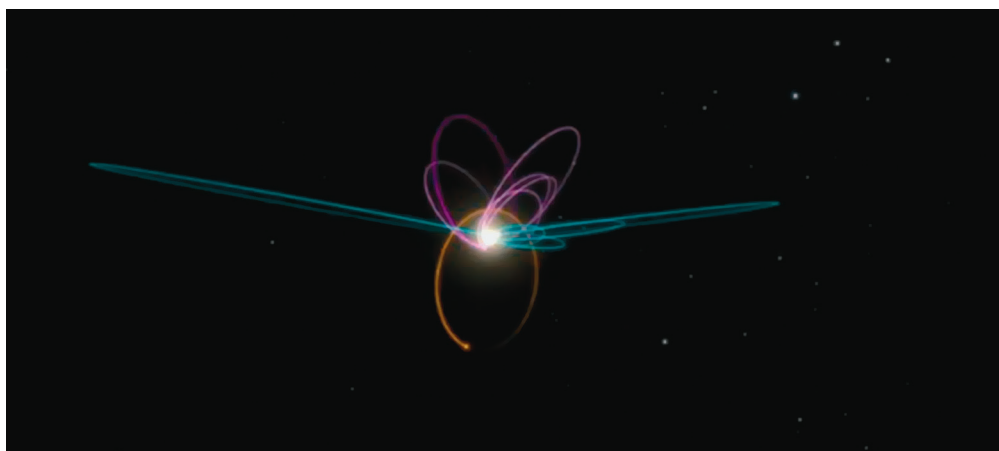


а – орбиты множества орбит небесных тел вскоре после зарождения Солнечной системы. Орбита Девятой планеты выделена жирной оранжевой линией; б – одна из ранних фаз эволюции орбит Солнечной системы; в – промежуточная фаза эволюции орбит Солнечной системы. Наблюдаются признаки структуризации; г – завершающая фаза эволюции орбит моделируемой Солнечной системы. Источник: Лекция "Planet 9 from Outer Space: Searching for a Distant Planet in our Solar System" <https://www.youtube.com/watch?v=I-Yru-Kndls>

либо приводит к падению на Солнце. В используемую модель включена также (наряду с гигантами) Девятая планета.

В результате описанного процесса происходит сокращение числа тел Солнечной системы, при этом формируются некоторые отдельные группы, поскольку, если тело не было выброшено из пространства Солнца (на анимации можно наблюдать, как тела выбрасываются из системы), то оно возвращается в точку, где произошел гравитационный маневр. Это означает, что если такой маневр был у Юпитера, то вряд ли тело, выполнившее этот маневр, получит орбиту, которая полностью находится за

пределами орбиты Юпитера. Поскольку последней планетой-гигантом Солнечной системы является Нептун, то, в силу упомянутой причины, орбиты удаленных тел Солнечной системы должны сближаться с Нептуном, а их перигелий, соответственно, не ожидается дальше от Солнца, чем орбита Нептуна. Однако недавние открытия новых транснептуновых тел показали, что это не так. Объяснить этот факт может введение неизвестной планеты достаточно большой массы за пределами орбиты Нептуна. Как кандидат на эту роль и была предложена Девятая планета, которая позволяет получить современ-



Орбиты транснептуновых планет на текущий момент и виртуальной Девятой планеты.
Источник: pl.3dexport.com

ное состояние наблюдаемых транснептуновых орбит (при визуализации несколько прореженное для упрощения восприятия ключевых параметров).

Однако есть и другие специалисты в области планетологии с отличным от описанного видением развития событий. Их оценки не выглядят столь оптимистично. Скорее, наоборот.

ГДЕ ИСКАТЬ ДЕВЯТУЮ ПЛАНЕТУ?

Возникает естественный вопрос к авторам идеи: где искать Девятую планету? Проведенные исследования говорят о том, как выглядит ее орбита (точнее, множество возможных орбит), но, к сожалению, где именно на этой орбите находится планета, определить трудно. Напрашивается достаточно очевидный подход в проведении необходимых поисков Девятой планеты, а именно: изучить старые снимки, те области, где, возможно, прячется планета. Такие поиски были проведены, и было обнаружено семь подозрительных объектов. Но все они после тщательного анализа оказались ложны-

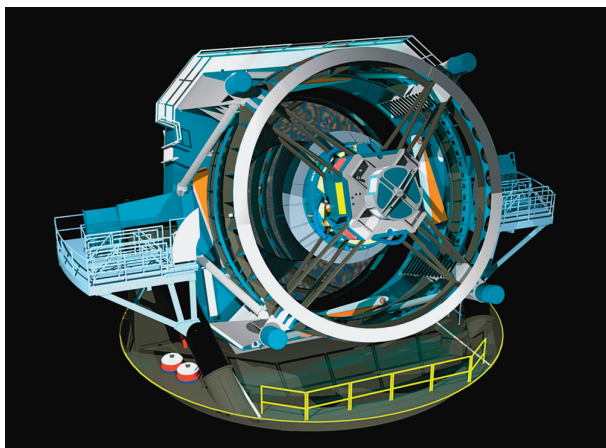
ми. Тем не менее поиски с применением указанного подхода продолжаются, в том числе на самых современных телескопах, наиболее эффективных для решения задачи обнаружения планеты. Как пример, можно назвать японский телескоп «Субару» на Гавайских островах. Надежду вселяет ожидаемый в ближайшее время ввод в эксплуатацию новых инструментов. Среди них можно упомянуть *Большой Обзорный Телескоп (Large Synoptic Survey Telescope, LSST)*, устанавливаемый на обсерватории Веры Рубин, с фантастическими возможностями обзора всего неба. Этот телескоп с диаметром главного зеркала 8.4 м имеет характеристики, позволяющие провести наблюдения 37 млрд звезд и галактик, с объемом регистрируемых данных в 15 терабайт за ночь наблюдений. В 2023 г. планируется его полноразмерный ввод в эксплуатацию.

Этот строящийся широкоугольный обзорный телескоп-рефлектор, предназначенный для съемки доступной области неба каждые три ночи, будет расположен на пике Эль-Пеньон (El Peñón) горы Серро-Пачон (Cerro Pachón; 2682 м) в области Кокимбо в северной части Чили.

С точки зрения Брауна, очень эффективным средством поиска Девятой планеты является *Pan-STARRS* (*Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System* – система телескопов панорамного обзора и быстрого реагирования) – частично реализованная автоматическая система из нескольких телескопов, которая предназначена для обнаружения объектов до 24-й звездной величины. Этого должно быть достаточно, чтобы обнаружить 99% пересекающих земную орбиту астероидов, обладающих поперечником свыше 300 м. К 2018 г. система включает 2 телескопа.

Система телескопов *Pan-STARRS* расположена на вершине вулкана Мауна-Кеа на Гавайских островах. Ей доступно 3/4 всего неба, или 30 000 квадратных градусов. Вся доступная область неба будет сканироваться три раза в месяц. Одиночный кадр будет иметь выдержку 30 секунд. Одна и та же область неба может повторно сниматься с интервалом в несколько десятков минут. После каждого сканирования будет получено несколько терабайт данных для анализа: из многообразия астрономических объектов будут выбраны те, которые движутся или меняют свой блеск.

В связи с обнаружением огромного количества планет в других звездных системах, история с найденной Девятой планетой в нашей собственной системе смотрится парадоксально. Действительно, в последние тридцать лет открыто около четырех тысяч (первые были открыты в 1991 г.) объектов планетных систем других звезд, расположенных на расстояниях световых лет от Солнца, что несоизмеримо



Обсерватория Веры Рубин. Источник: Википедия, LSST Project Office

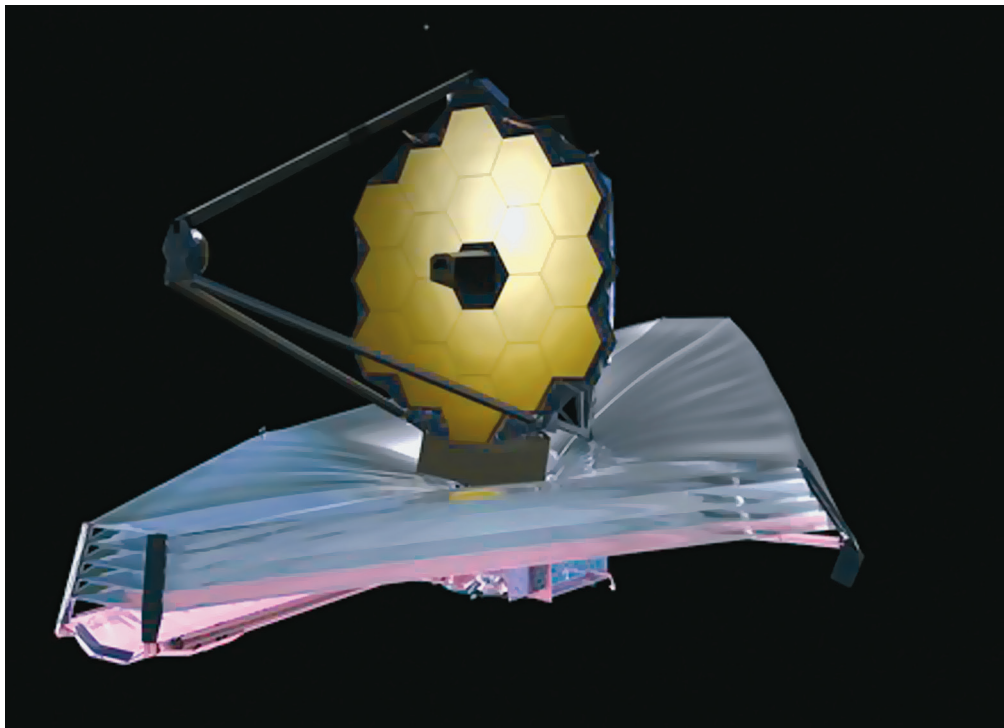
превышает расстояние, предсказываемое для Девятой планеты.

Однако объяснение этому довольно простое: на самом деле экзопланет тоже никто не видел в прямом смысле слова. Присутствие этих планет было замечено по проявлению их влияния на родительские звезды, а именно: светимость звезд менялась, когда планета проходила через диск звезды. Кроме того, при вращении планеты около звезды, последняя смещается под воздействием притяжения планеты, что порождает доплеровский эффект, который может быть измерен спектроскопическими методами.

Впрочем, и в случае Девятой планеты мы пытаемся ее обнаружить, фиксируя вызываемое ею гравитационное возмущение движения других объектов Солнечной системы. Оказалось, что сделать это труднее, чем в случае экзопланет.

ПРОГНОЗЫ ПОИСКОВ

Вполне ожидаемыми являются предложения использовать космические телескопы для поиска Девятой планеты.



Общий вид обсерватории JWST (*James Webb Space Telescope*). Источник: Википедия, NASA

Батыгин, соглашаясь с большими возможностями этих инструментов, напоминает о трудностях их применения именно для обнаружения неизвестного небесного тела. Эти трудности связаны с довольно узкими полями зрения таких телескопов. Однако к настоящему времени появились новые космические аппараты, например, американский аппарат *TESS* (*Transiting Exoplanet Survey Satellite*), для открытия экзопланет транзитным методом за счет быстрых обзоров неба, правда, не для поиска Девятой планеты, а для обнаружения астероидов и экзопланет, но он хорошо подходит и для рассматриваемой задачи.

Кстати говоря, открытия экзопланет помогли ожиданиям открытия Девятой планеты: по статистике, наиболее распространенными являются планеты с массой примерно в 5–6 земных.

Бывший директор департамента планетных исследований NASA Джим Грин, который является решительным сторонником гипотезы существования Девятой планеты, большие надежды в этой связи возлагает на космический телескоп *JWST* (*James Webb Space Telescope*), который будет работать в инфракрасном диапазоне. Старт ракеты-носителя «Ариан-5» состоялся 25 декабря 2021 г., и к настоящему времени *JWST* выведен на орбиту в окрестности солнечно-земной точки либрации L2.

Сложности наблюдений усугубляются еще и тем, что район афелия орбиты, где может находиться планета, совпадает с очень «густо заселенной» частью Млечного Пути, что затрудняет обнаружение довольно слабого по отраженному свету объекта (видимая звездная величина более 22) среди множества

ярких звезд этого участка неба. Интересно отметить, что, по оценкам исследователей, имеются шансы обнаружения Девятой планеты и в инфракрасном диапазоне (в котором будет работать *JWST*), поскольку ее размеры позволяют полагать, что она не совсем остыла и имеет собственное излучение, соответствующее температуре 47 К. Первые попытки обнаружить планету с помощью телескопов, работающих в этом диапазоне, к сожалению, пока не привели к успеху.

Обязательный вопрос Брауну и Батыгину, задаваемый после лекций: когда же эта таинственная планета будет физически открыта? Ответ авторов такой: в течение не более чем пяти лет. Такой ответ был дан год назад. Ждать осталось недолго. И последний вопрос,

прозвучавший в их адрес несколько месяцев назад: после пяти лет наблюдений и обработки вырос ли их уровень уверенности в том, что Девятая планета будет открыта? Ответ авторов положительный.

Рекомендованная литература

1. *Batygin K., Brown M.E.* Evidence for a Distant Giant Planet in the Solar System // *The Astronomical Journal*. 2016. Vol. 151, fasc. 2. P. 22. ISSN 1538-3881. DOI: 10.3847/0004-6256/151/2/22
2. *Witze A.* Evidence grows for giant planet on fringes of Solar System. *Nature* (2016). 529, 266–267 (21 January 2016) DOI: 10.1038/529266a
3. *Linder E.F., Mordasini C.* Evolution and magnitudes of candidate planet nine // *Astronomy & Astrophysics*. DOI: 10.1051/0004-6361/201628350 <https://www.konstantinbatygin.com/planet-nine-and-the-distant-solar-system>



ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА
1727
naukapublishers.ru

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПЕРЕПЛЕТ

Рисунок на коже
Все виды тиснения
Кожаный переплет
Рельефное тиснение
Клише любой сложности
Полноцветная роспись обзоров

А также адресные папки, дипломы, футляры

Берёмся за работы любой сложности!
По всем интересующим вопросам пишите на почту kiseleva@tnauka.ru

реклама

ВТОРАЯ ВИКТОРИНА ЮНЫХ ФИЗИКОВ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК РАН

ГОЛОВАНОВА Алина Владимировна^{1, 2, 3},

МАГАРЯН Константин Арутюнович²,

НАУМОВ Андрей Витальевич^{1, 2, 3}

¹ Институт спектроскопии РАН

² Московский педагогический государственный университет

³ Троицкое обособленное подразделение ФИАН им. П.Н. Лебедева

DOI: 10.7868/S0044394822020037

С 1 по 16 мая 2021 года, повторив успех прошлого года, Отделение физических наук Российской академии наук (ОФН РАН) совместно с Московским педагогическим государственным университетом организовали Вторую Всероссийскую Викторину юных физиков ОФН РАН для учащихся 5–11 классов. В период майских праздников академики, члены-корреспонденты и профессора из отделения физических наук РАН задавали школьникам каверзные вопросы по физике и астрономии. В статье описаны результаты проведенного конкурса вместе с условиями и решениями задач, которые будут любопытны читателям журнала «Земля и Вселенная».

Викторина, как форма внеаудиторной интерактивной деятельности школьников играет важную роль в образовательном процессе. В период пандемии и дистанционного обучения зачастую учащиеся теряют мотивацию и не в состоянии обеспечить самоконтроль при решении типовых задач, предлагаемых школьной программой, а викторина, в свою очередь, предлагает свободу для самостоятельного поиска и анализа информации, дает возможность подойти к процессу творчески и найти правильное решение, опираясь на свои силы. Для того, чтобы викторина была интересна, вопросы должны не только непосредственно касаться школьных предметов, но и погружать в живые существующие проблемы, знакомить школьников с историей предмета, увлекать подробностями.

Для реализации всех этих задач в 2020 г. была организована Викторина

на юных физиков Отделения физических наук РАН¹. Конкурс с задачами от ведущих ученых, членов и профессоров Отделения физических наук РАН проводился по инициативе Президиума РАН и ОФН РАН, при участии Корпуса профессоров РАН, содействии Российского физического общества и при научно-методическом сопровождении Московского педагогического государственного университета (МПГУ), а также при поддержке издательства «Промсвещение».

В 2021 г. в период с 1 по 16 мая Викторина ОФН РАН была проведена второй раз и вновь продемонстрировала высокий потенциал. Ее вопросы связаны с жизненными ситуациями, затрагивают фундаментальные основы и принципы работы современной техники, устройство и особенности раз-

¹ О первой викторине см. ЗиВ, 2020, № 5, 6.

Вторая Всероссийская Викторина Юных Физиков Отделение Физических Наук РАН

1 – 16 мая 2021 год
<https://grad.ac.ru/edu/>

484 участника, 2265 ответов, 56 городов,
 92 школы (35 базовых школ РАН)
 8 туров, 26 вопросов, 3 уровня/возраста



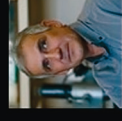
Академик РАН
 Зелёный
 Лев Матвеевич



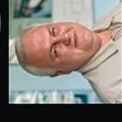
Профессор РАН
 Бясе
 Дмитрий Зигоридович



Член-корреспондент РАН,
 Колычевский
 Николай Николаевич



Академик РАН
 Брожин
 Вадим Вениаминович



Профессор РАН
 Лыбанов
 Максим Валентинович



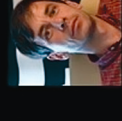
Член-корреспондент РАН,
 Профессор РАН
 Грошадский
 Сергей Владимирович



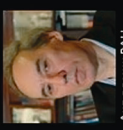
Академик РАН
 Суриц
 Роберт Артемьевич



Профессор РАН
 Побудовский
 Александр Никитич



Член-корреспондент РАН,
 Профессор РАН
 Глазов
 Михаил Михайлович



Академик РАН
 Дмитриев
 Владимир Владимирович



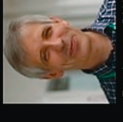
Профессор РАН
 Лутвилов
 Александр Анатольевич



Член-корреспондент РАН,
 Профессор РАН
 Сурицев
 Николай Владимирович



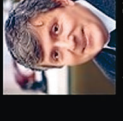
Академик РАН
 Муслимов
 Николай Ворфоломеевич



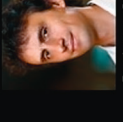
Профессор РАН
 Калачев
 Алексей Алексеевич



Член-корреспондент РАН
 Смирнов
 Александр Иванович



Академик РАН
 Руденко
 Олег Владимирович



Профессор РАН
 Руцков
 Алексей Николаевич



Член-корреспондент РАН
 Долгалева
 Валерий Тимофеевич



Академик РАН
 Салехов
 Кев Михайлович



Член-корреспондент РАН,
 Профессор РАН
 Ковалев
 Юрий Юрьевич



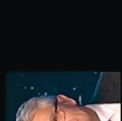
Член-корреспондент РАН
 Арсеев
 Пётр Исаидович



Академик РАН
 Щербачков
 Иван Александрович



Президент РАН, Академик РАН
 Сергеев
 Александр Михайлович



Академик РАН
 Рубаков
 Валерий Анатольевич



Профессор РАН
 Наумов
 Андрей Витальевич



Член-корреспондент РАН
 Гарнов
 Сергей Владимирович





Торжественное награждение призеров Первой Победной викторины ОФН РАН.
Фото А.В. Рузаева (МПГУ), www.single-molecule.ru

личных приборов или же, если вопросы связаны с абстрактными и нестандартными ситуациями, просто дают возможность пофантазировать. Порой они выходят за рамки школьного курса. В ряде случаев задачи требуют кропотливой работы с математическими законами и формулами для нахождения ответа, а иногда на вопрос можно дать сразу несколько ответов, каждый из которых имеет разумное «зерно».

Результаты прошлого года показали, что такой формат взаимодействия Академии наук и учащихся школ востребован: в Первой Викторине приняли участие более тысячи участников. О Первой Победной викторине отделения физических наук РАН, проходившей в период самоизоляции с 4 по 24 мая 2020 года в дистанционном формате, можно прочитать в статьях журнала «Земля и Вселенная».

Из-за ограничений, связанных с эпидемиологической ситуацией, торжественное награждение призеров удалось

провести только через год после проведения викторины, 9 апреля 2021 г., в преддверие Второй Викторины. В церемонии награждения приняли участие руководители РАН, представили российских научно-исследовательских институтов, преподаватели МПГУ. Студенты Института физики, технологии и информационных систем МПГУ оказали значительную помощь при организации мероприятия.

На церемонии награждения перед школьниками и их родителями со словами поздравления и напутствиями выступили известные российские ученые: президент РАН Александр Михайлович Сергеев, заместитель академика-секретаря Отделения физических наук РАН, научный руководитель Института физики твердого тела РАН, академик РАН Виталий Владимирович Кведер, директор ФИАН им. П.Н. Лебедева, член-корреспондент РАН Николай Николаевич Колачевский, заместитель директора Института космических исследований



Призеры Первой Победной викторины ОФН РАН.
Фото А.В. Рузаева (МПГУ), www.single-molecule.ru

РАН, председатель координационного совета профессоров РАН, профессор РАН Александр Анатольевич Лутовинов, руководитель ТОП ФИАН, заведующий кафедрой теоретической физики им. Э.В. Шпольского МПГУ, руководитель отдела спектроскопии конденсированных сред Института спектроскопии РАН, профессор РАН Андрей Витальевич Наумов, главный редактор издательства «Просвещение» Надежда Борисовна Колесникова. В церемонии награждения также приняли участие начальник управления научно-информационной деятельности РАН и взаимодействия с научно-образовательным сообществом Станислав Станиславович Давыденко и заместитель академика-секретаря ОФН РАН по научно-организационной работе Наталья Леонидовна Истомина.

После церемонии награждения состоялась экскурсия в Институт космических исследований РАН. Ученый секретарь ИКИ РАН Садовский Андрей Михайлович поделился знаниями обо всех

макетах спутников, представленных в институте, и рассказал об актуальных исследованиях в области астрофизики.

Вторая Всероссийская Викторина юных физиков Отделения физических наук РАН состоялась с 1 по 16 мая 2021 г. Она включала в себя 8 туров, каждый из которых содержал вопросы ведущих ученых России для трех возрастных групп: 5–7 классы, 8–9 классы, 10–11 классы.

Участникам требовалось решить задачу или дать развернутый ответ на вопрос и прислать свои ответы через интерактивную форму на сайте викторины grad.ac.ru/edu/. За каждое решенное задание можно было получить до 3 баллов. В зачет шли логичность рассуждений, грамотное оперирование физическими и математическими законами, приведение верных примеров. Кроме того, участники имели возможность получить дополнительный балл от экспертов за проведенные эксперименты, неординарные решения и более углубленное рассмотрение предложенной проблемы.

Первый тур викторины, стартовавший 1 мая 2021, был посвящен 60-летнему юбилею первого полета человека в космос. Вопросы к нему задавали представители ведущих институтов из области астрокосмических исследований: академик РАН Л.М. Зелёный (Институт космических исследований РАН), член-корреспондент РАН Н.Н. Колачевский (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН) и профессор РАН Д.З. Вибе (Институт астрономии РАН).

Второй тур викторины, начавшийся 3 мая 2021 г., был посвящен Троицку как наукограду. Вопросы к нему задавали ведущие ученые города Троицка – важнейшего научного центра Российской Федерации, расположенного в Новой Москве: академик РАН В.В. Бражкин (Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН), член-корреспондент РАН С.В. Троицкий и профессор РАН М.В. Либанов (Институт ядерных исследований РАН).

Третий тур викторины стартовал 5 мая 2021 г. Вопросы задавали ученые из Санкт-Петербурга – колыбели Российской академии наук: академик РАН Р.А. Сурис, член-корреспондент РАН М.М. Глазов и профессор РАН А.Н. Поддубный (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН).

Четвертый тур викторины 7 мая 2021 г. был приурочен ко Дню радио. Вопросы задавали научный руководитель Казанского научного центра РАН и представители Физического института им. П.Н. Лебедева РАН: академик РАН К.М. Салихов (Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского), член-корреспондент РАН Ю.Ю. Ковалёв (Астрокосмический центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН) и член-корреспондент РАН П.И. Арсеев (Физи-

ческий институт им. П.Н. Лебедева РАН).

Пятый тур был посвящен Дню Победы и начался 9 мая 2021 года. Вопросы задавали представители Сибирского отделения РАН и столичных научных институтов: академик РАН В.В. Дмитриев (Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН), член-корреспондент РАН Н.В. Суворцев (Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения РАН) и профессор РАН А.А. Лутовинов (Институт космических исследований РАН).

Шестой тур викторины стартовал 11 мая 2021. Задавать вопросы продолжили ученые из Казани и Москвы, а также из Уральского отделения РАН: академик РАН Н.В. Мушников (Институт физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения РАН), член-корреспондент РАН А.И. Смирнов (Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН) и профессор РАН А.А. Калачев (Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра РАН).

Седьмой тур викторины прошел 13 мая 2021 г. В ходе этого тура вопросы задавали представители Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, наукограда Черноголовки и Российского квантового центра: академик РАН О.В. Руденко, член-корреспондент РАН В.Т. Долгополов (Институт физики твердого тела РАН) и профессор РАН А.Н. Рубцов (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова).

Наконец, восьмой тур проходил 15 и 16 мая 2021 и посвящался Международному дню света и световых технологий. Вопросы задавали представители Москвы и Троицка: академик РАН В.А. Рубаков (Институт ядерных исследований РАН), член-корреспондент

РАН С.В. Гарнов (Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН) и профессор РАН А.В. Наумов (Троицкое обособленное подразделение ФИАН, Институт спектроскопии РАН, Московский педагогический государственный университет).

В ходе восьмого тура впервые были заданы два специальных вопроса для участников всех возрастов: от президента РАН, академика А.М. Сергеева и академика-секретаря ОФН РАН И.А. Щербакова (Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН).

Участниками второй викторины стали 484 человека из 92 школ, расположенных в 56 городах Российской Федерации, а также из Австралии и Донецка. Всего от участников было получено 2265 ответов. Особую активность показали базовые школы РАН (35 школ).

В старшем звене (10–11 класс), набрав 17 баллов, победителем стала Ксения Андреевна Решетникова (10 класс ГБОУ МО СП ФМЛ города Сергиева Посада). В среднем звене (8–9 класс), набрав 27 баллов, победителями стали Виктор Владимирович Садовский (9 класс Гимназии № 13 «Академ» города Красноярск) и Алексей Андреевич Ингеройнен (9 класс Лицея № 17 города Костромы). В младшем звене (5–7 классы), набрав 26 баллов, победителем стал Михаил Антонович Птицын (5 класс Физико-технического лицея № 1 города Саратова). В смешанном звене (5–11 классы), набрав 45 баллов, победителем стал Илья Алексеевич Кислицын (6 класс Лицея № 17 города Северодвинска). Абсолютным победителем Второй Всероссийской Викторины юных физиков стал девятиклассник Экономико-математического лицея № 29 из горо-

да Ижевска Егор Артемович Старыгин с результатом в 33 балла.

Успех второй Викторины говорит о ее востребованности. Данную викторину планируется включить в перечень олимпиад и иных интеллектуальных и творческих конкурсов МПГУ, используемых для получения дополнительных баллов при поступлении школьников на обучение по программам бакалавриата. Организаторы рассчитывают, что вопросы от представителей ОФН РАН с каждым годом будут привлекать новых школьников. Среди представленных на викторине задач многие связаны с астрономией и астрофизикой, а также физикой Земли. Далее приведены избранные задачи, условия и решения которых будут интересны читателям журнала «Земля и Вселенная».

Коллектив организаторов викторины благодарит Министерство просвещения РФ за поддержку в рамках темы Государственного задания Московского педагогического государственного университета (АААА-А20-120061890084-9).

Авторы входят в состав Ведущей научной школы Российской Федерации (грант Президента РФ НШ-776.2022.1.2).

Литература

1. Наумов А.В., Голованова А.В., Магарян К.А. Викторина юных физиков отделения физических наук РАН // Земля и Вселенная. 2020. № 5. С. 47–52.
2. Наумов А.В., Голованова А.В., Магарян К.А. Викторина юных физиков отделения физических наук РАН // Земля и Вселенная. 2020. № 6. С. 72–74.
3. Викторина юных физиков: [Электронный ресурс]. URL: <https://gpad.ac.ru/edu/> (Дата обращения: 26.01.2022).

Вопрос 1 (5–7 классы)

ВИБЕ Дмитрий Зигфридович,
доктор физико-математических наук, профессор РАН
Институт астрономии РАН

В Университете Южной Африки в Претории есть небольшая обсерватория для проведения открытых наблюдений. На телескопе этой обсерватории закреплена пластиковая бутылка с небольшим количеством воды. Как вы думаете, какую роль она играет?



Вопрос 2 (8–9 классы)

ЗЕЛЁНЫЙ Лев Матвеевич,
доктор физико-математических наук, академик РАН
Институт космических исследований РАН

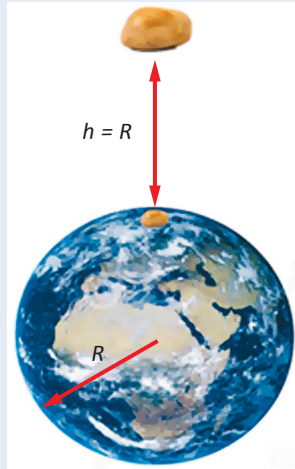
В последние годы астрофизики открыли огромное количество экзопланет (планет, похожих на Землю). Прилетев на одну из таких планет, как две капли воды похожую на Землю, космонавты с удивлением обнаружили, что тела, находящиеся на нулевой параллели, парят в невесомости. Центр управления полетами запросил информацию о продолжительности дня. Что ответили космонавты?



Вопрос 3 (10–11 классы)

КОЛАЧЕВСКИЙ Николай Николаевич,
доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

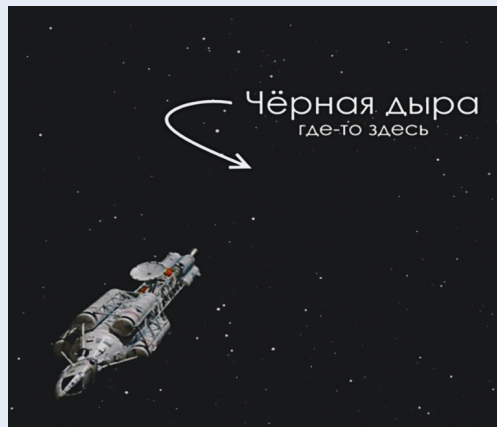
Камень подбрасывают с поверхности Земли на высоту $h = R$, где R – радиус Земли. Сколько времени в полете будет находиться камень? Сопротивлением воздуха и вращением Земли пренебречь.



Вопрос 4 (10–11 классы)

ТРОИЦКИЙ Сергей Вадимович,
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент РАН
Институт ядерных исследований РАН

В некоторых теориях предсказывается возможность образования в космосе плотных сгустков темной материи, которые иногда даже называют темными звездами. Темная материя невидима, но ее гравитационное притяжение действует на обычные видимые объекты. Предположим, что имеется достаточно большой однородный шар из темной материи, имеющий радиус R и массу M . Поскольку шар не виден, в него случайно залетает космический корабль массы m . Опишите траекторию движения этого космического корабля. Размер и масса корабля много меньше размера и массы шара.



Ответы см. на стр. 107

ПАРАД ПЛАНЕТ ЛЕОНИДА КСАНФОМАЛИТИ К 90-летию со дня рождения

КОРОСТЕЛЁВ Сергей Геннадьевич,

кандидат филологических наук,

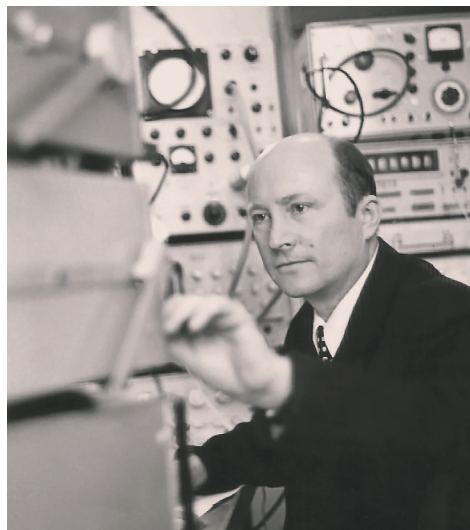
писатель

DOI: 10.7868/50044394822020049

Его бытие разделилось на две части. Конечно, жизнь на Земле. Л.В. Ксанфомалити¹ был астрономом (не космонавтом) и, исследуя далекие миры, нашу планету никогда не покидал. Но и жизнь на Венере; та другая, загадочная, не аминокислотная венерианская жизнь, о которой он так много мечтал, размышлял и которую... «создал». «Пауки», «ящерицы», «птицы», «растения», фауна и флора – вся эта живность, которой он, от щедрот своего ума, заселил поверхность, где температура достигает 470 °С, а давление – почти 100 атмосфер. Что это, как не величественный акт творения, на который способна только дерзновенная человеческая мысль?

Его многочисленные оппоненты утверждают, что он допустил чудовищную (или нелепейшую) ошибку. Но и история великих заблуждений –

¹ Леонид Васильевич Ксанфомалити (1932–2019) – ученый-астрофизик, специалист по исследованию планет Солнечной системы, доктор физико-математических наук, профессор, много лет руководил лабораторией фотометрии и ИК-радиометрии отдела физики планет ИКИ РАН, затем работал в лаборатории планетной астрономии, член Научного совета по астробиологии, член Комиссии РАН по космической топонимике, Заслуженный деятель науки РФ, популяризатор науки, автор четырех книг, многочисленных научных публикаций, в том числе в журнале «Земля и Вселенная» (ЗиВ, 2019, № 6).



Леонид Ксанфомалити. Изучая космос

чрезвычайно ценна. Если же вдруг Ксанфомалити окажется прав... без сомнения, это станет одним из самых грандиозных открытий в истории человечества.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ. РОДИТЕЛИ. ДЕТСТВО

В начале XX в. грек Николаос Ксанфомалити навсегда оставил свой родной Крит. Поиски заработка привели его в Россию – он поселился в Крыму, где стал обучать математике местных

мальчишек. В Керчи Николаос (Николай) повстречал русскую красавицу Надежду Дмитриевну – и «погиб». В браке у них родились дочь Мария и сын Василий.

В 1931 г. 25-летний Василий Ксанфомалити женился на Лидии Николаевне Михайловой. 28 января 1932 г. у них родился сын Леонид. Родителей отца мальчик не застал. Тесная связь установилась у него с родителями матери, которые, судя по всему, перебрались в Керчь из Феодосии.

Дедушка Николай Михайлов, работавший бухгалтером в керченской городской управе, был украинцем из Полтавы. Известно про него только то, что его мать, бродячая актриса, бросила его, когда он был еще младенцем. Вспоминая безвременно ушедшего деда, который не имел высшего образования, Леонид Васильевич с гордостью называл его «универсальным гением» – как героя романа Уилки Коллинза «Лунный камень». Кругозор Николая Михайлова был огромен – 80 с лишним томов энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона, прочитанные от корки до корки, пошли ему впрок. Наукой дед интересовался особенно, и, несомненно, первые представления о мире, Вселенной Ксанфомалити получил именно от него.

В отличие от отца, дедушка уделял Леониду много внимания. Вставал с ним рано утром и вел на море – учить плавать. А вечерами они вместе путешествовали по географическим картам, совершали экскурсии в историю. Зачитывавшийся Камилем Фламарионом (ЗиВ, 1967, № 2; 1992, № 1)², дедушка



Бабушка Елизавета Антоновна, мама Лидия Николаевна. Караганда, 1954 г.

рассказывал о Марсе, как и о многом другом, – о расшифровавшем Розеттский камень Шампольоне, о том, откуда берутся молнии... Леонид рос увлеченным мальчиком. По-своему пестовала его и бабушка Елизавета Антоновна, литовская полячка.

Дядя Леонида Васильевича, Николай Николаевич Михайлов, окончил киевскую консерваторию и в 1930-е гг. разъезжал по Союзу в составе «Киевской капеллы бандуристов» – этот народный ансамбль, исполнявший украинские песни, часто юмористические, был привечаем самим Сталиным. Николай Николаевич умер совсем молодым, в тридцать три года, – выпив холодного шампанского на гастролях в Ташкенте.

Как и старший брат, Лидия Николаевна (1906–1989) тоже поступила в киевскую консерваторию. Училась по классу пения и... недоучилась. Ее музыкальные способности нельзя было назвать выдающимися; кроме того,

² Французский астроном и писатель, основатель Французского астрономического общества, популяризатор науки, автор многочисленных книг по астрономии, в их числе «Множественность обитаемых миров» (1861), «Популярная астрономия» (1880), «Звездное небо и его чудеса» (1881), «Планета Марс и условия обитания на ней» (1893).

недоставало усердия – по словам Леонида Васильевича, мать очень уж торопилась выйти замуж.

Василий Ксанфомалити получил инженерное образование. В марте 1934 г. на Керченском металлургическом заводе, где он работал, случилось ЧП (застыл металл в домне), и невоздержанный на язык Василий попал под кампанию по борьбе с вредительством. За опрометчиво рассказанный анекдот «в тему» Василия арестовали; времена были еще более или менее «вегетарианскими», «гуманными», и он получил «всего» три года – «за принадлежность к антисоветской организации». В зековской робе его отправили поближе к столице нашей Родины – на строительство канала Москва – Волга (будущего канала имени Москвы).

Первая по-настоящему осознанная встреча с отцом произошла у пятилетнего Леонида осенью 1937 г. под Дмитровом, где Василий искупал свою вину. В 1970-е гг., когда Леонид Васильевич уже жил в Москве, его часто тянуло в эти места. От матери он узнал, что по эскизам (или чертежам) отца построен макет корабля Колумба, что украшает шлюз № 3 в Яхроме.

В 1938 г. Василий вернулся в Керчь – теперь он работал на рудной обогатительной фабрике. 24 июня 1941 г. напавшие на СССР гитлеровцы перешли в наступление на Перекопском перешейке, самой северной части Крыма, соединяющей полуостров с материком. Части Красной армии беспорядочно отступали в Керчь, чтобы оттуда переправиться в Новороссийск. На заводах срочно снимали оборудование – его тоже готовили к эвакуации морем. Василия назначили одним из ответственных. Однако задача вытащить на причал станки, прессы была отнюдь не из легких – как в переносном, так и в прямом смысле.

«Занятия в школе имени Короленко прекратились. А в небе почти беспрепятственно кружили одинокие немецкие разведывательные самолеты. Зениткам никак не удавалось в них попасть», – писал Леонид Васильевич. Ему навсегда запомнилось 27 октября: разведчики исчезли, а вместо них появились грозные бомбардировщики «Юнкерс-88». С падением первых бомб началась паника. Солдаты пытались доплыть до Тамани (11 километров) своими силами – кто на чем, на самых утлых суденышках... На следующее утро, когда Леонид отправился шляться по улицам, он с удивлением обнаружил, что весь берег усеян трупами, которых обильно приносило море.

На пару дней в городе воцарилась анархия: грабили магазины, опустошали винные подвалы... Вскоре Керчь оказалась в руках гитлеровцев. Едва ли не первым, с чего они начали, было уничтожение евреев. «В огромной толпе, сопровождаемой солдатами, – рассказывал Ксанфомалити, – я увидел Яню, с которым мы в школе сидели за одной партией. “А мы уезжаем”, – сказал Яня. Я долго шел рядом с ним, солдаты не возражали». В последний момент кто-то из немцев (по-видимому, это был добряк) все же велел ему отойти, а то ведь, чего доброго, несмышленный Леонид сдуру отправился бы вместе с ними! «Потом я смотрел вслед этим людям с желтыми звездами на рукавах. “Уехали” они недалеко, их расстреляли тут же, за городом».

Беда все время маячила где-то поблизости. Возникла угроза голода. Василий вынужден был бродить по окрестным селам, выменивая колечки жены на кукурузу. «Отец высыпал ее в зеленую сумку от противогаза и отправился со мной к знакомому, у которого была кухонная мельничка, – вспоминал Леонид Васильевич. – Вероятно, ребенок рядом казался отцу какой-то защитой.

Не помогло». Когда они возвращались с помолом, их задержал немецкий патруль. «Du bist Jude», – тыкали Василию. На плохом немецком он долго объяснял, что он не еврей, и показывал паспорт.

На следующий день явились два фрица и увели Василия восстанавливать портовые сооружения – так он поневоле обзавелся новой работой. В конце декабря советские войска на несколько месяцев отбили Керчь, и это временное освобождение от захватчиков

стало для семьи Ксанфомалити роковым. «Наши» сразу выяснили, что Василий был коллаборационистом; из него же было удобно сделать козла отпущения – как главного виновника того, что не успели эвакуировать завод. Моментально установили, что ранее Василий Ксанфомалити был судим. Все сходилось: это – враг. Под горячую руку карателей попал и дедушка Николай Михайлов. 11 февраля 1942 г. оба были приговорены к высшей мере. Десятилетнего же Леонида с матерью и бабушкой затолкали в пароход – их выслали в Северный Казахстан.

КАЗАХСТАН. ЛЕНИНГРАД. АБАСТУМАНИ

Дорога заняла несколько месяцев. В Кустанайской области началась пора мытарств – убогая степь, скитания, постоянные унижения, нищета... Они лишились самых близких людей и, казалось, всяких надежд на нормальное будущее. Лидии Николаевне пришлось освоить профессию чертежницы, Леонид же нашел себя в радиомастерской – сначала



Выпускник средней школы № 3. Караганда, 13 августа 1949 г.

как подмастерье, а затем как вполне самостоятельная единица. У него были золотые руки. Научившись ремонтировать радиоприемники, он стал зарабатывать первые деньги. Случилось это уже в 1947 г. – после того, как семья переехала в Караганду, эту южную столицу ГУЛАГа.

9–10 классы Леонид окончил в мужской средней школе № 3. Несколько упущенных кустанайских лет помогли наверстать интереснейшие преподаватели из числа сослан-

ных столичных интеллигентов. Наиболее яркие воспоминания оставил о себе учитель литературы Генрих Леопольдович Эйхлер (1900–1953) – первый редактор журнала «Знание – сила», экс-редактор издательства «Молодая гвардия». Эйхлер имел богатое революционное прошлое – штурмовал Зимний, слышал ленинскую речь на III Всероссийском съезде комсомола, участвовал в X съезде РКП(б), беседовал с одним из участников Парижской коммуны. В Гражданскую сражался с белыми под Свияжском и Киевом, защищал Петроград от Юденича. В 1920-е гг. работал в наркомпросе у Луначарского, общался с Блоком, Маяковским, Ахматовой, Симоновым... Осенью 1941 г. его выслали из Москвы в Карагандинскую область. Причина была банальна: немец. Хотя по матери Эйхлер был русским и мог бы зваться Андреем Егоровым, если бы в 16-летнем возрасте – при вступлении в партию большевиков – не взял фамилию отца, увлеченный идеями мировой революции и образами знаменитых немецких «борцов за народное счастье».

По словам Ксанфомалити, Эйхлер учил смотреть на мир широко раскры-

тыми глазами. Несколько его учеников – однокашников Леонида – уехали поступать в Москву. Сам же Ксанфомалити, как всегда, пошел своим путем – в 1949 г. он отправился покорять Ленинград.

Экзамены в престижнейший Политехнический институт, на один из лучших факультетов, физико-механический, Ксанфомалити сдал блестяще. Но радоваться было рано. Минул всего один семестр, как бдительные товарищи из спецотдела выяснили, что Ксанфомалити-то является сыном врага народа – в автобиографиях Леонид об этом «стыдливо» умалчивал. Его отчислили. В Политехе тогда было еще десять факультетов – ничего не оставалось, как обивать их пороги. С грехом пополам его все же взяли на энергомашиностроительный. «Дальнейшее мое образование оказалось связано с турбинами, механикой... Вам не нужен реак-



*Людмила Ильинична
Сергеева. Ноябрь 1955 г.*

тивный двигатель? Я могу вам его рассчитать», – говорил Леонид Васильевич.

В 1956 г. с квалификацией инженера-механика Ксанфомалити получил распределение на завод «Экономайзер», где создавались турбины для электростанций. В том же году женился на Людмиле Ильиничне Сергеевой; ему было 24, девушке – 18. На заводе обещали предоставить жилье, но слово так и не сдержали. Леонид с удовольствием переехал из общежития к Людмиле, хотя сама она ютилась в коммуналке с родителями и младшей сестрой. Узнав о женитьбе, мама и бабушка Ксанфомалити бросили свой уже сложившийся карагандинский уклад и примчались в город на Неве. Возмущавшему Леониду надо было решать, как жить дальше.

Однажды его приятель привел его в Пулковскую обсерваторию. Там Леонид осознал, что астрономия может стать делом и мечтой всей его жизни. Он познакомился с масститыми «звездочетами» Всеволодом Васильевичем Шароновым (1901–1964) и Александром Владимировичем Марковым (1897–1968). Последний взял над Ксанфомалити своего рода шефство. Добавим, что большое впечатление произвел на Леонида недавно вернувшийся в Ленинград, полностью реабилитированный гениальный астрофизик, доктор физико-математических наук Николай Александрович



На каникулах в Караганде. 1954 г.

Козырев (1908–1983; ЗиВ, 1984, № 1), чьи знаменитые лекции по причинной механике ему довелось посетить.

Работы в Пулковке для Леонида не нашлось (по-прежнему не было и жилья), и он сказал Маркову: «А “продайте” меня куда-нибудь на сторону!» Марков связался со своим другом Евгением Кирилловичем Харадзе (1907–2001) – директором Абастуманской обсерватории в Грузии. В августе 1958 г. для знакомства с Харадзе Ксанфомалити съездил в Москву – в недостроенном здании МГУ на Воробьевых горах проводилась X Генеральная ассамблея Международного астрономического союза. Леонид Евгению Кирилловичу понравился, и они ударили по рукам: осенью того же года Ксанфомалити с женой, матерью и бабушкой уехал в Абастумани, к южным рубежам СССР.

Харадзе предоставил семье четырехкомнатную квартиру – по сравнению с тем, что было у них в Ленинграде, условия казались сказочными. Необыкновенной была и природа. «Это была гора в кольце других гор – до двух с половиной тысяч метров над уровнем моря. Сплошной озон от сосен! Воздух был пропитан фитонцидами», – вспоминал Ксанфомалити. В 1961 г. в этом райском уголке у Леонида и Людмилы родилась дочь Наташа.

Своими руками Ксанфомалити наладил, отремонтировал в обсерватории буквально всю технику; впрочем, ему помогали несколько молодых грузин и жена Людмила – она была единственной женщиной, которая занималась там электроникой. Ксанфомалити стал завсегдатаем лаборатории физических исследований, где собирались усилители, исследовались фотоумножители, проводились опыты с преобразованиями света... В Абастумани Ксанфомалити впервые получил возможность вести самостоятельные астрономические



С дочерью Наташей. Абастумани, первая половина 1960-х гг.

наблюдения – смотреть в телескоп он обожал.

Еще в Пулковке Леонид Васильевич заинтересовался поляриметрией. В марте 1961 г. Ксанфомалити было выдано авторское свидетельство на конструкцию автоматического электронного поляриметра – астрономического прибора, измеряющего степень поляризации и другие параметры луча света. Более ранние модели требовали ручного управления; к тому же его поляриметр обладал более высокой чувствительностью. За этим прибором последовал и ряд других усовершенствований.

Выполняя наблюдения Луны, Ксанфомалити разработал метод поляриметрических изображений – это были

условные лунные карты, где более светлый участок соответствовал повышенной поляризации света, и наоборот. Отражаясь от лунной поверхности, солнечный свет несколько меняет свои свойства в зависимости от строения того или иного участка. При помощи поляроида, приспособленного к электрофотометру рефлектора, можно было получить данные о физическом строении, степени разрыхленности, возрасте и других особенностях различных участков Луны.

В 1962 г. Харадзе назначил Леонида заведующим лабораторией астрономической радиоэлектроники, для которой был выстроен отдельный корпус. В мае 1963 г. в Тбилисском государственном университете (Харадзе был его ректором) Ксанфомалити защитил диссертацию кандидата физико-математических наук по теме «Поляриметрия Луны на основе электронной техники». Вообще, Харадзе проникся к Ксанфомалити огромным уважением – он его очень ценил. Об этом говорит и то, что именно Леониду Харадзе доверял встречать дорогих гостей. Так, на всю жизнь запомнилась Ксанфомалити прогулка в горах с трижды Героем Социалистического Труда Юлием Борисовичем Харитоновым (1904–1996), одним из руководителей советского атомного проекта.

Но расставание все равно назревало. В мае 1967 г. Министерство электронной промышленности СССР пригласило Ксанфомалити на должность начальника научно-технического отдела Конструкторского бюро источников высокоинтенсивного света (КБ ИВИС). Леониду Васильевичу нужно было расти,

и переезд в Зеленоград, где располагалось КБ, был прекрасной возможностью закрепиться на подступах к Москве.

МАРС. ВЕНЕРА. МОЛНИИ

Ксанфомалити искал простора для творчества, однако чисто техническая составляющая на новом рабочем месте значительно превосходила научную: перспектива, условно говоря, всю жизнь паять одну и ту же деталь его совершенно не прельщала. В июле 1969 г. Ксанфомалити перешел в новообразованный Институт космических исследований (ИКИ) АН СССР – в качестве старшего научного сотрудника лаборатории инфракрасной спектроскопии, которую возглавил планетолог, доктор физико-математических наук Василий Иванович Мороз (1931–2004; ЗиВ, 2004, № 6). Лаборатория входила в отдел внеатмосферной астрофизики – его возглавлял астрофизик, член-корреспондент АН СССР Иосиф Самуилович Шкловский (1916–1985; ЗиВ, 1985, № 4). Со Шкловским Ксанфомалити познакомился на конференциях, которые

Доктор проводил в ГАИШ³ (Ксанфомалити приезжал на них из Абастумани), а с Морозом, наоборот, в Абастумани (Василий Иванович гостил там в 1966 г.).

С ИКИ Ксанфомалити связал всю свою дальнейшую жизнь. Почти тогда же, в 1970 г., случилась значимая перемена и на личном фронте – Леонид женился вторым браком на Ирине Викторовне Шульгиной. Она тоже



Ирина Викторовна Шульгина

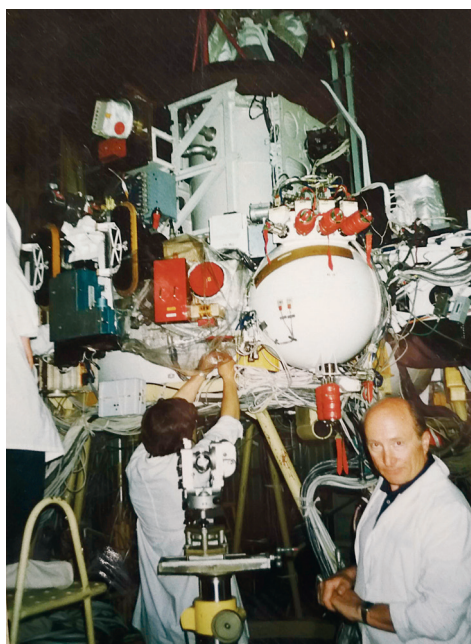
³ Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга МГУ (ЗиВ, 2006, № 6).

работала в КБ ИВИС, а затем перешла в Институт истории естествознания и техники.

В 1970 г. вместе с Морозом и другими коллегами Ксанфомалити включился в работу над советской марсианской программой. Он вспоминал: «Я хорошо ориентировался в приборостроении, а Вася понимал, какие задачи можно поставить. Я должен был воплотить в приборы – из транзисторов, резисторов, конденсаторов и прочего – те идеи, которые мы заявили на аппараты «Марс-2 и -3». Речь про фотометр, радиометр, спектрометр – все входило в состав комбинированного прибора ФКМ⁴.

Мороз собирался в свою первую командировку в США, но в последний момент его «завернули» – с соответствующими «театральными эффектами», в худших традициях того времени. Мороз так перенервничал, что слег в больницу. Обязательства, которые взяла на себя их лаборатория (оптическая фотометрия, CO₂-альтиметрия, измерение теплового излучения малых участков поверхности), легли, по сути, на одного Ксанфомалити. Он признавался, что это был очень тяжелый год, но оно того стоило.

Весной 1971 г. Ксанфомалити отправился на космодром Байконур – на финальные испытания перед стартом. Запуск АМС «Марс-2» и «Марс-3» (еще один аппарат остался на околоземной орбите) состоялся в мае. На орбиту Красной планеты аппараты вышли в декабре 1971 г. На Марсе разыгралась глобальная пылевая буря, и это была уникальная возможность изучить это явление вблизи. Оказалось, что кардинально изменяется тепловой режим



На испытаниях

планеты – пыль в атмосфере перехватывает солнечные лучи, и температура поверхности быстро падает на 30° и более, создавая своего рода «антипарниковый эффект». Измерения завершились в марте 1972 г. – за это время были изучены семь трасс полета орбитальных аппаратов станций на орбите искусственного спутника Марса⁵.

Спустя годы, вспоминая волшебную декабрьскую ночь 1971 г., проведенную в Центральном научно-исследовательском институте машиностроения в Мытищах, где обрабатывалась принимаемая с далекого Марса информация (нули и единицы, приходящие к нам из космоса), Ксанфомалити писал: «Восемь дорожек, представленных в графическом виде на многометровой бумажной ленте, рисовали ожидаемые измерения свойств поверхности

⁴ Прибор для изучения рельефа по распределению CO₂, определения распределения концентрации газа в атмосфере, яркостной температуры планеты и атмосферы Марса.

⁵ Мороз В. И., Ксанфомалити Л.В. Новые вести с Марса // Земля и Вселенная. 1972. № 3.



Заядлый автолюбитель

и атмосферы Марса в виде чистой и четкой периодичности сигналов всех каналов нашего ФКМ. Все работало, как было задумано, без “зашкалов” или потерь сигнала. Усилия разработчиков не пропали зря». Это было начало большого пути исследователя космоса. Это было счастье.

Для АМС «Марс-5», ставшей искусственным спутником планеты в феврале 1974 г., Ксанфомалити разработал поляриметр. Прокалиброван этот прибор был во Франции, в лаборатории известного специалиста в области поляриметрических исследований планет Одуэна Дольфюса (1924–2010), с которым у Леонида Васильевича завязалась дружба. Поляриметр был предназначен для изучения структуры и фотометрических свойств поверхности. Поляризация света оказалась существенно ниже, чем ожидалось. Получалось, что поверхность Марса покрыта слоем сильно измельченного вещества. «Есть предположение, что измельченные смеси гётита с риолитом дадут похожие результаты», – отмечал Ксанфомалити. О большой раздробленности поверхностных пород свидетельство-

вали и данные, переданные инфракрасным радиометром⁶.

Приложил свою руку Леонид Васильевич и к СО₂-альтиметрии – она выполнялась с помощью куда более совершенного прибора, чем тот, что был на «Марсе-3». Ксанфомалити вспоминал такой эпизод: «Аппарат кружил над поверхностью, спокойно регистрировал данные – и вдруг все ушло в “зашкал”. Только потом я догадался, что в один прекрасный момент на Марсе так стремительно

похолодало, что все полушарие покрылось снегом...»

В 1974 г. Мороз стал во главе нового планетного отдела, а Ксанфомалити возглавил лабораторию фотометрии и инфракрасной радиометрии. Примерно в это же время для Ксанфомалити и его коллег началась большая и плодотворная венерианская «эпопея» – миссия 1975 г. стала для ИКИ первой в качестве головной организации по научной венерианской программе. 22 и 25 октября 1975 г. орбитальные аппараты АМС «Венера-9» и «Венера-10» стали первыми в истории спутниками планеты, а посадочные аппараты передали первые (черно-белые) панорамы поверхности. Наконец, были проведены первые измерения инфракрасной радиометрии Венеры в тепловом диапазоне с орбиты планеты (ЗиВ, 1976, № 3). В этом была заслуга Ксанфомалити.

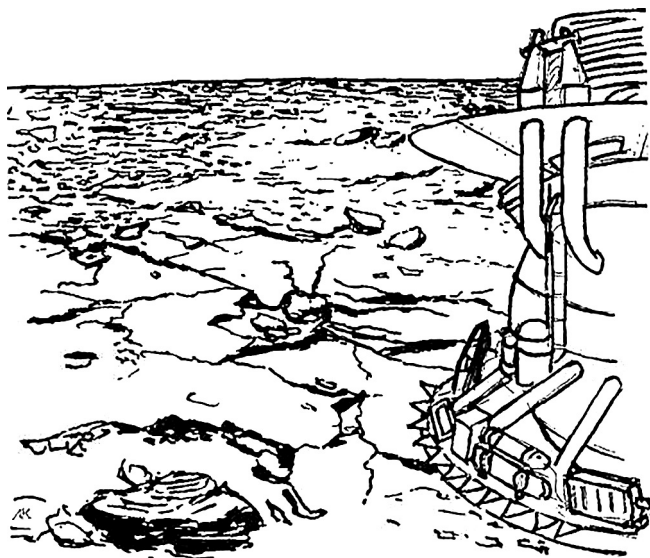
Засев за обработку результатов своего эксперимента, в 1977 г. Леонид

⁶ Ксанфомалити Л.В. «Марс-5»: поверхность и атмосфера красной планеты // Земля и Вселенная. 1974. № 5.

Васильевич защитил докторскую диссертацию «Тепловая асимметрия Венеры». Суть ее сводилась к следующему: температура ночной стороны планеты оказалась выше, чем дневной. Как такое возможно? Ксанфомалити объяснял: «Ночная сторона излучает на 15–20% больше тепла, чем дневная. Поначалу это показалось парадоксальным. Но ведь венерианские облака интенсивно поглощают ультрафиолетовое (и инфракрасное) излучение Солнца. Это приводит их к разогреву и выносу части излучающей

среды в холодную надоблачную зону. Возможно, действует другой механизм, фотохимический. Под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца над верхним слоем облаков из газовой среды рождаются мельчайшие аэрозольные частицы, из которых и состоит облака. Повышение концентрации частиц ведет к тому, что единичная оптическая толща облаков располагается на большей высоте, чем ночью. Общий эффект – снижение дневной яркостной температуры, на 10–12° ниже, чем ночью».

В 1761 г. М.В. Ломоносов открыл венерианскую атмосферу⁷, а спустя двести с лишним лет, 21 декабря 1978 г., Ксанфомалити открыл в этой атмосфере электрические разряды. До этого мы доподлинно знали о существовании молний только на одной планете – Земле. Датчики сконструированного Лео-



21 декабря 1978 г.: «Венера-12» на поверхности планеты. Рисунок Л. В. Ксанфомалити, опубликованный в его книге «Парад планет» (М.: Наука, 1997)

нидом Васильевичем прибора «Гроза», установленного на спускаемом аппарате АМС «Венера-12», зафиксировали многочисленные электромагнитные импульсы, которые были идентифицированы как вспышки молний⁸. 25 декабря этот вывод подтвердил и спускаемый аппарат АМС «Венера-11». А спустя всего три дня, 28 декабря, шедшая буквально по пятам за нашими «Венерами» американская АМС «Пионер-Венера-1» также зарегистрировала весьма низкочастотное электромагнитное излучение, отождествленное с молниями (ЗиВ, 1979, № 4). Ксанфомалити американцев опередил – у конкурентов хватило чести признать его первенство. По телетайпу пришло поздравление от профессора Лос-анджелесского университета Фреда Скарфа (1931–1988), который ставил эксперимент, схожий с «Грозой». Со Скарфом Ксанфомалити подружился – вместе о венерианских молниях они написали

⁷ Лазарев А.И. Второе «явление Ломоносова» // Земля и Вселенная. 1978. № 4; Еремеева А.И. Михаил Васильевич Ломоносов // Земля и Вселенная. 2011. № 6. С. 43–44.

⁸ Ксанфомалити Л.В. Новые исследования Венеры // Земля и Вселенная. 1979. № 4.



Прибор Л. В. Ксанфомалити «Гроза», зафиксировавший вспышки молний на Венере

несколько англоязычных статей. В последние годы своей жизни Леонид Васильевич с горечью констатировал, что ныне на Западе на эти их статьи никто не ссылается – как будто ни Ксанфомалити, ни его открытия не было...

В марте 1982 г. Ксанфомалити повторил свой эксперимент «Гроза» на «Венерах-13 и -14». Поначалу Леонид Васильевич не сомневался, что, как и на Земле, молнии на Венере рождаются в облачном слое (венерианские облака, напомним, состоят из капель концентрированной серной кислоты). Однако после изучения высотных профилей напряженности поля стало ясно, что источник электрических зарядов находится гораздо ниже облачного слоя, нижняя граница которого – на высоте 48 км от поверхности. Возможно, венерианские молнии напоминают такое малоизученное земное явление, как «гром с ясного неба». Благодаря радиолокационным измерениям АМС «Пионер-Венера-1» появились первые карты планеты. При сопоставлении топографии различных районов с данными гравитационной съемки оказалось, что электромагнитные импульсы группируются у гор-

ных массивов Бета и Феба⁹. На Земле подобные гравитационные аномалии связаны с молодым вулканизмом. Так родилась элегантная гипотеза, что венерианские молнии генерируются над активно действующими вулканами¹⁰. Ксанфомалити указывал на то, что в 1975 г. во время мощного извержения вулкана Толбачик на Камчатке вокруг жерла и столба выбрасываемых пара и пыли наблюдались многочисленные молнии. Не выходила из головы и знаменитая картина Брюллова «Последний день Помпеи». «Извержения на Венере должны сопровождаться более сильными и частыми разрядами из-за очень высокой плотности атмосферы и сильной электризации продуктов извержения», – писал Леонид Васильевич.

Гипотеза ждет своего подтверждения, хотя в 2005 г. в ходе миссии «Венера-Экспресс» были получены спектрометрические данные, которые можно рассматривать как еще один довод в пользу вулканической активности планеты (ЗиВ, 2005, № 1).

⁹ Ксанфомалити Л.В. Поверхность Венеры // Земля и Вселенная. 1982. № 1.

¹⁰ Ксанфомалити Л.В. Атмосфера и поверхность Венеры // Земля и Вселенная. 1983. № 4.

Продолжение в следующем номере...

С новыми книгами
Издательства “Наука”
вы можете ознакомиться на сайте
naukabooks.ru



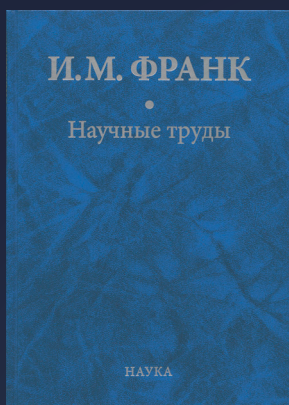
Филаретов В.Ф., Зуев А.В., Губанков А.С.

Управление манипуляторами при выполнении различных технологических операций.

М.: Наука, 2018. — 232 с.

Монография посвящена разработке и исследованию новых методов контурного управления многозвенными манипуляторами, обеспечивающими высокоточное отслеживание рабочими инструментами произвольных пространственных траекторий вдоль сложных поверхностей с максимально допустимой скоростью и одновременным силовым воздействием (возможно, переменным) на эти поверхности (объекты работ). Предложены методы управления многозвенными манипуляторами в полуавтоматическом режиме с помощью подвижных телекамер, изменяющих пространственную ориентацию своих оптических осей, метод синтеза систем непрерывного диагностирования основных элементов и блоков указанных устройств.

Для научных работников и инженеров, специализирующихся в области управления робототехническими системами, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.



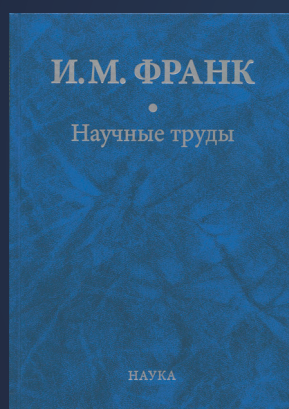
Франк И.М.

Научные труды: в 2 кн. Кн. 1

М.: Наука, 2018. – 478 с.

В первой книге собрания трудов выдающегося физика, лауреата Нобелевской премии академика И.М. Франка помещены работы разных лет, отобранные по тематическому признаку. Среди них статьи 1931–1935 гг. по флуоресценции и фотохимическим реакциям, а также статьи по оптике источников света, движущихся в преломляющих средах, в том числе работы, посвященные теории излучения Вавилова–Черенкова и эффекта Доплера в преломляющей среде. Значительное место занимают статьи по предсказанию и исследованию переходного излучения. Последний раздел книги полностью воспроизводит монографию И.М. Франка «Излучение Вавилова–Черенкова. Вопросы теории».

Для физиков, студентов и аспирантов физических специальностей, историков науки.



Франк И.М.

Научные труды: в 2 кн. Кн. 2

М.: Наука, 2018. – 670 с.

Во вторую книгу собрания трудов выдающегося физика, лауреата Нобелевской премии академика И. М. Франка вошли работы разных лет, отобранные по четырем тематическим признакам. В первый раздел включены работы по ядерной физике, во второй – статьи по физике реакторов. Третью часть книги составили работы, посвященные проблемам нейтронной оптики и физике ультрахолодных нейтронов, а в четвертом разделе собраны обзорные статьи, доклады на конференциях, научно-популярные работы.

Для физиков, студентов и аспирантов физических специальностей, историков науки.

РЕАНИМАЦИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ «САЛЮТ-7»

СОЛОВЬЁВ Владимир Алексеевич,

член-корреспондент РАН,

Генеральный конструктор Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королёва, летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза

ЦЫГАНКОВ Олег Семёнович,

доктор технических наук,

главный научный сотрудник Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королёва, Заслуженный конструктор РФ

DOI: 10.7868/50044394822020050

Статья освещает события и факты отечественной космонавтики, произошедшие в 1984 г., связанные с восстановлением вышедшей из строя резервной топливной магистрали объединенной двигательной установки орбитальной станции «Салют-7»¹. Работы, выполненные экипажем третьей основной экспедиции (Л.Д. Кизим, В.А. Соловьёв, О.Ю. Атьков) в открытом космосе, их наземная подготовка стала образцом в истории внекорабельной деятельности (ВКД, выходы космонавтов

в открытый космос для проведения различных работ) и ее технического обеспечения, определили вектор развития внекорабельной деятельности на ближнюю и более отдаленную перспективу. Авторы – непосредственные участники реализации и подготовки работ, рассматривают события с дистанции 38 лет, но воспроизводят их как факты совсем недавнего прошлого.

ЗАРОЖДЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЙ СМЫСЛ ВКД

«Сегодня экипаж орбитальной станции выполнил очередной выход в открытый космос... ..программа работ выполнена... состояние станции нормальное... ..космонавты возвратились в станцию... самочувствие экипажа хорошее» – такие сообщения СМИ стали почти обыденными для наших дней. Каким же образом организм человека, который формировался и развивался в условиях планеты Земля, остается жизне- и трудоспособным в ситуации, остроконфликтной по отношению к условиям его зарождения и существования? Для того, чтобы такое сообщение

¹ Орбитальная станция «Салют-7» второго поколения массой 19 824 кг, запущенная 19 апреля 1982 г., была предназначена для проведения научных и технологических исследований и экспериментов. На ней работали 6 экипажей основных (долговременных) экспедиций и 5 экспедиций посещения (21 космонавт), в том числе два иностранных космонавта – Жан-Лу Кретьен (Франция) и Ракеш Шарма (Индия). Экипаж экспедиции Л.Д. Кизима и В.А. Соловьёва на КК «Союз Т-15» сначала посетила орбитальный комплекс «Мир», а затем на «Салюте-7» работала 5 мая – 25 июня 1986 г., потом перелетела на станцию «Мир». На станцию доставляли грузы 13 кораблей «Прогресс» и два транспортных корабля снабжения «Космос-1443» и «Космос-1686». Станция функционировала в течение 3216 суток (из них 816 суток была обитаемой) – до 7 февраля 1991 г.



Выход А.А. Леонова из космического корабля «Восход-2» в открытый космос. Справа хорошо виден длинный фал, с помощью которого космонавт был соединен со шлюзовой камерой. 18 марта 1965 г. Фото РКК «Энергия» им. С.П. Королёва

стало обыденным для нашего времени, был пройден большой и тернистый путь становления трудовой деятельности человека вне Земли.

Еще в 1896 г. К.Э. Циолковский, с присущей ему мощью ума и интуиции, в научно-фантастической повести «Вне Земли» (полностью опубликована в 1920 г.) предугадал и описал выход из «ракеты» и работу в открытом космическом пространстве со всеми присущими этому атрибутами: скафандром, шлюзовой камерой, привязями, инструментами (ЗиВ, 2018, № 3).

Стремление человечества в XX веке быть вписанным в структуру Вселенной, несомненно, не могло обойтись

без осуществления выхода *Homo sapiens-sapiens* в открытый космическое пространство. Первый выход человека в открытый космос был прорывным экспериментом, поставленным Сергеем Павловичем Королёвым во время полета космического корабля «Восход-2» в исполнении Алексея Архиповича Леонова 18 марта 1965 г. (ЗиВ, 1965, № 2).

Дальновидный и прогностический ответ на вопрос о необходимости деятельности человека в открытом космосе был дан академиком С.П. Королёвым в марте 1965 г. в беседе с корреспондентами перед полетом «Восхода-2», а позднее, более развернуто, в статье «Шаги в будущее» за подписью «Профессор К. Сергеев», что стало его последним публичным выступлением: «...летая в космосе, нельзя не выходить в космос... космонавт, вышедший в космос, должен уметь выполнить все необходимые ремонтно-производственные работы. Чем больше люди будут летать в космосе, тем больше эта необходимость будет проявляться... Перед экипажем корабля «Восход-2» была поставлена труднейшая, качественно более новая, чем в предыдущих полетах, задача. От ее успешного решения зависело дальнейшее развитие космонавтики, без такой возможности нельзя было бы думать о прокладывании новых путей в космосе»². По существу, Главный конструктор наметил задачи и программу развития деятельности в открытом космическом пространстве на многие годы вперед, включая принципы шлюзования и скафандростроения, мониторинг состояния и ремонт корабля, рандеву в космосе, научные эксперименты, элементы лунной программы и действия на поверхности Луны.

² «Правда», 1 января 1966 г.; Творческое наследие Сергея Павловича Королёва. Избранные труды и документы. М.: Наука, 1980.

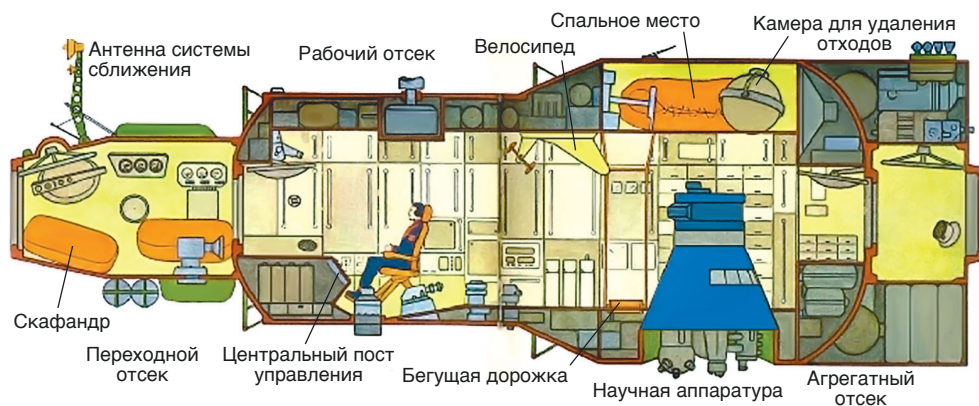


Схема устройства орбитальной станции «Салют-7» с указанием расположения отсеков, систем и скафандров. РКК «Энергия» им. С.П. Королёва

Следующим шагом в развитии внекорабельной деятельности (ВКД) стал экспериментальный переход 16 января 1969 г. через открытый космос из корабля «Союз-5» в «Союз-4» уже двух космонавтов – А.С. Елисеева и Е.В. Хрунова, тщательно отработанный в условиях моделированной невесомости на Земле. Появилось понимание проблемы для подготовки и решения более сложных и объемных задач.

Наступала эпоха орбитальных станций: 1970-е гг. ознаменованы интенсивными исследованиями и экспериментальными работами в целях обеспечения ВКД. Отсутствие опережающих, целенаправленных, проблемно-ориентированных исследований, отсутствие объективной и всесторонней информации о специфике ВКД являлось бы серьезным препятствием для осуществления отечественных космических программ. Поэтому научно-техническое обеспечение работ в условиях открытого космического пространства стало одной из насущных и актуальных исследовательских и инженерных задач на этапе создания и эксплуатации орбитальных станций.

К началу запуска 29 сентября 1977 г. орбитальной станции «Салют-6» (ЗиВ,

1978, № 5), на которой предусмотрен выход в открытый космос, была сформирована рабочая концепция подготовки и реализации ВКД, эффективность которой подтвердилась в реальных полетах 1977–1982 гг. Дальнейшая деятельность космонавтов в открытом космосе осуществлялась на орбитальной станции «Салют-7» (1982–1986 гг.), орбитальном комплексе «Мир» (1986–2001 гг.) и российском сегменте Международной космической станции (1998 – н.в.).

Движущими силами развития и совершенствования ВКД являлись как успешные технические и медицинские исследования и разработки, так и те проблемы и ситуации, которые ставила жизнь в процессе эксплуатации орбитальных станций.

Благодаря подготовке и выполнению ряда ремонтно-восстановительных работ удавалось парировать нештатные ситуации³, предотвратить прекращение полета станции или обеспечить полное выполнение программы.

³ Ситуация, при которой в процессе полета состояние оборудования на борту выходит за рамки нормального функционирования и может привести к аварии.

Именно такой исторической вехой в развитии организации, технологии и деятельности экипажа в процессе ВКД стало восстановление исправного состояния объединенной двигательной установки (ОДУ) орбитальной станции «Салют-7» (ЗиВ, 1984, № 3).

ОДУ В СТРУКТУРЕ СТАНЦИИ «САЛЮТ-7»

Орбитальная станция «Салют-7», как и «Салют-6», считается станцией второго поколения. В конструктивном отношении «Салют-7» представляла собой усовершенствованную «Салют-6»¹, в конструкцию был введен ряд изменений и дополнений, установлено новое научное оборудование. Эти мероприятия повышали ее надежность, расширяли программу научных экспериментов, обеспечивали более комфортные условия для экипажа. Кроме того, было увеличено время работы в скафандре «Орлан-Д»² с 3.5 до 5.5 часов и улучшены условия работы в нем.

Любой космический аппарат, выполняя запланированную программу полета, совершает на орбите различные маневры. Это изменение траектории полета – коррекция орбиты, ориентация аппарата в пространстве при выборе объектов наблюдения, а также стабилизация аппарата в заданном положении в течение необходимого времени. Для этих целей «Салют-7» содержала два двигателя коррекции орбиты по 300 кгс тяги и 32 двигателя ориен-



Отечественный скафандр «Орлан-Д», использованный в 1977–1984 гг. для ВКД на орбитальных станциях «Салют-6» и «Салют-7». НПП «Звезда» им. Г.И. Северина

тации по 14 кгс тяги каждый. Все двигатели размещены в различных местах агрегатного отсека (АО), питаются из одних и тех же баков и соединены сетью трубопроводов. Во всех двигателях используется одна и та же самовоспламеняющаяся пара компонентов топлива: несимметричный диметилгидразин (горючее) и азотный тетраоксид (окислитель). Разработчики орбитальной станции второго поколения объединили топливные системы функциональ-

¹ Семёнов Ю.П., Горшков Л. Станция «Салют-6»: дом, лаборатория, машина // Наука и жизнь. 1981. № 4. С. 14–22; «Ракетно-космическая корпорация “Энергия”. 1946–1996 гг.» (под редакцией Ю.П. Семёнова). М.: РКК «Энергия», 1996.

² Отечественный полужесткий скафандр орбитального базирования, обладающий большим потенциалом модернизации, эксплуатируется более 40 лет, и в настоящее время используется шестая модификация – «Орлан-МКС».

но различных групп двигателей в одну, отсюда и ее название – объединенная двигательная установка (ОДУ). В ее составе предусмотрены: два бака с горючим, два бака с окислителем, основная и резервная топливные магистрали.

НЕШТАТНАЯ СИТУАЦИЯ В СИСТЕМЕ ОДУ И СТРАТЕГИЯ ПАРИРОВАНИЯ

9 сентября 1983 г. Центр управления полетом (ЦУП) обнаружил падение давления в одном из баков и утечку окислителя. Анализ ситуации показал, что нарушена герметичность резервной гидравлической магистрали системы ОДУ. Ситуация не рассматривалась как критическая, нештатная ситуация не нарушала работоспособность основной магистрали, управляемость станции сохранялась, но утечка рабочего тела приводила бы к сокращению времени полета. Кроме того, утечка вызвала беспокойство конструкторов и разработчиков электрических коммуникаций, так как контакт агрессивных компонентов топлива с элементами конструкции и кабелями мог привести к их повреждению.

ЦУП принимает решение неисправность устранить, однако, из анализа телеметрической информации и докладов экипажа определить место негерметичности не представлялось возможным.

С момента выявления неисправности в наземных условиях было начато исследование и моделирование состояния ОДУ, прогнозирование поведения топливной системы в процессе ремонта и после восстановления. Тщательный анализ гидравлической схемы ОДУ показал, что для определения вероятного характера и локализации повреждения надо было разделить всю магистраль на участки, затем определить и локализовать участок негерметичности. Исходя

из логики построения гидросхемы ОДУ, такое разделение магистрали на участки было выполнено с использованием электроуправляемых элементов арматуры, имеющихся в магистрали, и последовательными проверками герметичности отдельных зон. В результате был локализован вероятно дефектный участок магистрали. Чтобы обойти это место и восстановить работоспособность магистрали, решено объединить баки окислителя в единую связку и подключить к ней, в обход неисправного участка, коллектор группы двигателей. В результате выполнения этих действий восстанавливалась функциональность резервной магистрали или определялись дальнейшие действия для окончательной реабилитации резервной магистрали ОДУ, что можно было выяснить после дополнительного тестирования.

Практические действия заключались в установлении перемычек-трубопроводов между горловинами топливных трубопроводов, которые находились на внешней поверхности АО в специальных нишах, закрытых теплозащитными крышками: для объединения баков – перемычка между заправочными горловинами; для подключения коллектора – рассмотрены варианты перемычки между контрольными горловинами, из которых последний был принят для реализации. Эту беспрецедентную по сложности работу планировалось выполнить в открытом космосе силами экипажа «Салюта-7». Подобные работы в открытом космосе никогда ни у нас, ни в США не проводились, и только опыт, уже полученный советскими космонавтами и специалистами в предыдущей ВКД, а также разработкой инструментов и средств фиксации³

³ Фиксация в условиях микрогравитации – это ограничение степеней свободы одного объекта по отношению к другому (базовому) путем наложения связей различной жесткости.



Орбитальная станция «Салют-7» с космическим кораблем «Союз Т-10» в космосе. Фото РКК «Энергия» им. С.П. Королёва

в условиях микрогравитации⁴, позволял приступить к подобной работе. Таким образом, такая задача поручалась экипажу третьей основной экспедиции, сформированному в сентябре 1983 г., стартовавшего 8 февраля 1984 г. на корабле «Союз Т-10» в составе: командир Леонид Кизим, бортинженер Владимир Соловьёв и космонавт-исследователь, врач Олег Атьков (позывные «Маяк»).

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР И ЭКИПАЖ

Человеческий фактор – понятие, обозначающиеся интегральные характеристики человека в его связи с техникой, проявляющиеся в конкретных услови-

⁴ Микрогравитация – состояние, в котором ускорение крайне незначительно, а сама сила гравитации не изменяется. На орбитальной станции все тела находятся в состоянии микрогравитации; потому, что возникают различные ускорения, случайные вибрации могут создавать на борту высокочастотные колебания, ведь сложно компенсировать перемещения воздуха, топлива, космонавтов и грузов.

ях их взаимодействия, совокупность всех психических и физических свойств личности в отношении к рассматриваемым событиям. В широком смысле понятие «человеческий фактор» используется в социально-экономических дисциплинах как характеристика комплекса факторов, оказывающих определяющее влияние на эф-

фективность предметной деятельности исполнителя, связанных с мотивацией, системой ценностей, высочайшим уровнем профессионализма и самоотверженности.

Вот как руководитель полетов В.В. Рюмин характеризовал экипаж третьей основной экспедиции на «Салют-7» еще до полета: «Командир экипажа Леонид Кизим совершил в 1985 году 13-суточный полет на корабле «Союз Т-3» и орбитальной станции «Салют-6». Это хоть и не очень большой, но все же опыт. Да и длительная напряженная подготовка к полетам на станциях «Салют-6» и «Салют-7» дала многое, приучила его не спешить в работе, но зато делать все качественно и надежно. И надо сказать, что эта черта его характера на протяжении всего полета была доминирующей, что значительно облегчало взаимодействие экипажа и ЦУП. Второй член экипажа – Владимир Соловьёв, был зачислен в отряд космонавтов 1978 году. Он окончил МВТУ им. Баумана и работал в конструкторском бюро. Его специализацией были двигательные установки. В этих вопросах он разбирался основательно, поскольку участвовал в разработке и экспериментальной отработке двигателей, использовавшихся на станции «Салют» и корабле «Союз Т-10»,

участвовал в разработке системы дозирования станции «Салют». Владимир Соловьёв работал в ЦУПе при проведении первых дозаправок станции «Салют-6». Опыт, приобретенный на Земле, очень пригодился в космическом полете... Третьим членом экипажа был Олег Атьков – кандидат медицинских наук, специалист в области ультразвуковых методов диагностики сердечных заболеваний. Ему предстояло контролировать самочувствие Л. Кизима и В. Соловьёва, сверять их действия с бортовой инструкцией, выдавать команды для проведения тестов по проверке герметичности»⁵.

«Мы понимали, – рассказывали космонавты после полета, что успех экспедиции во многом зависит от того, насколько правильно сложатся наши взаимоотношения во время полета. Сейчас мы с удовольствием можем отметить – в нашем экипаже все 237 суток царили полное взаимопонимание, общая заин-

⁵ Рюмин В.В. Год вне Земли. М.: Молодая гвардия, 1987.



Экипаж третьей основной экспедиции на орбитальную станцию «Салют-7»: Л.Д. Кизим, В.А. Соловьёв, О.Ю. Атьков. Фото 1983 г.

тересованность в успехе дела и дружеская взаимопомощь» (ЗиВ, 1985, № 2). Работа экипажа продлилась до 2 октября 1984 г., на станцию прилетали две экспедиции посещения (ЗиВ, 1984, № 5; 1985, № 2).

Именно такой человеческий фактор, присущий членам экипажа, наряду с техническим обеспечением, являлся предпосылкой к успешному выполнению предстоящей работ.

В.А. Соловьёв (справа) и О.С. Цыганков с комплектом инструментов для ремонтно-восстановительных работ на станции «Салют-7». Слева: скафандр «Орлан-Д». РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, 2021 г.



ПЛАН-ПРОСПЕКТ НАЗЕМНОЙ ПОДГОТОВКИ

Наземная подготовка была выстроена исходя из постулата о том, что успешная ВКД является подтверждением и демонстрацией ее правильной и адекватной наземной подготовки.

План организационно-технических мероприятий	Технологический план внекорабельной деятельности
<ul style="list-style-type: none">• Разработка стратегии парирования НШС и исходных данных для создания оборудования и инструментов• Конструкторская разработка оборудования и инструментов, изготовление штатных и тренировочных комплектов, автономные испытания• Доработка гидромакета станции и оснащение макетом грузового корабля «Прогресс-20»• Испытания оборудования и отработка операций в ГЛ¹, разработка БД²• Сухая подготовка и тренировки экипажа в ГЛ• Тренировки ЦУП перед ВКД• Подготовка к тренировкам экипажа на борту	<ul style="list-style-type: none">• Переход экипажа в зону работ и обустройство рабочих мест• Вскрытие ниш с горловинами• Вскрытие и подготовка горловин к установке перемычек• Установка трубопроводов-перемычек• Установка теплозащиты• Утилизация технологического оборудования

¹ Гидролаборатория – сооружение для отработки ВКД в условиях гидроневесомости.
² Бортовая документация, содержащая детальные инструкции экипажу.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Инженерные решения принимались и разрабатывались по технологическим задачам процесса ремонтно-восстановительных работ. Необходимо было установить гидравлические перемиčky-трубопроводы между двумя заправочными и контрольными горловинами, расположенными в нишах на поверхности АО, закрытых плоскими крышками на винтах с эпоксидной контровкой. Обеспечить средства подхода экипажа к нишам с горловинами и обустроить рабочие места в зоне АО,

Были составлены план организационных мероприятий, технологический план ВКД и описаны операции с указанием способов и приемов применения оборудования и инструментов.

Техническое руководство испытаниями и тренировками в условиях гидроневесомости выполнял О.С. Цыганков (РКК «Энергия»).

не содержащей каких-либо поручней и выступающих элементов. При этом вдоль всей станции штатно установлены двойные параллельные поручни, отстоящие от ниш по окружности почти на 90°. Требуется обеспечить возможность перемещения экипажа к нишам в направлении, перпендикулярном трассе поручней. Задача решалась путем разработки и применения трапа в виде трансформируемой, состоящей из трех звеньев конструкции, оснащенной на одной оконечности замками для закрепления на продольных поручнях, на другой – растяжками с крюками.

Отверстия в стеклотекстолитовой оболочке АО для закрепления крюков



Инструменты ВКД: пробойник с защитным колпачком для образования отверстий в оболочке агрегатного отсека «Салюта-7»; резак для вскрытия крышек в рабочем положении (гидромакет корпуса агрегатного отсека)

растяжек трапа планировались пробивать пружинным пробойником⁶. Автономные испытания пружинного пробойника дали отрицательный результат: стеклотекстолитовая оболочка АО демпфировала, прогибалась под пробойником, который отскакивал, не образуя отверстие. Тем более, этого следовало ожидать в невесомости. Время торопило... По эскизу оперативно был изготовлен простейший инструмент в виде массивного полушария массой до 5 кг с коническим острием и защитным колпачком, с центральной и двумя разнесенными рукоятками под перчатки скафандра. Нанесение удара этим инструментом оказалось продуктивным: отверстия были получены.

Трап-трансформер образует рабочее место для одного члена экипажа. Для полномасштабного участия в работе второго члена экипажа, возможности взаимодействия между ними, принимается нетривиальное решение: на грузовом корабле «Прогресс-20» монтируется структура с поручнями, с устройством фиксации «Якорь»⁷, которая

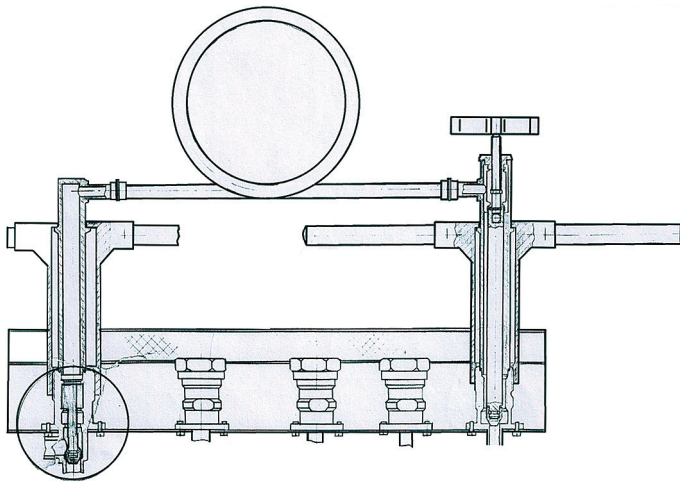
после стыковки «Прогресса-20» выдвигается над поверхностью АО в удобную позицию для работы по вскрытию ниш и установке перемычек⁸. Необходимо было обеспечить средства и технологии вскрытия ниш. Исходили из понимания, что доступ к горловинам может быть обеспечен только путем разрушения крышек, так как вывернуть винты на эпоксидной контровке не представляется возможным.

Критериями при выборе способа вскрытия служили: безопасность операции для экипажа, минимизация энергозатрат исполнителя и времени на операцию. Рассматривались различные технологии выполнения этой задачи: малогабаритная циркулярная пила с пневмоаккумулятором, использование зубила с ударным инструментом. Возникло нетривиальное предложение, которое и было принято – использовать принцип ножа для вскрытия металлических консервных банок. Разработали инструмент, удобный для человека в скафандре. Для начала операции требуется образовать отверстия для введения лезвия в разрезаемую оболочку упомянутым пробойником и, удерживая инстру-

⁶ По принципу предварительного сжатия пружины в ружьях для подводной охоты.

⁷ Устройство фиксации космонавта в рабочей позе путем жесткого закрепления ботинок скафандра, эксплуатируется более 40 лет, в модификации адаптировано одновременно для ботинок скафандра EMU (США).

⁸ Напоминает, по идее, исторические башни, которые сооружались и придвигались к крепостным стенам для штурма.



Конструктивное решение перемычки подключения коллектора пяти контрольных горловин

мент двумя руками, довольно простыми движениями производить разрез. В результате получен положительный результат.

В задачу ремонтных работ также входило разработать комплект ключей для вскрытия и подготовки горловин к установке перемычек. Каждый из ключей представлял собой многофункциональное комбинированное устройство.

Разборка и сборка резьбовых соединений космонавтом, облаченным в скафандр под избыточным давлением, является сложной работой.

В технологии известен процесс диффузионной сварки, осуществляемый без расплавления материала. В резьбе, где витки плотно сжаты и находятся в вакууме, создаются идеальные условия для такого процесса⁹.

⁹ В 1982 г. на «Салюте-6» был проведен эксперимент «Исток» по подбору материалов в соединении «винт-гайка», наименее склонных к взаимной диффузии атомов в поверхностных слоях контактирующих деталей. Результаты используются для соединений, которые планируется разбирать в условиях полета. В данном случае такая задача не ставилась.

Преодоление диффузионного схватывания в резьбовых соединениях также входило в функции и ключей, и испытателей.

Подготовлен моментный ключ, используемый для тарированной затяжки накидных гаек.

Необходимо было разработать технологичные и безопасные конструкции перемычек. Требования к перемычкам определялись расстоянием между соединяемыми

горловинами и нагрузками на перемычки в процессе эксплуатации. Горловины прикреплены к элементам набора АО пластинчатыми кронштейнами, и расстояние между горловинами выдержано с невысокой точностью. Это же можно было бы ожидать и относительно расстояния между наконечниками перемычек, жестко соединенных прямолинейным трубопроводом. Кроме того, жесткое соединение горловин трубопроводом при вибрации и тепловых нагрузках способствовало бы передаче нагрузок на гермосоединения и потере герметичности. Для исключения указанных выше явлений трубопроводы перемычек выполнены в форме нескольких спиральных витков, наподобие трубчатых пружин, что позволило парировать расхождение расстояний между горловинами и между наконечниками перемычек и демпфировать передачу нагрузок на точки закрепления перемычек.

Поставлена задача: обеспечить теплозащиту установленных перемычек. На вырез в оболочке АО устанавливается металлическая рамка,

на которой крепится каркасный чехол ЭВТИ¹⁰.

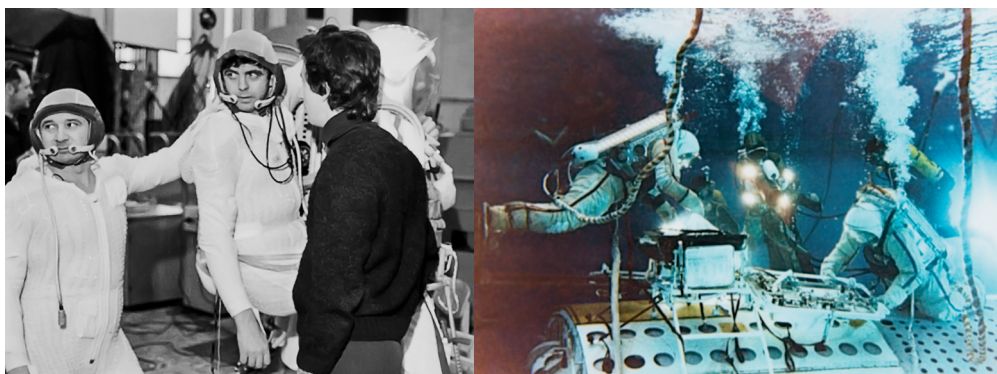
Первоначально подготовленный ремонтный комплект содержал 30 единиц инструментов общей массой 47 кг.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА И ТРЕНИРОВКИ ЭКИПАЖА

Эти два процесса неслучайно вынесены вместе в заголовок данного раздела, так как тренировки экипажа являются оценкой и завершением всей экспериментальной отработки. Космонавты, тренируясь и приобретая индивидуальные умения и навыки, одновременно являются и испытателями, внося свой личный вклад в оптимизацию реализуемых методик и процессов, что особенно важно при подготовке такой сложной работы.

Отработки и испытания в условиях гидроневесомости интегрируют все другие виды подготовки ВКД. При этом подтверждаются или изыскиваются наиболее рациональные способы реализации технологических операций, отрабатывается методика и последовательность действий, взаимопонимание и взаимопомощь исполнителей, оцениваются и оптимизируются технико-эргономические свойства инструментов и оборудования, оперативно устраняются замечания и дорабатываются конструкция макетов, фиксируются затраты времени, формируется циклограмма предстоящих сеансов ВКД. Устанавливается распределение функций между исполнителями с возможностью их взаимозаменяемости. Отрабатывается методика и последовательность действий двух космонавтов при ВКД. Повышенное внимание уделялось операциям, в которых герметичность

Тренировки Л.Д. Кизима и В.А. Соловьёва в гидролаборатории ЦПК: одевание скафандров; работа на макете станции. 1983 г.



¹⁰ Экранно-вакуумная теплоизоляция предназначена для ограничения притоков тепла от излучения, чтобы остановить теплообмен между космическим аппаратом и вакуумом космоса. Состоит из множества параллельных отражающих экранов с низкой излучаемой способностью и отделяющих их друг от друга прокладок. ЭВТИ является наиболее эффективным типом теплоизоляции, применяемым в космонавтике.

соединений обеспечивалась тарированным моментом затяжки.

Программа ВКД в целом отработывалась по частям, обладающим технологической завершенностью, которые по затратам времени соизмеримы с загрузкой одного сеанса ВКД. После 2–3 прогонов всей программы испыта-

телями начинаются тренировки основного и дублирующего экипажей.

На экспериментальном этапе отработано, испытано и освоено экипажем применение 30 единиц оборудования. Рассмотрено 28 нештатных ситуаций по техпроцессу ремонтно-восстановительных работ и предусмотрены меры по их парированию. Л. Кизим и В. Соловьёв выполнили в составе экипажа в общей сложности 25 тренировок. При этом следует учитывать, что космонавты приходят на программу, имея в заделе опыт выполнения типовых операций ВКД.

Процесс и результаты экспериментальной отработки и тренировок экипажей привлекает неизменное внимание и вызывает интерес на многих профессиональных уровнях. Особенно это проявилось относительно данной работы. В первую очередь – это руководитель полетов, космонавт В.В. Рюмин, сам работавший в открытом космосе на орбитальной станции «Салют-6», оценки и рекомендации которого имели особую значимость. Посетили гидролабораторию, знакомились с инструментарием, наблюдали тренировки заместитель генерального конструктора РКК «Энергия» космонавт А.С. Елисеев, руководитель службы подготовки космонавтов РКК «Энергия» космонавт В.Н. Кубасов, предметное внимание уделял подготовке экипажа, технике

и технологии ВКД генеральный конструктор НПО «Энергия» академик В.П. Глушко. Посещали гидролабораторию на стадии тренировок экипажа Главком ВВС маршал П.С. Кутахов, Главный конструктор НПП «Звезда» Г.И. Северин, министр Министерства общего машиностроения О.Д. Бакланов.

Работа в гидролаборатории велась в очень напряженном режиме, иногда в одни сутки проводилось по два погружения в формате «испытания – тренировки», что в обычной обстановке не практикуется. Все участники испытательной бригады: испытатели, технический и методический персонал ЦПК, сотрудники НПП «Звезда», представители КБ «Салют» и Завода им. М.В. Хруничева и специалисты «Энергии», включая Завод экспериментального машиностроения (ЗЭМ), работали с максимальной отдачей.

Испытания завершены и проведены зачетные тренировки в январе 1984 г., результаты которых на разборе оценены положительно.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ АККОРД ПОДВОДНО-НАЗЕМНОЙ ПОДГОТОВКИ

По традиции, перед очередным полетом состоялось заседание Совета главных конструкторов в присутствии специалистов «Энергии» и смежных предприятий. Среди прочих, в повестке значился доклад о плане



О.С. Цыганков представляет академику В.П. Глушко и космонавтам А.С. Елисееву и В.Н. Кубасову инструменты для ВКД по восстановлению объединенной двигательной установки орбитальной станции «Салют-7». 1983 г.

работ по восстановлению исправности ОДУ. Докладчиком был определен технический руководитель отработки операций и тренировок экипажа в условиях гидроневесомости от «Энергии» О.С. Цыганков. Доклад был иллюстрирован крупномасштабными плакатами.

После доклада о завершении подготовки оборудования и экипажа председательствующий академик В.П. Глушко, как всегда, с микрофоном, задал вопрос: «Была ли проверена герметичность соединений, собранных руками экипажа?» Пришлось пояснить, что в гидросреде мы оцениваем эргономику оборудования и действия экипажа, а окружающая гидросреда не дает возможности воспроизводить физическую картину функционирования механизмов. «Это нас не устраивает. Нужно проверить» – подвел черту Валентин Петрович. «Я немедленно, – вспоминает О.С. Цыганков, – не дожидаясь окончания СГ, убыл с размышлением, как завершить эту неожиданно, но логично возникшую интригу, как при минимуме оставшегося до полета времени выполнить это требование».

Подключили ВИС¹¹ – специализированное подразделение ЗЭМ. Задача формулировалась следующим образом: проверить герметичность сборки, выполненной в подводном положении, если все сборочные единицы перед их соединением заполнены водой. Специалисты ВИС предложили способ, для которого всю сборку требовалось демонтировать с макета станции и поднимать на поверхность.

Запланировали три целевых эксперимента-погружения по сборке и проверке герметичности соединений: два с испытателями и третье – с экипажем. Первое погружение было unsuccessful. Соединения, собранные во втором погружении другой парой испытателей,

дали положительный результат. Соединение, собранное основным экипажем в третьем погружении при проверке, было герметичными. Вместе с тем стало очевидным, насколько результат сборки зависит от точности и аккуратности действий экипажа. С таким результатом и ушли в полет.

ХРОНИКА РАБОТ ЭКИПАЖА В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ

После завершения экспедиции посещения ЭП-3-1 на «Салют-7» и отлета корабля «Союз Т-12» в апреле 1984 г. начата орбитальная и бортовая подготовка к ремонтно-восстановительным работам в открытом космосе.

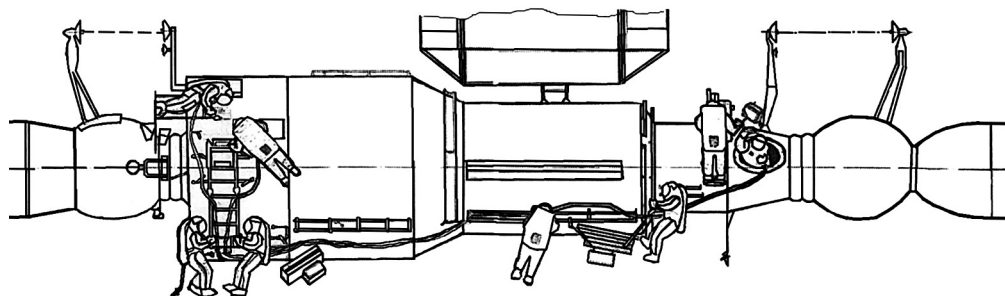
12–13 апреля. Экипаж выполнил ответственную полетную операцию по перестыковке корабля «Союз Т-10» с целью освобождения стыковочного узла АО, сопряженную с многооперационной работой по консервации и расконсервации станции.

17 апреля. Пристыкован «Прогресс-20» с оборудованием для восстановления резервной магистрали ОДУ: внутри грузовика доставлен

Экипаж на борту орбитальной станции «Салют-7». 1984 г.



¹¹ Вакуумно-испытательная станция.



Маршрут перехода и положения космонавтов на рабочих местах на внешней поверхности орбитальной станции «Салют-7»

трап-трансформер и контейнеры с инструментами и приспособлениями. На поверхности «Прогресса-20» установлено рабочее место с поручнями и «якорем» в виде трансформируемой конструкции. Наблюдавший через иллюминатор Владимир Соловьёв доложил на Землю: «Что-то белое мелькнуло, раздался своеобразный звук и конструкция развернулась». Оборудование переместили из «Прогресса» в шлюзовую отсек. В составе оборудования прибыл еще незнакомый космонавтам редукторный ключ-мультипликатор, изготовленный после отлета экипажа на станцию. Подготовительные мероприятия были завершены.

23 апреля. Открыт выходной люк шлюзового отсека. Владимир Соловьёв вышел и закрепился на поверхности шлюзового отсека. Леонид Кизим передает второму устройство стапель для формирования связки, трап, два контейнера с инструментами и приспособлениями и выходит сам. Космонавты собирают вынесенное оборудование в общую связку, присоединяют транспортировочные фалы и двигаются по продольным поручням сначала шлюзового, а затем рабочего и далее АО в следующей последовательности: Владимир Соловьёв – связка – Леонид Кизим. «Одной из особенностей пред-

стоящей операции, – вспоминает Владимир Соловьёв, – было то, что нам пришлось работать на агрегатном отсеке, который расположен на противоположном от шлюзового отсека конце станции. Чтобы добраться туда, требовалось пройти между солнечными батареями, антеннами и другими элементами конструкции станции. И не только пройти, но и пронести достаточно большие контейнеры с инструментами и приспособлениями. Кроме того, необходимо следить за поведением фала-20, предотвращать зацепления,

Л.Д. Кизим работает в открытом космосе. Фото В.А. Соловьёва



прокладывать фал-20 через направляющие приспособления»¹².

«Маяки» со связкой добрались почти до торца АО¹³, где предстояло установить на поручни трап-трансформер. Космонавты разобрали «связку» на составные части, зафиксировали контейнеры и приступили к установке трапа. «Маяки» сориентировали замки трапа на параллельные поручни, стали устанавливать... и тут космос преподнес первый сюрприз: замки не устанавливались, ... выявилось незначительное рассогласование расстояния между замками и параллельными поручнями. Наступила короткая пауза..., после которой последовал доклад: «Замки установлены... после приложения к поручню мужской силы».

Первое звено трапа закреплено на поручнях, второе и третье звено раскладывают по цилиндрической оболочке АО. «Маяк-2» по трапу продвигается к третьему звену, и, находясь на колеблющейся структуре, пробивает массивным пробойником отверстия в оболочке по обе стороны трапа, заводит в них крюки растяжек (ограничивают колебания), но трап так и не стал достаточно жестким. Устанавливаются поручни

¹² Фал-20 – это кабель и стальной трос в одной оболочке длиной 20 м, который обеспечивает бортовое электропитание, связь, телеметрию и страховку скафандра; пристыкован в шлюзовом отсеке и к скафандру; при возвращении с маршрута космонавт последовательно собирал Фал-20 в кольца и навешивал их в приспособление на скафандре. С 1988 г., с переходом на автономное электропитание скафандра на орбитальном комплексе «Мир», космонавты избавлены от такой трудоемкой процедуры.

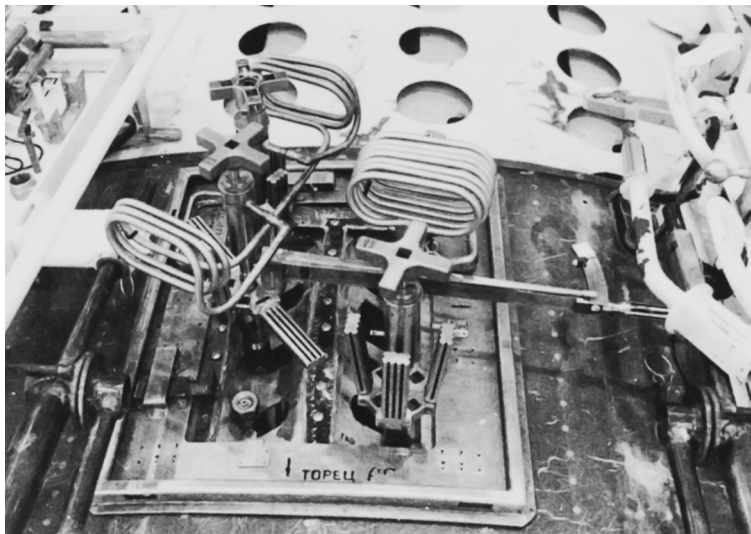
¹³ Валерий Рюмин уже проходил этот маршрут для отделения зацепившейся за мишень антенны КРТ-10 на станции «Салют-6», но шел без большого груза, с двумя инструментами, Владимир Ляхов, находясь на шлюзовом отсеке, вытравливал фал-20, затем выбирал его при возвращении бортинженера к шлюзовому отсеку.

на трапе, контейнеры на поручнях трапа и на поручнях рабочего места на АО. Бортинженер перемещается на рабочее место на «Прогрессе-20». В течение 4 часа 15 минут экипаж вскрыл ниши с горловинами. «Стеклопакет обшивки оказался очень крепкий, – рассказывал о своем ощущении Леонид Кизим, – в воде бассейна ЦПК он легче был».

26 апреля. Владимир Соловьёв во второй раз открыл выходной люк и вышел на поверхность шлюзового отсека. На этот раз он установил на кронштейне телекамеру, направил ее в сторону АО и ЦУП получил ТВ-изображение зоны и процесса работ. Затем из шлюзового отсека вышел Леонид Кизим, «Маяки» перешли на АО, перенесли чехол теплозащиты и заняли уже знакомые рабочие места. Владимир Соловьёв завершает вскрытие ниши с контрольными горловинами и выполняет вскрытие ниши с заправочными горловинами. Устанавливается рамка для крепления чехла теплоизоляции.

Для установки перемычки, подключающей коллектор в обход поврежденного участка магистрали, требуется выполнить вскрытие и подготовку горловин. Но отворачивание накидной гайки с заглушкой горловины не поддавалось. «Мы отворачивали вдвоем, постукивали по гайке – она никак не хотела отворачиваться. Наконец, мы с ней справились с помощью ключа с удлинняемой ручкой. В нем гайка так и застряла, мы ее после никак не могли из него вытащить. Два часа нам эта гайка прикуривать давала» (Л. Кизим). Затем были выполнены остальные действия: извлекли алюминиевую прокладку и клапан из корпуса горловины, ввернули специальный клапан, установили чехол теплозащиты. Время работы составило 5 часов.

По команде О. Атькова был проведен наддув этого участка магистрали азотом и подтверждена его герметич-



Установленные перемычки контрольных и заправочных горловин на объединенной двигательной установке орбитальной станции «Салют-7», а также рамка для крепления чехла ЭВТИ (гидромакет)

ность. После этого стало понятно, что для восстановления функционала резервной магистрали понадобится еще выход в открытый космос.

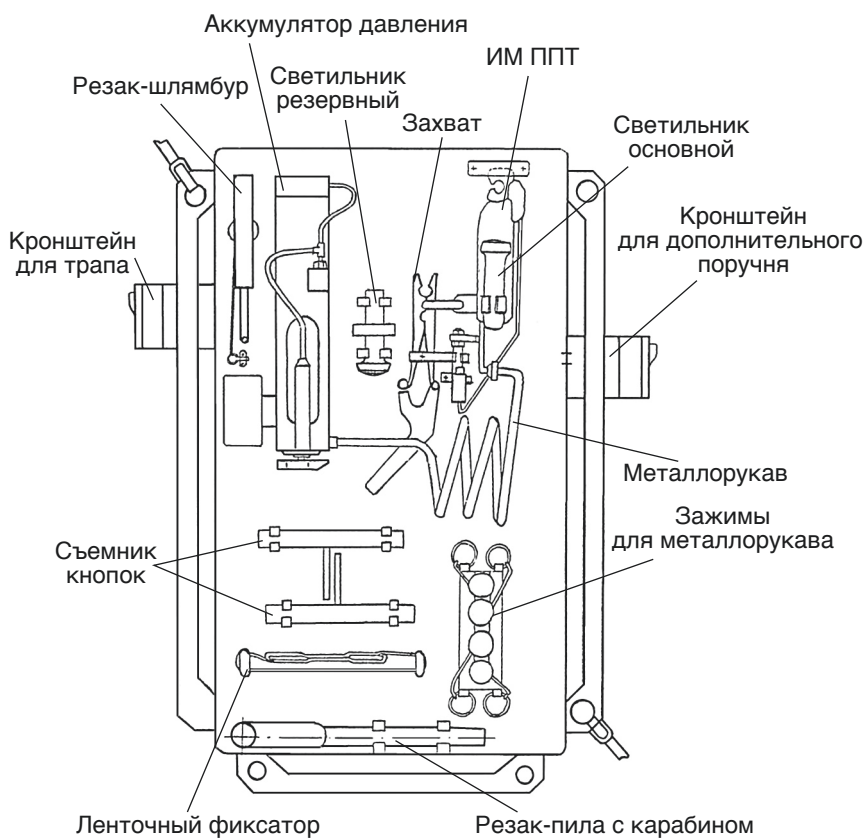
29 апреля. Третий выход в открытый космос продолжался 2 часа 45 минут. Кизим и Соловьёв перешли на рабочие места, перенесли контейнер с приспособлениями и доставили чехол теплозащиты. Без проблем сняли гайку с заглушкой с горловины, смонтировали перемычку, проверили герметичность соединений, вскрыли вторую заправочную горловину, ослабили затяжку гайки с заглушкой на третьей заправочной горловине, установили теплозащитный чехол.

4 мая. Четвертый сеанс ВКД продолжался 2 часа 45 минут. Космонавты вскрыли и подготовили третью заправочную горловину, смонтировали перемычку между второй и третьей заправочной горловиной, затянули гайки моментным ключом, проверили герметичность всей восстановленной магистрали, установили теплозащитный чехол. Контейнеры с инструментами и приспособлениями были зафиксированы на конструкциях рабочего места на «Прогрессе-20» для утилизации.

ЗАВЕРШАЮЩИЙ ЭТАП ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОДУ

По результатам бортовых тестов и анализа гидросхемы выявилась необходимость перекрытия еще одного трубопровода. Все условия для проведения восстановительных работ в открытом космосе могли быть соблюдены лишь в первой половине августа 1984 г. После рассмотрения разных вариантов выход назначили на 8 августа. На подготовку всего комплекса работ отводилось 106 суток.

Намеченный к перекрытию трубопровод не содержал арматуры, которую можно было использовать для этой цели. Решение нашли в том, чтобы силой герметично пережечь, деформировать, сплющить трубопровод и надежно зафиксировать это состояние. Для реализации такого подхода требовалось провести материаловедческие исследования, конструкторские разработки, изготовление и испытания оборудования, а также подготовку экипажа, находящегося на борту станции. Во-первых, необходимо было экспериментально оценить пластичность или

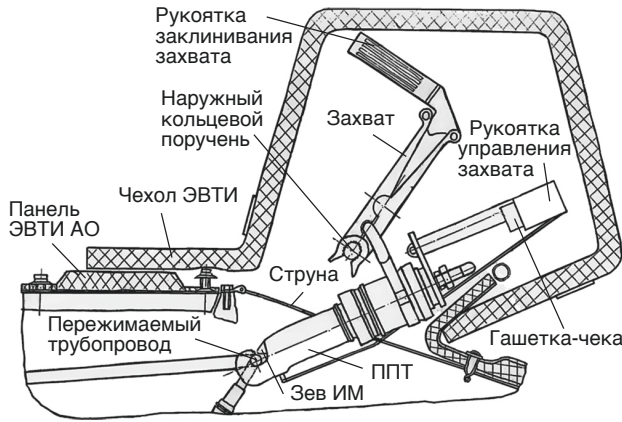


Контейнер с оборудованием для пережата трубопровода

хрупкость материала трубки, риск появления микротрещин в зоне пережатия и утери герметичности, необходимость защиты от развития коррозии, определить величину усилия для полного сплющивания трубки. Во-вторых, разработать устройство с силовым приводом, развивающим необходимое усилие пережатия трубки, а также фиксацию полученного состояния. С учетом положительных результатов металловедческих исследований было создано два устройства пережатия трубопровода: с приводом на материале с «памятью» формы и пневмопресс с аккумулятором давления, которые многократно были испытаны на образцах трубки, идентичных штатной. В результате выбран был пневмопресс.

Одновременно развернулась подготовка средств фиксации для обустройства рабочего места на торце АО в зоне локации намеченного к пережатию трубопровода: дополнительный поручень для крепления пневмоаккумулятора давления, «Якорь»¹⁴ со средствами крепления на кольцевых поручнях АО, а также трап-трансформер, примененный на первом этапе. Макет АО в гидролаборатории ЦПК дооснастили фрагментом трубопровода и щитом теплоизоляции, испытатели отработали в гидроневесомости технологию монтажа элементов рабочего места,

¹⁴ Площадка, фиксирующая ноги космонавта на внешней поверхности орбитальной станции во время работы в открытом космосе.



Устройство пережатия трубопровода в рабочем положении под чехлом ЭВТИ

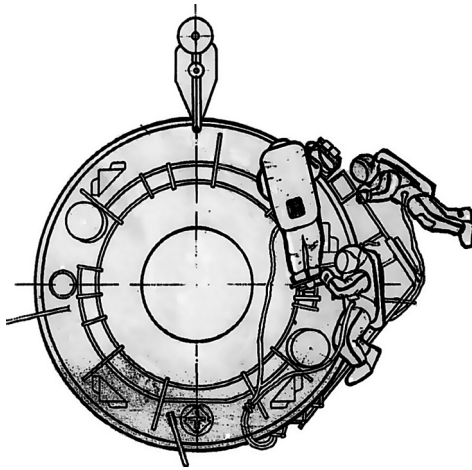


Схема положения космонавтов на рабочих местах для пережатия трубопровода в агрегатном отсеке орбитальной станции «Салют-7»

демонтажа и обратной установки теплоизоляции и методику действий исполнителя по применению пневмопресса.

Подготовлены учебно-тренировочные средства и видеофильм для доставки на борт станции, освоения экипажем нового для них инструмента и методики действий по пережатию трубопровода. Кроме того, Владимир Джанибеков, член экипажа посещения на корабле «Союз Т-12», перед полетом

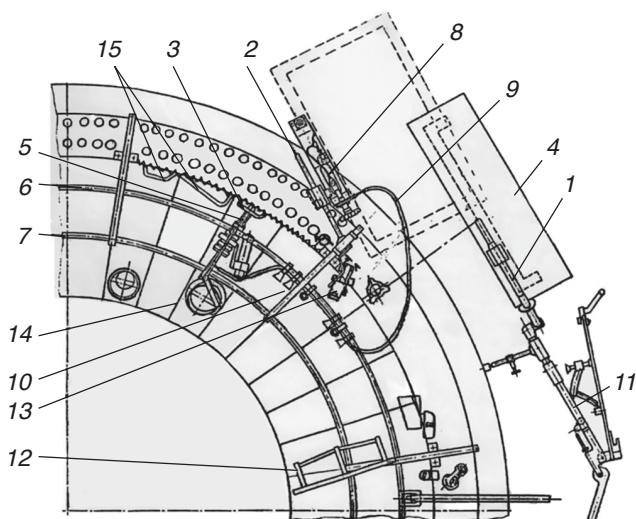
изучил технологию и оборудование предстоящей ВКД для передачи знаний экипажу третьей основной экспедиции при личной встрече. 6 мая прилетел грузовой корабль «Прогресс-21», доставивший

дополнительные панели солнечных батарей. 18 мая космонавты Л. Кизим и В. Соловьёв выполнили выход и в течение 3 часов 5 минут смонтировали две дополнительные панели, на что в предыдущей второй основной экспедиции (В.А. Ляхов и А.П. Александров) ушло два выхода. Сказался приобретенный опыт ВКД. 26 мая был отстыкован «Прогресс-21», а 30 мая состыкован «Прогресс-22», в составе которого находилось оборудование для ВКД. 15 июля «Прогресс-22» был отстыкован. 18 июля корабль «Союз Т-12» с четвертой экспедицией посещения (В.А. Джанибеков, С.Е. Савицкая, И.П. Волк) доставил пневмопресс, элементы нового рабочего места, тренировочные фрагменты трубопровода, методические материалы. 25 июля В.А. Джанибеков и С.Е. Савицкая выполнили ВКД, проведя эксперимент по ручной резке, сварке и пайке. Корабль «Союз Т-12» отстыковался 29 июля 1984 г. и его экипаж возвратился на Землю.

Экипаж третьей основной экспедиции сосредоточился на подготовке к завершению восстановления ОДУ. Рассказывает Светлана Савицкая – первая женщина-космонавт, выполнившая ВКД, член экипажа «Союз Т-12»: «В один из последних дней пребывания нашего экипажа на «Салюте» самый большой отсек станции превратился

Схема расположения оборудования в зоне пережатия трубопровода:

- 1 – поручень трапа;
- 2 – дополнительный поручень;
- 3 – пережимаемый трубопровод;
- 4 – контейнер с оборудованием;
- 5 – исполнительный механизм;
- 6, 7 – кольцевые поручни;
- 8 – пневмоаккумулятор давления;
- 9 – металлорукав;
- 10 – зажим;
- 11 – трап;
- 12 – «Якорь»;
- 13 – механизм зачековки антенны;
- 14 – струны;
- 15 – перерезаемые нитки



в учебный класс. На стенке были развешены наглядные пособия, которые мы привезли с собой, и Владимир Александрович (Джанибеков), как заправский лектор, стал объяснять ход предстоящих работ. Кизим и Соловьёв не только познакомились с методикой будущей работы, но и неплохо потренировались. Первые репетиции они провели в полетных костюмах, а на “генеральную” вошли в скафандры». В своем интервью после полета космонавты отметили: «Этот опыт ценен тем, что экипажу пришлось обучаться некоторым операциям “с ходу”, уже на борту космической станции» (ЗиВ, 1985, № 2).

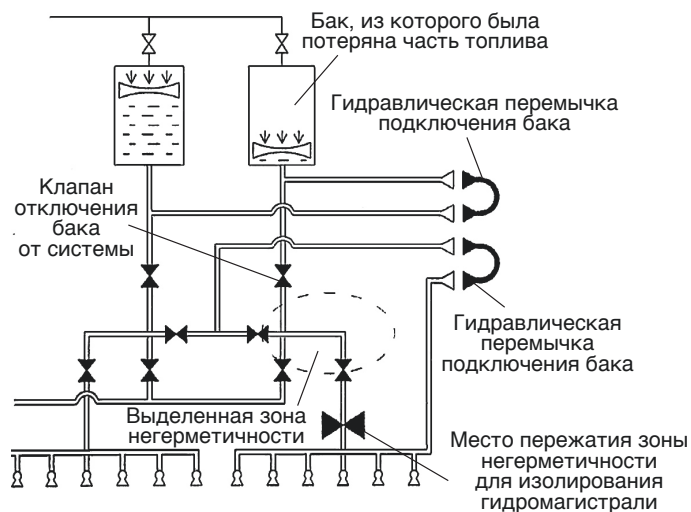
Точно по плану полета 8 августа был открыт люк, космонавты вышли из шлюзового отсека и переместились к торцу АО.

Наступает момент для наиболее ответственных действий, от которых зависит успех всей работы. После комплекса подготовительных операций набрана полная готовность для выполнения главной – пережатия трубки. Недопустима ошибка в выборе трубопровода, что зависит от самообладания и точности действий В. Соловьёва.

Л. Кизим поворачивает вентиль пневмоаккумулятора давления. Трубопровод перекрыт! Функционал топливной магистрали ОДУ «Салюта-7» восстановлен!

ИТОГИ РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ОДУ

Полет экипажа третьей основной экспедиции в течение 237 суток стал рекордным по продолжительности для своего времени, в период ее работы были приняты две экспедиции посещения и разгружены пять грузовых кораблей, впервые на станции работали шесть человек. Выполнено шесть ВКД в течение одной экспедиции, что стало наивысшим достижением для своего времени не только отечественной, но и мировой космонавтики. На восстановление ОДУ было затрачено 19 часов в пяти сеансах ВКД. Кроме того, экипаж смонтировал две дополнительные панели солнечных батарей, а также выполнил уникальную задачу по отделению фрагмента солнечной батареи для возврата на Землю. В течение полета экипажем была выполнена объемная



Фрагмент гидросхемы с восстановленной топливной магистралью объединенной двигательной установки орбитальной станции «Салют-7»

научная программа, основными направлениями которой стали геофизические, астрофизические, биологические, биотехнические исследования, эксперименты по медицине и материаловедению.

Работы по восстановлению ОДУ были начаты всего лишь в девятом, после первого, выходе человека в открытый космос. Большинство работ, реализованных в 9, 10, 11, 12 и 14 ВКД, содержали новации, задающие вектор развития ВКД как на ближние, так и на более отдаленные перспективы. К таковым можно отнести:

- оперативная наземная подготовка с созданием новых нетривиальных технологий и оборудования для их реализации в открытом космосе;
- возможность и результативность переноса экипажем по станции габаритных и массивных грузов с соблюдением мер предосторожности от контактов с внешними чувствительными объектами;
- оборудование непредусмотренных рабочих мест экипажа с фиксацией, обеспечивающей космонавтам возможность действовать обеими руками;
- вскрытие и удаление фрагментов оболочки;

– кондиционная сборка экипажем герметичных соединений в жидкостной системе;

– применение космонавтами инструментов с дозированием усилий по шкале инструмента;

– освоена тонкая операция закручивания деталей внешних и внутренних резьбовых соединений;

– выполнение работ на теневых участках орбиты при искусственном освещении.

Результаты выполненных работ являются показателем возможности трудовой, продуктивной деятельности человека в открытом космосе. Очевидны перспективы планирования аналогичных, более сложных и объемных работ ВКД при освоении космического пространства.

Тенденция к нарастанию сложности, габаритных размеров и сроков активного существования обитаемых космических объектов и необходимость в расширении возможностей ВКД устойчиво сохраняется в мировой космонавтике. Выход членов экипажа из обитаемых герметичных отсеков является одним из сложных, напряженных, связанных с повышенным риском участков полета для космонавтов и вы-

сочайшей степени ответственностью для специалистов наземных служб, которые создавали и отработывали технику, готовили экипаж, обеспечивали управление станцией на этом участке полета. Разработчики и испытатели оборудования и технологии ВКД, космонавты, все те, кто отработывал и осуществлял на практике программы ВКД, осознавали определенную ответственность перед будущим. Ведь их трудом закладывались основы и выбирались векторы развития ВКД, которые могли определить уровень и состояние ВКД на годы вперед. Эффективные образцы оборудования и рациональные методические приемы ВКД, разработанные в 70–80-е годы и подтвержденные в реальных полетах, используются не один десяток лет.

Результаты ВКД в целом являются продуктом коллективной деятельности подразделений и специалистов РКК «Энергия» и смежных предприятий. Интегрирующие и координа-

ционные функции по всестороннему обеспечению ВКД – от проектной постановки задач до реализации в полете – осуществляет РКК «Энергия». ВКД как особый вид операций в космосе всегда находилась под пристальным вниманием руководителей полета с личным опытом ВКД (А.С. Елисеев, В.В. Рюмин, В.А. Соловьёв), руководства РКК «Энергия» и Совета главных конструкторов.

Со времени описанных событий прошло 38 лет. Для участников этих работ – это не прошлое, а расширенное настоящее. Сохранилось не только тренировочное оборудование, но и практический опыт еще активно работающих специалистов «Энергии», которые готовили и осуществляли эти уникальные работы.

За исторически короткий период ВКД из научно-технического прогноза стала инженерной реальностью современного этапа освоения космического пространства.



**А вы отправили
обязательный
экземпляр?**

Издательство «Наука» предлагает организациям и независимым издателям услугу по отправке Обязательного Электронного Экземпляра в Российскую государственную библиотеку и Российскую книжную палату

При размещении научных, научно-популярных книг и журналов в Электронной библиотечной системе Издательства «Наука» (libnauka.ru) данную услугу мы предоставляем бесплатно
Задать вопрос и узнать о стоимости услуги вы можете по адресу cee@naukaran.com

Реклама

САМАЯ ЧИТАЕМАЯ ПОСЛЕ БИБЛИИ КНИГА В ГЕРМАНИИ XIX ВЕКА

Первый и второй том «Космоса» Александра фон Гумбольдта

ИОГАНСОН Лидия Ивановна,

кандидат геолого-минералогических наук

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

DOI: 10.7868/50044394822020062

Человек не может воздействовать на природу, не может завладеть никакой из ее сил, если не знает законов природы, не умеет измерять и вычислять их. Знание и изучение суть радость и право человечества; они суть части народного богатства и нередко замена благ, слишком скудно распределенных природой.

А. Гумбольдт

Свое главное произведение «Космос» немецкий географ, натуралист и путешественник, один из основателей географии как науки Александр фон Гумбольдт (1769–1859)¹ создавал на протяжении нескольких последних десятилетий. Этот обобщающий труд, подводящий итоги как сумме научных знаний своего времени, так и собственным научным воззрениям, «дело своей жизни» – знаменитый естествоиспытатель писал вплоть до последних дней, так и не успев его закончить. При жизни автора вышли в свет четыре тома (1845, 1847, 1851, 1858), пятый том был издан посмертно (1862). Предыстория «Космоса» начинается гораздо раньше работы над книгой. Первые мысли о подобном произведении, охватывающем все известные знания о мироздании, «физике мира», и имеющем популярное изложение, возникли у совсем молодого ученого в 1796 г., еще до Американской

экспедиции (1799–1804). В 1808 г. была опубликована книга «Картины природы с научными пояснениями»², содержащая многие аспекты будущего «Космоса»³. Присущая Гумбольдту склонность к популяризации науки вылилась позднее в ряд докладов, которые были прочитаны для узкого круга в Париже в 1825 г. В Берлине это начинание получило дальнейшее успешное развитие в виде двух циклов лекций с широким резонансом: между 3 ноября 1827 г. и 26 апреля 1828 г. в Берлинском университете Гумбольдт прочитал 61 лекцию, а в самом большом берлинском общедоступном зале Певческой академии с 6 декабря 1827 г. по 27 апреля 1828 г. – 16 лекций. Эти выступления стали ярким событием в общественной

² *Ansichten der Natur mit wissenschaftlichen Erläuterungen.*

³ *Humboldt A. von. Ansichten der Natur mit wissenschaftlichen Erläuterungen. Bd 1. Über die Steppen und Wüsten. Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse. Über Wasserfälle des Orinoco, bei Atures und Maypures. Tübingen: J.G. Cotta, 1808.*

¹ *Есаков В.А., Маркин В.А. Александр фон Гумбольдт // Земля и Вселенная. 2000. № 2.*

жизни Берлина, на них «приходили не только студенты, профессора и учителя; среди слушателей случалось находить самому королю и членам королевской семьи; здесь часто бывали политические деятели, известные художники и архитекторы; в зале сидели князья и ремесленники, офицеры и буржуа, мужчины и женщины – все устремлялись в Певческую академию, чтобы послушать лекции Гумбольдта, о которых судил и рядил весь Берлин»⁴. После завершения лекций Гумбольдту была преподнесена медаль с изображением Солнца и надписью на латыни: «Озаряющий весь мир яркими лучами»⁵.

Представитель известной издательской династии И.Г. Котта (1796–1863) предложил застенографировать и издать этот «великолепный курс о чудесах природы» в виде отдельной книги, но Гумбольдт отказался. Предложение было заманчиво, в том числе и в материальном отношении, но автор полагал, что его лекции не готовы для публикации. Однако это послужило действенным стимулом для переработки имеющегося материала в книгу. Итак, с начала 1830-х годов он начинает работать над научно-философским трудом с предварительным названием «Очерки физического мироописания»⁶.

К 1834 г. возникло другое, окончательное название работы «Космос»⁷. В письме от 24 октября 1834 г. к близкому другу, писателю и дипломату Карлу Августу Варнгагену фон Энзе (1785–1858) Гумбольдт писал: «Я имею безумное намерение изобразить весь материальный мир, все, что мы зна-



А. фон Гумбольдт в период работы над первым томом «Космоса». В руках у Гумбольдта рукопись будущей книги. Художник Йозеф Карл Штиелер, 1843 г.

ем о явлениях небесных пространств и земной жизни, от туманных звезд до мхов на гранитных скалах – и все это в одной книге, которая бы и пробуждала интерес к предмету живым доступным языком, и отчасти служила отдохновением для души. Каждая большая и важная идея, где-либо промелькнувшая, должна быть здесь зафиксирована. Книга должна воссоздать целую эпоху истории духовного развития человечества и его познания природы. Я хотел сначала назвать ее “Книга природы” как назвал свое сочинение Альберт Великий. Потом я выбрал “Космос”. Конечно, это слово громкое, не без известной напыщенности, зато разом оно обозначает небо и землю» [цит. по⁸].

⁴ Скурла Г. Александр Гумбольдт. М., 1985. С. 196.

⁵ *Illustrans lotum radiis splendentibus orbem.*

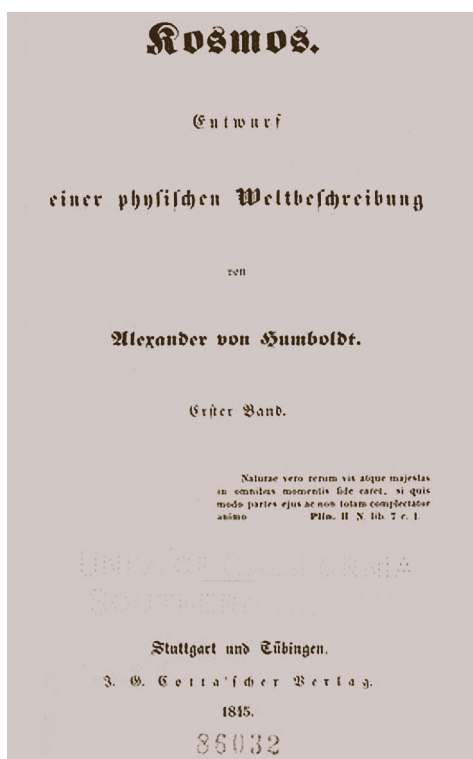
⁶ «Essai sur la physique du monde».

⁷ «Kosmos: Entwurf einer physischen Weltbeschreibung» – «Космос. Проект физического описания мира».

⁸ *Энгельгардт М.* Александр Гумбольдт: Его жизнь, путешествия и научная деятельность. М.: Директ-Медиа, 2016. С. 121.



Автопортрет. Париж, 1814 г.



Титульный лист первого немецкого издания «Космоса», 1845 г.

Первый том «Космоса» вышел в издательстве «Котта» в Штутгарте в 1845 г. Во введении Гумбольдт сделал характерное признание: «На позднем закате многоволновавшей жизни я передаю немецкой публике сочинение, план которого почти столетия носился в моей душе. В иные минуты я считал исполнение этого творения невозможным: оставив его, я опять, быть может, неосторожно, возвращался к нему. Посвящаю его моим современникам с робостью, которую должна внушать мне справедливая недоверчивость к моим силам. Я стараюсь забыть, что долго ожидаемые сочинения всех менее встречают снисхождение. Главным моим побуждением всегда было стремление обнять явления внешнего мира в их общей связи, природу, как целое, движимое и оживляемое внутренними силами»⁹. «Космос» пользовался сенсационным успехом у немецкой публики, книга неоднократно переиздавалась и мгновенно раскупалась, а в дни празднования 100-летия Гумбольдта ее издатель признал, что это самая читаемая книга в Германии после Библии.

Многотомный научно-философский труд «Космос» – произведение особенное. Его специфика заключается не только во внушительной сводке научных сведений, но и в способе подачи материала, и, пожалуй, именно вторая особенность сделала его столь знаменитым. «Отдохновение для души» читателя было для автора, очевидно, не менее важно, чем ознакомление его с физикой Вселенной, что определило своеобразный научно-художественный жанр «Космоса». Так определил его первый аналитик русского перевода

⁹ Гумбольдт А. фон. Космос: Опыт физического мироописания / Пер. с нем. Н. Фролова. 2-е изд. М.: Тип. А. Семена, 1862–1863. Ч. 1. 1862; ч. 2. 1862; ч. 3. 1863. С. III.



Берлинский университет. Гравюра Альберта Пэйна, 1850 г.

книги философ и культуролог Н.Я. Данилевский, назвав при этом научную дисциплину эстетической географией. Автор биографии А. Гумбольдта В. Сафонов также называет «Космос» эстетической географией, книгой географической лирики, добавляя при этом: «Какими бесцветными, серыми, равнодушно-тяжеловесными вещами заполняются и сейчас научные журналы, будто они написаны совсем не о том прекрасном, радостном, сверкающем мире, в котором мы живем»¹⁰. С сожалением следует отметить, что этот термин не прижился в научном обиходе, равно как и научно-художественное описание природных явлений.

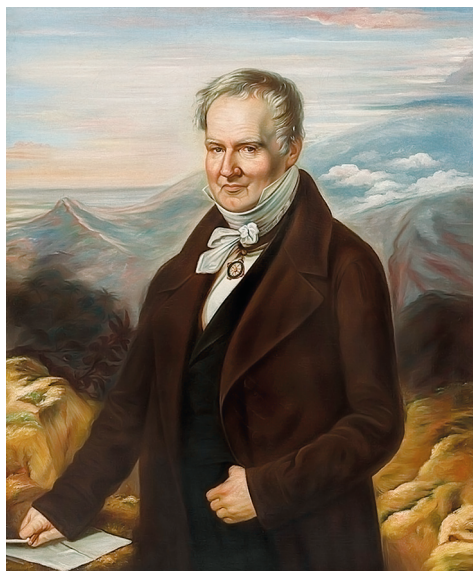
В «Космосе» строгое фактологическое описание небесного и земного устройства оживляется яркими поэтическими образами и чередуется с блестящими

художественно-философскими отступлениями и настоящими вербальными «картинами природы». Именно поэтому обширные цитаты из «Космоса» в данной статье приведены не только для акцентирования важнейших положений Гумбольдта, но и для иллюстрации того завораживающего его былых читателей неповторимого стиля.

Итак, главная цель Гумбольдта была «обнять и описать Вселенную, так, как того требует достоинство величавого слова *Космос*, в смысле всего мира, всемирного порядка и красоты благоустроенного. Да не повредит неизмеримое разнообразие стихий, сталкивающихся в картине природы, гармоническому впечатлению покоя и единства...»¹¹. Задача «обнять явления внешнего мира в их общей связи, природу как целое»,

¹⁰ Сафонов В.А. Александр Гумбольдт. М., 1959. С. 204.

¹¹ Гумбольдт А. фон. Космос: Опыт физического мирописания. Ч. 1. 1862. С. 67–68.



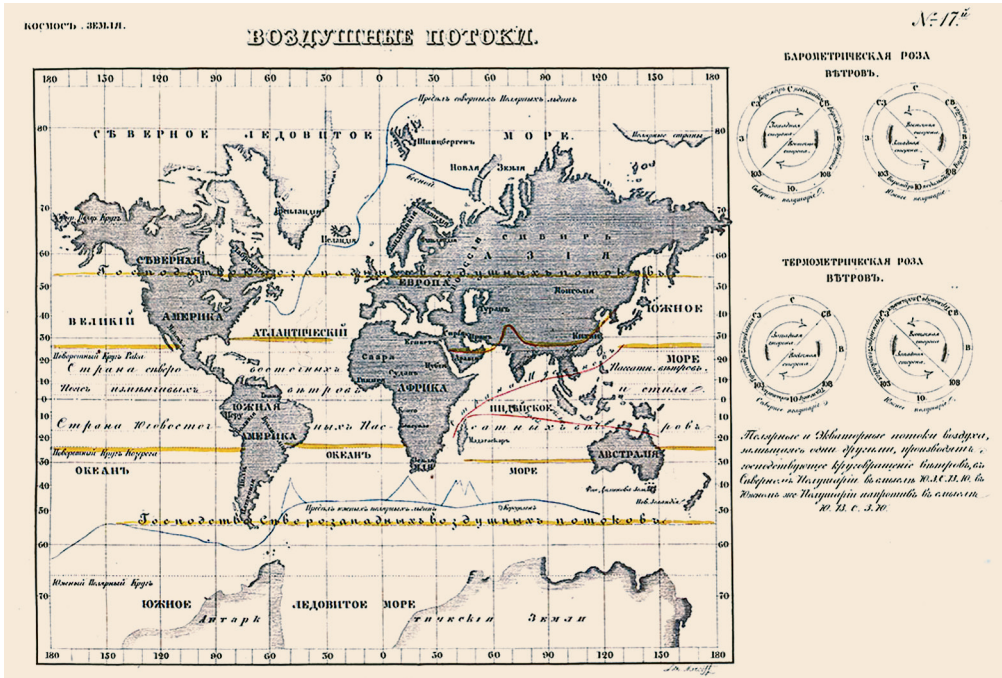
А. фон Гумбольдт. Художник Гаспар Давид Фридрих, 1820-е гг.

была невыполнима без изображения «неизмеримого разнообразия стихий, сталкивающихся в картине природы», а следовательно, и «без строгого изучения отдельных частей естествознания». Поэтому в первом томе своей работы он касается вопросов астрономии, геологии, гидрологии, метеорологии, магнитологии земли, биогеографии, при этом решительно настаивая, что его труд – не естественнонаучная энциклопедия, а именно «физика Вселенной», где частное будет рассматриваемо только в его отношении к целому, как часть всемирных явлений».

Гумбольдт предваряет основной текст специальными «Вступительными размышлениями о различной степени наслаждения природой и об ученом исследовании законов Вселенной», в которых выступает против распространённых предрассудков о том, «чтобы природа утрачивала свою высокую, таинственную прелесть по мере того как исследуется, будто ученое познание необходимо должно охлаждать

чувство, убивать творческую силу фантазии и таким образом расстраивать наслаждение природой... Каждое более глубокое исследование без сомнения ведет ко входу новых лабиринтов... Каждый естественный закон, открывающийся наблюдателю, ведет к заключению о законе высшем, еще неизведанном... Смелому ученому завоевателю и через тысячелетия не «будет тесно во всемирном пространстве». Сожаление Александра Македонского о тесноте земных пределов не может относиться к успехам наблюдений и разума... Общие взгляды возвышают понятие о достоинстве и величии природы; они действуют на дух, очищая и успокаивая его; они как бы соглашают раздор стихий, находя законы их, законы, которые так же царствуют в нежной ткани земных веществ, как и в архипелагах туманных небесных пятен, как и в страшной пустоте скудных мирами небесных пространств... они расширяют наше духовное существование и даже в деревенском уединении приводят нас в соприкосновение с целым земным кругом». В заключение Гумбольдт приводит неожиданное и неизбежное следствие закона человеческого познания, «по которому все истинное, высокое и прекрасное постоянно вступает как бы случайно во взаимодействие с полезным».

Во второй главе «Пределы и методы ученой обработки физического мироописания» Гумбольдт прежде всего останавливается на этимологии слова «космос», приводя различные его толкования, начиная с античности. Принимая во внимание первоначальное «гомеровское» понимание его как красоту и порядок и более расширенное Пифагорова – как всемирный, включающий и небесное пространство, порядок и учитывая последнее его толкование как обозначение Вселенной, Гумбольдт заявляет: «В моем опыте мироописа-



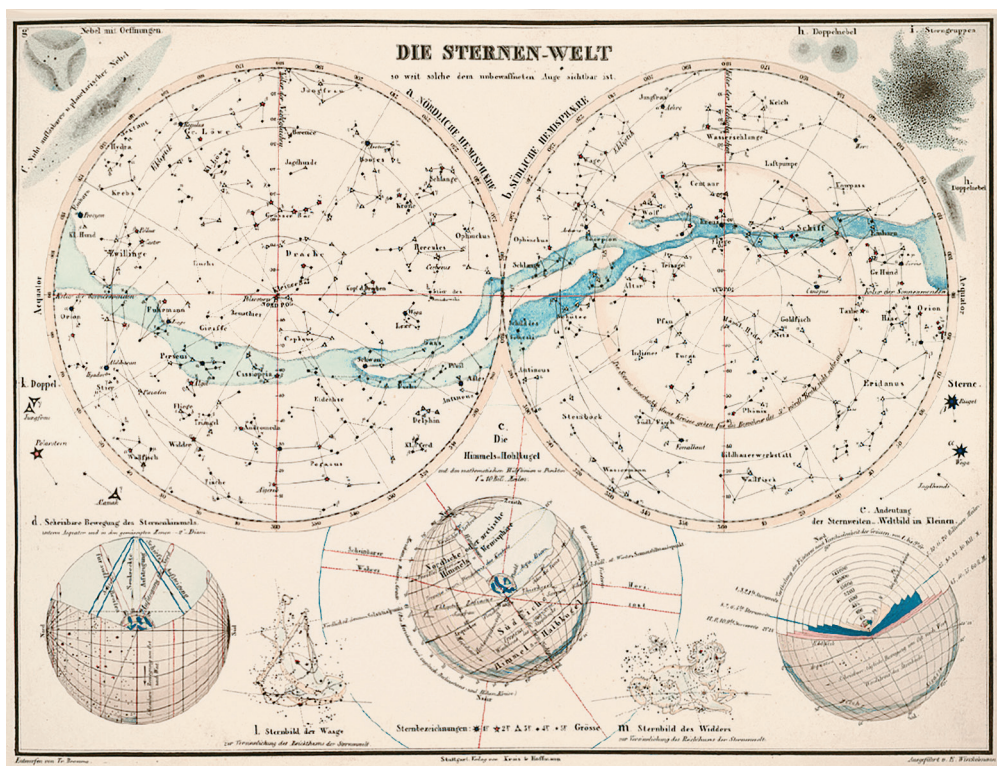
Карта воздушных потоков из иллюстраций русского издания «Космоса» 1862 г.

ния, Космос принят в том значении, какое дано этому слову всеобщим употреблением в послепифагорейское время, я им буду называть небо и землю, весь вещественный мир». Однако, как можно убедиться при чтении книги, «космос» Гумбольдта – это не просто вещественное наполнение Вселенной, но в высшей степени упорядоченная иерархическая система, построенная по законам красоты и целесообразности. Другим уместным названием для книги ему казалась «Космология», разделенная на уранографию и географию, именно этому принципу подчиняется изложение материала в его произведении.

При описании мира Гумбольдт невольно исходит из принципов, восходящих еще к древним научным школам, одна из которых отдавала приоритет числу и движению, а другая – качеству материи и ее превращениям. Таким образом, уранографическая, небесная часть рассматривается Гумбольдтом на

основании положений теоретической астрономии, «подчиненным простым динамическим законам чистого учения о движении». Земная, теллурическая часть мира описывается по законам физики, химии и «органической морфологии». При этом подчеркивается, что картина мироздания дана исключительно по эмпирическим принципам: «Верный духу моих прежних сочинений, как и направлению моих занятий, посвященных опытам, измерениям и исследованию фактов, я, и в этом творении, ограничусь эмпирическим созерцанием. Это единственная почва, на которой я умею твердо двигаться».

Следующие главы посвящены описанию «неба» и Земли. Гумбольдт полагает, что невозможно простое описание природы без подразумевания ее истории; везде, где возможно, в его рассуждениях присутствует «генетическая» составляющая: «Нельзя совершенно отделить описание природы от истории



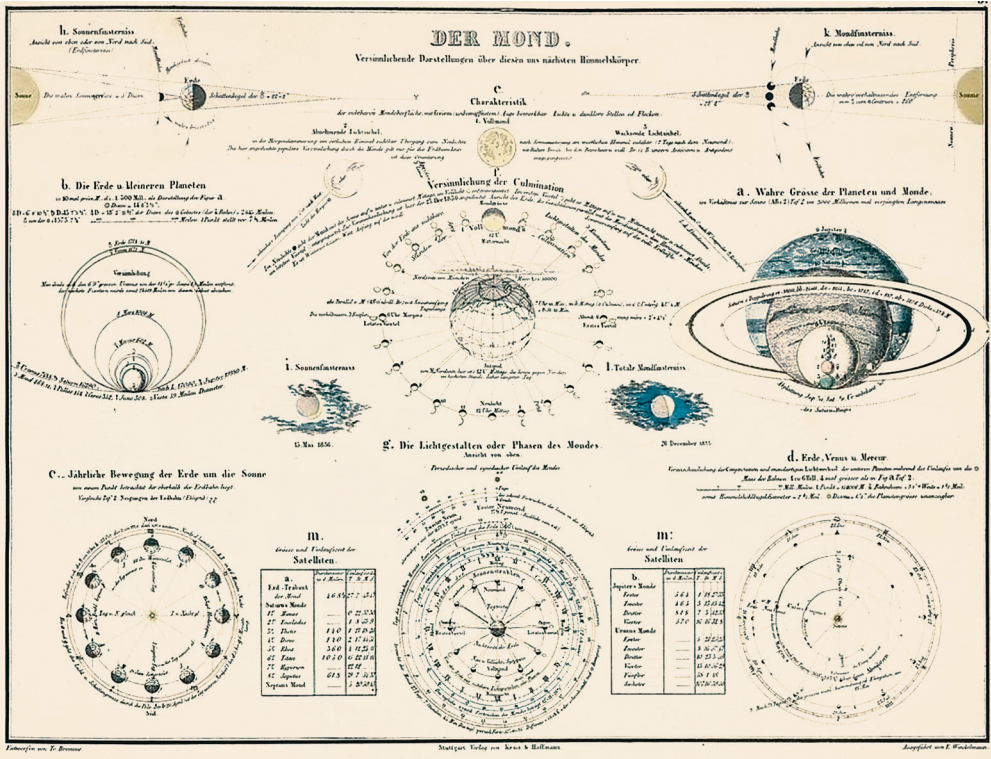
Карта полушарий звездного неба, которая прилагалась к «Космосу» Гумбольдта

природы. Геогност не может обнять настоящего без прошедшего. И то, и другое проникает друг в друга и сливается в картину земной природы. Эти каменные скалы действуют на наше воображение как рассказы прежнего мира. Их форма есть вместе – их история. Бытие в его объеме и внутреннем существе может быть вполне узнаваемым только как нечто сделавшееся».

Под «небом» подразумевается все, что было известно на середину XIX века о всемирном пространстве из астрономии. И хотя Гумбольдт предостерегает сам себя и пытается «избегать опасностей эмпирического избытия», он начинает детальнейшее изложение материала подобно опытному гиду, готовящегося провести беспрецедентную экскурсию по Вселенной, не упуская ни одной известной ему

детали: «Мы проникнем сперва в глубину всемирного пространства, в страну отдаленнейших туманных пятен, потом, постепенно спускаясь сквозь звездный слой, к которому принадлежит наша солнечная система, к земному сфероиду, обтекаемому воздухом и морем, дойдем до изображения его вида, температуры и магнитного напряжения, до жизненного обилия существ, которое, будучи возбуждено светом, раскрывается на его поверхности. Таким образом, всемирная картина не многими чертами обнимает неизмеримые пространства и микроскопические малые организмы, обитающие в наших стоячих водах, или на выветривающейся поверхности скал».

Уранографическая часть выполнена по строго логическому плану, включающему закономерности распределения

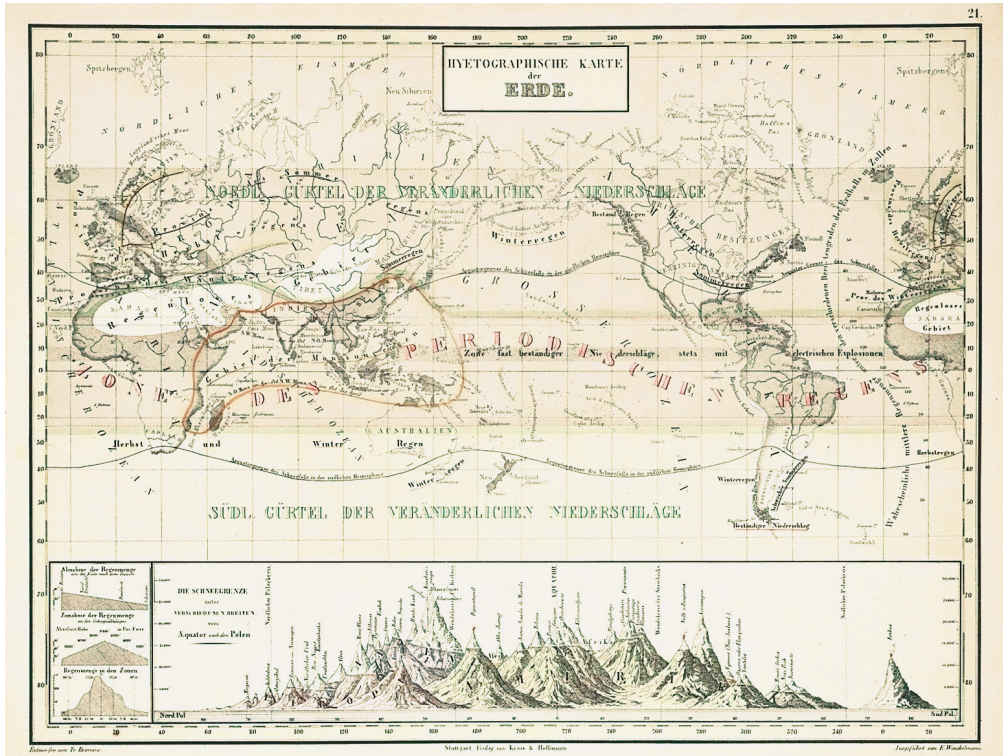


Астрономические иллюстрации к «Космосу»: Луна и ее орбита

вещества материи во Вселенной, виды группирования материи, размеры этих группировок, расстояний и соотношений этих групп. «Как трава в ночи прозябают мириады миров», – слова из сонета своего брата Вильгельма Гумбольдта приводят как образ необъятности и наполненности мирового пространства. Образование отдельных небесных тел в нем происходит благодаря сгущению рассеянной материи, и предполагается продолжающийся процесс его становления Вселенной: «Как в наших лесах мы видим ту же породу дерева в одно время на всех возможных степенях прозябания, и этот вид, это существование различных возрастов производит над нами впечатление непрестанного развития жизни, точно так и в великом саду Вселенной мы видим различнейшие степени постепенного

образования звезд. Процесс сгущения... как бы совершается перед нашими глазами».

Планетные системы, подобные нашей Солнечной системе, широко развиты вокруг других звезд, но наряду со звездами выделяются «сонмы звезд», «шаровидные кучи туманных звезд», «неразлагаемые туманные пятна». Все же межзвездное пространство заполнено тончайшим эфиром, своеобразным телеграфом, сообщающим Землю с другими небесными телами. Не исключается, что все небесные тела представляют тот же в различной степени «сгустившийся эфир». Посланниками внеземного мира являются метеоры, «единственное возможное соприкосновение с тем, что чуждо нашей планете», то, что материально и осязаемо в отличие от всего неземного, которое

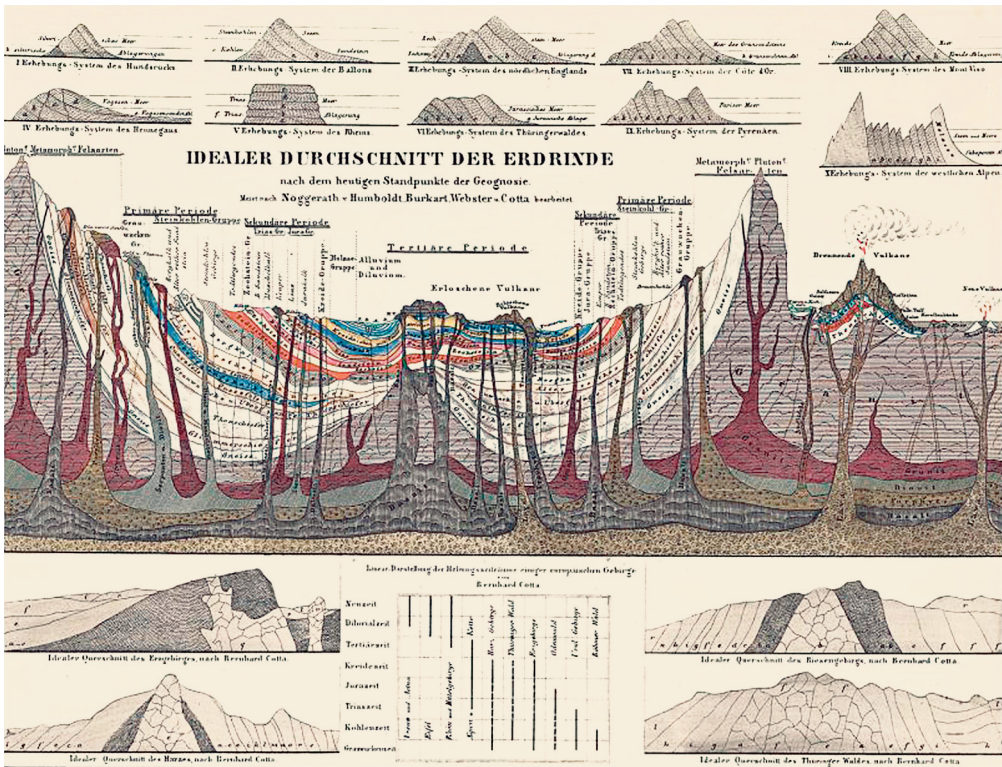


Карта горных образований на Земле и сравнительные размеры гор, которая прилагалась к «Космосу» Гумбольдта

узнается «одними измерениями, вычислениями и умозаключениями».

После мирового пространства Гумбольдт переходит к характеристике Земли: «из страны небесных образований, от детей Урана, спустимся в более тесные пределы детей Геи». Детально описывается форма и размеры Земли, и особое значение придается распределению материковых и водных масс. Более того, сведения об устройстве поверхности Земли предвещаются обещанием «учения о форме и очертаниях земных частей». Подчеркиваются преимущественно океаническое Южное полушарие Земли, сосредоточение материковых масс в Северном полушарии и повсеместный их обрыв на уровне 70° северной широты. Акцентируется сходство в очертаниях южных

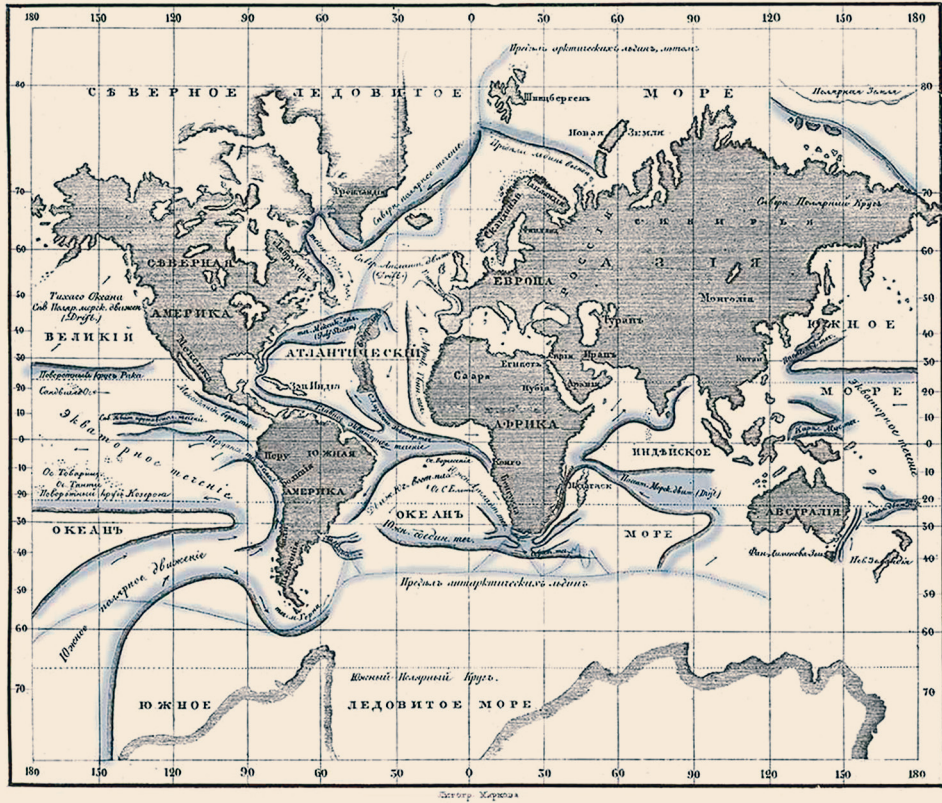
оконечностей главных континентов Земли, включая: «южную оконечность Африки, оконечности Австралии и южной Америки, постепенно приближающиеся к южному полюсу. Новая Зеландия... весьма правильно образует промежуточный член между Австралией и южной Америкой, оканчиваясь также островом... Замечательно еще, что почти под тем же меридианом, под которым в земной массе старого материка находим наибольшее протяжение к югу, и северные берега наиболее простираются к северному полюсу... Пирамидальная форма, которой оканчиваются большие массы земель, повторяется часто и в меньших размерах: не только в Индийском океане (полуострова: Аравия, Индостан и Малакка) но и в Средиземном море...». Однако,



Идеализированный разрез земных оболочек, показывающий ископаемые слои и подземные связи вулканов. Из Атласа, который прилагался к «Космосу» Гумбольдта

перечислив это поражавшее как древних географов, так и современных исследователей *similitudines physicae in configuratione Mundi* (физическое сходство в конфигурации мира) и не найдя объяснения внутренней сущности подобного явления, Гумбольдт признает: «Мы собрали здесь данные, показали аналогию форм в отдаленных полосах земли, но эту аналогию мы не осмелимся назвать законом *форм твердой земли*». Обосновывается образование Земли из расплавленного вещества и расплавленное же состояние внутренней ее части. Влияние горячих недр на отвердевшую кору Земли (толщина которой оценивается в 650 м) продолжается и выражается в вулканической активности, землетрясениях, образовании новых гор и островов, горячих

источников, медленных поднятиях материков, так что «может быть, не существует мгновения, в которое бы твердая земля, которой мы привыкли приписывать неподвижность, не находилась где-нибудь в колебательном движении». Вулканическая деятельность рассматривается как выражение предохранительных мер для освобождения подземных паров и расплавов. Приводятся аргументы в пользу неоднократных геологических переворотов, изменивших поверхность Земли, которая периодически покрывалась морем и осушалась. С крупными геологическими переворотами связаны основные горные системы, самая молодая из которых – Альпийская. Должное внимание уделено истории образования осадочной оболочки

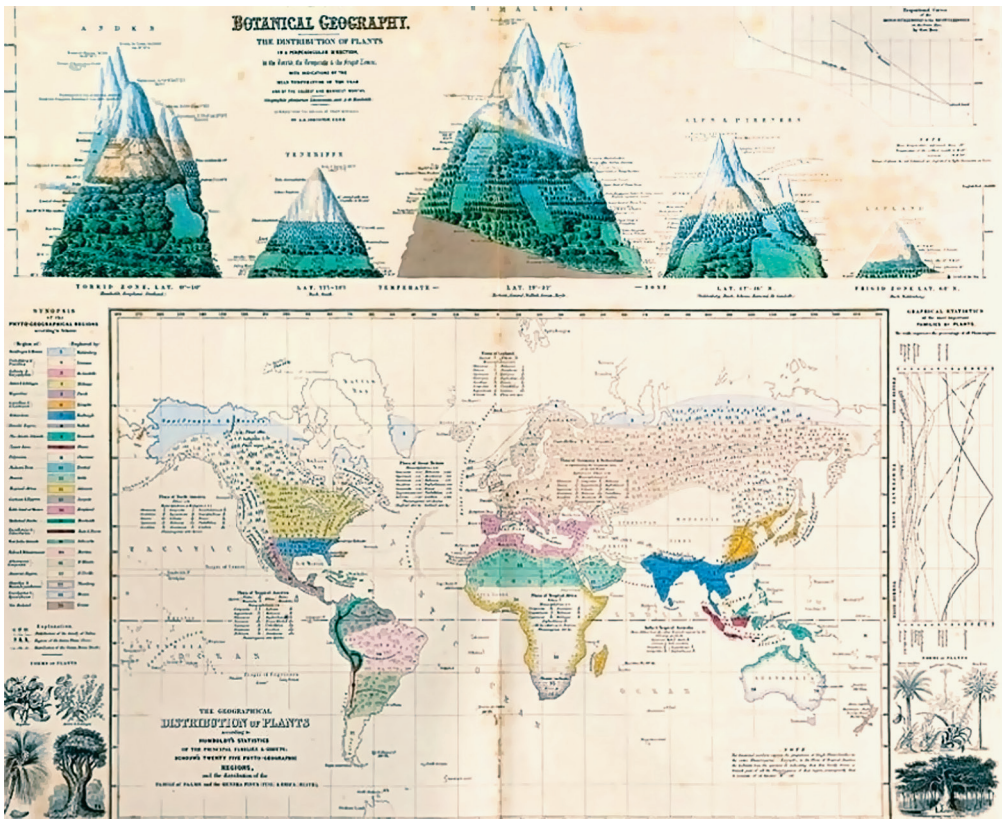


Карта морских течений из русского издания «Космоса» 1862 г.

и роли палеонтологических исследований, которые «придали, как бы живительным дуновением своим, прелесть и разнообразие учению о твердых формациях земной коры». Древнейшими породами называются силурийские или кембрийские, основание их неизвестно: «Эти древнейшие формации, первичные почвы, лежат на гнейсе и на слюдяном сланце; но если на эти две горные породы должно смотреть как на превращенные осадочные первичные пласты, то на чем лежали эти самые пласты? Можно ли осмеливаться делать предположения о предмете, недоступном действительному геогностическому наблюдению? По одному

индийскому первобытному мифу, слон несет землю, но, чтобы он не упал, то его самого несет на себе исполинская черепаха. Правоверным браминам запрещено спрашивать, на чем стоит сама черепаха».

Обращаясь к попытке определить первопричину закономерностей строения поверхности Земли и ее формы, Гумбольдт заключает: «Настоящая фигура земли есть произведение двух причин, действовавших последовательно: первая причина есть проявление подземной силы, которой меру и направление мы называем случайными, ибо мы не в состоянии их определить, и для нашего рассудка они не входят



Карта распределения зон растительности и распространения семейств растений по всему миру, которая прилагалась к «Космосу» Гумбольдта

в круг необходимости; вторая причина заключает в себе все на поверхности земли действовавшие силы, между которыми вулканические извержения, землетрясения, поднятие горных краев и морские течения играли главную роль». В этом заключении обращает внимание «случайность» первой причины – эндогенной активности планеты как, очевидно, не поддающейся удовлетворительному рациональному толкованию.

В книге детально описана гидросфера Земли, охарактеризован круговорот воды между океанами, реками и атмосферными осадками, изложены причины возникновения и динамика великих океанических и воздушных течений,

определяющих разнообразие климатов на Земле. Переходя к разделу о живом веществе планеты, Гумбольдт подчеркивает глубокую связь между животным и растительным миром, поддерживающую динамическое равновесие между ними за счет непрерывного обмена материей и энергией, подобно тому, как это происходит между морем и облаками. Именно в этой части Гумбольдт обращается к расширенному понятию всеоживленности планеты, впервые описанному им в «Картинах природы» (1808) и получившему многочисленные подтверждения за прошедшее со времени опубликования этой работы. Суть всеоживленности планеты, по Гумбольдту, заключается

в повсеместном распространении органической жизни, если рассматривать ее «от простейших клеток, как бы от первого дыхания жизни к ее более высшим развитиям». И если «более высшие развития», т. е. наблюдаемый растительный и животный миры ограничиваются в своем распространении климатическими и поверхностными условиями, то, на первый взгляд, необитаемые покрытые снегом области и находящиеся в «вечной ночи морской глубины» изобилуют своей особой жизнью: «Растения и животные в их общем распределении не останавливаются почти никакой высотой, никакой глубиной... Земля, воздух и вода при различных температурах повсюду оживлены органической жизнью, и она точно так же проникает и во внутренность различных частей животных тел». При этом количественная масса именно мельчайших организмов способна создавать целые пласты в осадочном покрове, равно как и ископаемая флора в виде каменного угля и коралловые постройки, т. е. органическая жизнь может рассматриваться как весомый геологический фактор.

Затрагивает Гумбольдт и статус человека в общей картине и органической жизни, и природы в целом: «Общая картина природы, которую я старался изобразить, останется неполной, если у меня не останется смелости представить тут в немногих чертах и род человеческий в его различных физических оттенках, в географическом распределении современно-существующих типов его, в том влиянии, которые оказывают над ним земные силы и обратно, в том влиянии, хотя более слабым, которое он сам мог иметь на них. Зависимый, хотя и в меньшей степени, нежели растения и животные, от почвы и метеорологических процессов воздушного круга, легко уклоняющийся от сил природы деятельностью

духа и постепенно возвышающимся разумом, как и удивительной гибкостью организма, приспособляющегося ко всем климатам, род человеческий существенно участвует во всей земной жизни. По всем этим обстоятельствам, темная и много оспариваемая проблема о возможности одного общего происхождения всех различных человеческих племен, входит в круг идей, обнимаемых физическим описанием Вселенной». Однако ответа на этот вопрос Гумбольдт не дает, отсылая читателя к разногласию мнений и к наиболее авторитетному, с его точки зрения, мнению своего брата В. Гумбольдта, известного лингвиста и знатока древних языков, который предполагал существование единого общего предка у человечества и равенство всех разновидностей рас и племен с точки зрения их духовных возможностей.

Зато ясно выражена идея о влиянии географической среды на уровень развития определенного человеческого сообщества: «Точно так, как фигура материков... своим внешним расчленением, т. е. разнообразно извилистыми береговыми очертаниями имеет благодетельное влияние на климат, торговлю и успехи образованности, и другой род внутреннего расчленения, вертикальное, навесное возвышение почвы (горные цепи и возвышенные плоскости) влечет за собой не менее важные последствия. Все, что на поверхности планеты, в обители человеческого рода порождает изменение форм и многообразие их, ... все придает народной жизни особенный характер. Покрытые снегом высокие горы препятствуют сообщениям, смешение же низких отдельных горных групп с низменными равнинами, так счастливо развившиеся в западной и южной Европе, разнообразит метеорологические процессы и произведения растительного царства; тут для каждой полосы земли

требуется особенная обработка даже под одинаковыми градусами широты, и таким образом порождаются новые нужды, удовлетворение которых возбуждает деятельность жителей. Так те же страшные перевороты, которые внезапными поднятием одной части окисленной земной коры возвысили мощные горные кряжи, по восстановлению покоя, послужили к обогащению материков обоих полушарий обилием прекрасных, разнообразнейших и индивидуальных форм, отстранению от пустынного однообразия, удручающего физические и умственные силы человечества». В этом отношении Гумбольдт – сторонник и последователь идей своего современника, выдающего немецкого географа К. Риттера (1779–1859), развивавшего экстремально радикальную позицию в отношении того значения, которое он придавал условиям среды для общественно-экономического развития человечества.

Обратим внимание на два положения Гумбольдта, как бы обрамляющих весь корпус излагаемых сведений, важных с точки зрения некоторых научных направлений. Предваряя свое описание «физики мира», автор ставит пределы его возможностям: «Физика, как означает ее название, ограничивается объяснением явлений материального мира, – объяснением свойств материи. Последняя цель опытных наук есть отыскание законов и последовательное, постепенное обобщение их. Все, что переступает за границу этих познанных законов, не принадлежит к области физики Вселенной, принадлежит другому, высшему разряду умозрений». Завершает же он свое изложение физики мира заявлением, перекликающимся с первым и жестко его уточняющим: «Законы другого, таинственного рода, властвуют в высших сферах жизни органического мира: в законах рода человеческого, много-

образно-деятельного, одаренного силой духа, созидającego язык свой. Физическая картина природы указывает границу, за которой начинается сфера разума и где далекий взгляд погружается в другой мир. Она (картина природы) указывает эту границу и не переступает ее» [Гумбольдт, 1862. С. 25, 317]. Эти мысли ученого весьма показательны и значимы в связи с возникшими позднее многочисленными спекуляциями на тему сферы разума, трансформировавшейся, в конце концов, в ноосферу, что стало особым направлением в отечественном природоведении после краткого (не разъясненного) замечания В.И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу¹².

Существенным дополнением к основному корпусу излагаемых сведений в книге представляются обширные к ней примечания, где со всем блеском раскрывается эрудиция автора при ссылках и обильном цитировании древних авторов с их представлениями о мироздании. Это находится в странном контрасте с умолчаниями о современном ему состоянии теоретической геологии, несмотря на заявленное обещание не пропустить ни единой значимой идеи. Так Гумбольдт обошел вниманием злободневную проблему времени, когда писалось это произведение, а именно появление концепции униформизма Ч. Лайеля (1797–1875), конкурирующей с господствующей концепцией катастрофизма. Труд Лайеля *Principles of Geology* издан в 1830 г. и был известен Гумбольдту. В «Космосе» есть ссылка на эту работу, но только не в связи с положениями униформизма. Прочитываются симпатии Гумбольдта к катастрофистам, авторитетами для него в геологии были Эли де Бомон (1798–1874) и Леопольд фон

¹² Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991.



А. фон Гумбольдт в своем кабинете в Берлине. Иллюстрация из универсальной энциклопедии Кирилла и Мефодия

Бух (1774–1853), «величайший геогност нашего времени». Более того, не называя имени, он делает определенный выпад по адресу Лайеля, правда, не по поводу униформизма, а в связи с его делением третичного периода, начинающегося эоценом (утренним рассветом). Так, на основании открытий Эренберга (его спутника в путешествии в Россию), он пишет: «Первая группа третичных формаций, лежащих над мелом и которую привыкли называть формацией эоценового периода, не заслуживаем собственно это название – ибо утренний рассвет вместе с нами живущей природы проникает гораздо глубже в историю Земли, чем до сих пор думали»¹³.

¹³ Гумбольдт А. фон. Космос: Опыт физического мироописания. Ч. 1. 1862. С. 278.

Сам он рассматривал «мощные и высокие горные кряжи как свидетели больших земных переворотов», но нигде не связывает с ними катастрофического влияния на органическую жизнь, что было главным пунктом катастрофистов, резюмируя тектонические процессы развития следующим образом: «Все геогностические явления указывают на периодические переходы от деятельности к покою и от покоя к деятельности. Покой, которым мы пользуемся, есть только кажущийся. Землетрясения, колеблющие поверхность земли под всеми небесными полосами, во всякой каменной породе, поднимающаяся Швеция, появление новых островов извержения, не свидетельствуют о тихой, покойной жизни земного шара».

Не упоминает он также имени Л. Агассиса (1807–1873), в связи с выдвиг-

нутой последним гипотезой ледникового происхождения валунов («эрратических камней»). Несмотря на их близкое знакомство и более того, покровительство молодому ученому, Гумбольдт ограничивается заявлением о том, что «эрратические камни, о причине распространения этих последних долго еще будут спорить; мы не столько готовы приписывать эту причину движению ледников и льдин, сколько огромным массам воды, сначала сдержанным в бассейнах, и при поднятии горных кражей, прорвавшимся и низвергшимся вместе с горными обломками».

Гумбольдт в своем «Космосе» предпринял, в общем, беспрецедентную попытку передать не только имеющиеся всесторонние сведения о строении Земли и мирового пространства, но и отразить картину их восприятия в искусстве и науке. В понимании Гумбольдта это были не только самоценные проявления человеческого духа, но и «средства, побуждающие к изучению природы», о которых повествует второй том «Космоса», вышедший в 1847 г.¹⁴ Первая часть этого тома посвящена эстетическому переживанию природы человеком в разные эпохи, отражению этого переживания в литературе (описательная поэзия), изобразительном искусстве (ландшафтная живопись) и ботанических садах (разведение ландшафтных садов). Это интересный анализ литературных произведений, начиная с наиболее древних, и европейской живописи, завершающееся описанием первых ботанических садов.

Так, пантеистическим чувством природы проникнута древняя индийская литература, древнееврейские тексты



А. фон Гумбольдт с картой острова. Гравюра

и в природе отмечают присутствие единого всемогущего Бога; древние аравитяне из-за пустынности своей страны отдавали предпочтение атмосферным явлениям. Переходя к античной эпохе, Гумбольдт корректирует мнение об отсутствии эстетического восприятия природы у греков и римлян: древнегреческие литературные памятники не лишены, но скупы на описания природы из-за доминирования событийной драматургии. Полноценные описания природы появляются с установлением христианства и распространения пустынной жизни, предоставляющей отцам-пустынникам, первым отцам церкви, возможность предаваться созерцанию красот природы, усматривая в них величие Бога и посвящать возвышенные описания отшельнических мест в письмах.

Открытие Америки с ее роскошной тропической растительностью и иными величественными пейзажами произвело колоссальный эффект на европейцев, что не могло не отразиться

¹⁴ *Humboldt A. von. Kosmos – Entwurf einer physischen Welbeschreibung. – Stuttgart; Tübingen: G. Gottaschen. Bd. 1, 1845; Bd. 2, 1847; Bd. 3, 1850; Bd. 3 (Abt. 2), 1851; Bd. 4, 1858; Bd. 5, 1862.*



А. фон Гумбольдт и ботаник Э. Бонплан в амазонских джунглях Южной Америки в 1800 г. Картина Эдуарда Эндера. 1850 г. Бранденбургская академия наук, Берлин

в описательной поэзии. В качестве таковой приводятся отрывки из дневников Колумба с первыми для европейцев открывшимися картинами природы. Живые зарисовки далекого от литературы, но очарованного американскими видами Колумба, по мнению Гумбольдта, превосходят описательную поэзию Бокаччио, Санназара и Сиднея. Под влиянием расширившегося взгляда на природу и ее разнообразие возникла целая литература, в которой природа из некоего второстепенного элемента превратилась в ее главный объект, что особенно видно в произведениях Бюффона, Руссо, Бернардена-де-Сен-Пьера и Шатобриана.

В заслугу художникам-пейзажистам Гумбольдт ставит способность передать индивидуальность пейзажа в зависимости от климата – «принадлежащую ему исключительную физиономию

природы». Отсюда происходят такие понятия как «швейцарская природа», «итальянское небо» и др., обусловленные конкретными приметам страны. Ограничиваясь изображением только европейской природы, такие художники, как Каррачи, Гаспар, Пуссен, Клод Лоррен и Рюисдаль, добились удивительных результатов в передаче красоты и особенностей изображаемой ими природы. Однако, по мнению Гумбольдта, ландшафтная живопись «расцветет новой, еще невиданной полнотой жизни, когда богато одаренные художники чаще будут переступать за тесные границы Средиземного моря»¹⁵.

К особому виду искусства Гумбольдт относит разведение ботанических садов и их воздействие, начиная с пер-

¹⁵ Гумбольдт А. фон. Космос: Опыт физического мирописания. Ч. 2. 1863.

вых итальянских (в Пизе, Падуе и Болонье между 1544 и 1568 гг.), которые познакомили европейцев со «многими изумительными формами» экзотических растений. Воздействие ботанических коллекций Гумбольдт ставит в некотором отношении даже выше пейзажной живописи из-за «владычества действительности над нашими чувствами». Для убедительности он ссылается на собственные детские впечатления от колоссального драконового дерева в берлинском ботаническом саду, которое породило «непреодолимое стремление к далеким странствованиям».

Уже упоминавшийся автор биографии Гумбольдта В.А. Сафонов объясняет, быть может, самое главное достоинство этого произведения, прочитанного им как лирическая исповедь: «Целый раздел посвящен вопросу о том, что побуждает человека изучать природу. За столетие, истекшее с тех пор, было много – и гораздо глубже, чем у Гумбольдта, – сказано о материальных причинах, которые привели к возникновению естественных наук, и о методологии научного творчества. Но никто, кроме Гумбольдта, не дал истории наслаждения природой и философии чувства природы (Naturgefühl). Страницы, посвященные этому во втором томе “Космоса”, множество замечаний, рассыпанных по остальным томам – это, пожалуй, наиболее лирически-интимное, что написано Гумбольдтом. Это ключ и объяснение ко всей его долгой жизни и ко всему его естественнонаучному универсализму. И достаточно прочесть этот раздел “О средствах, побуждающих к изучению природы”, снабженный подзаголовком “Отражение внешнего мира на воображении”, чтобы понять, что это и есть композиционная скрепа всех томов “Космоса”, тот стержень, на котором он держится и благодаря которому стало возможно самое создание

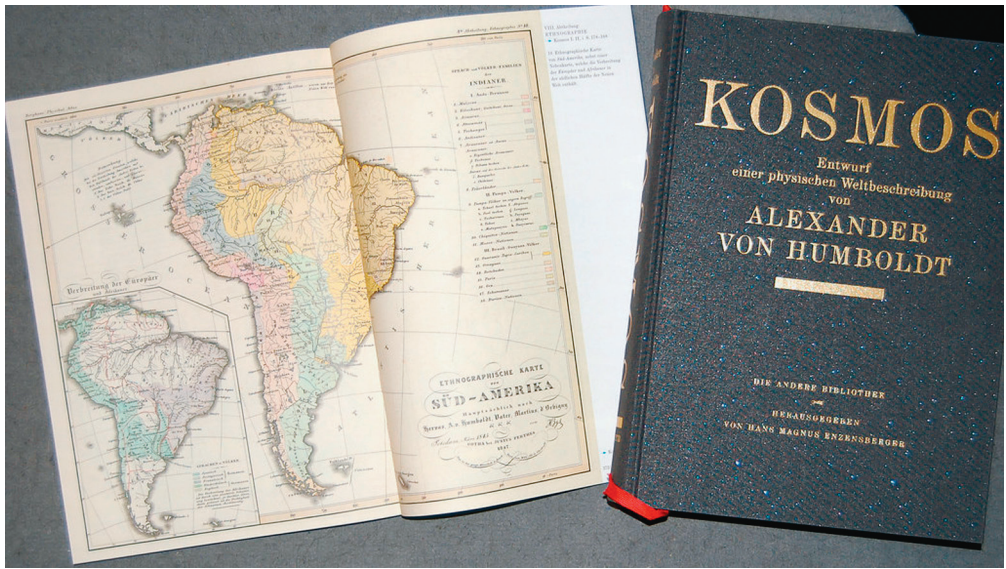


Гумбольдт–ботаник. 1806 г. Портрет работы Фридриха Вейтша. Старая национальная галерея, Берлин

“Космоса”. Это исповедь Гумбольдта-исследователя¹⁶.

Вторая часть второго тома «Космоса» представляет редкостно детальное изложение становления научного представления о мире как важнейшей составляющей истории человечества. Гумбольдт освещает период с античного времени до XVIII–XIX вв., акцентируя отдельные этапы в развитии естественной науки и заслуги выдающихся ее представителей. Первостепенное значение в развитии научных знаний Гумбольдт придает древним грекам, поскольку именно с этих пор получила преемственность в передаче знаний от народа к народу и от поколения к поколению. Поэтому все достижения других древних народов, не вошедшие в сумму греческого знания, как бы не

¹⁶ Сафонов В.А. Александр Гумбольдт. М., 1959. С. 202, 203.



Обложка одного из последующих изданий тома «Космос». В нем открыта карта Южной Америки, где путешествовал Гумбольдт

существовали в процессе развития европейской мысли и стали общим достоянием в поздние времена в качестве исторического багажа¹⁷.

В истории развития научного мировоззрения выделены как ключевые периоды, так и отдельные гениальные прозрения и их авторы, а также важные в этом отношении исторические события, перечисленные ниже.

1. Исследование бассейна Средиземного моря и прилежащих стран. Отсюда распространялось просвещение на весь образованный теперь мир. Античная Греция создала три главные философские школы с различным подходом к пониманию природы. Пифагорейская школа с заимствованиями из учений Египта и Индии основывалась на объяснении природы гармонией чисел и мер, ее можно расценивать как зародыш теоретических исследований с математической доминантой.

Другая школа – физическая школа Фалеса – была прообразом наблюдательного эмпирического направления. Метафизическое направление сосредоточилось в школе Ксенофана Колофонского, получив развитие в различных идеалистических построениях. Подробно и с величайшим почтением обрисована фигура Аристотеля, до которого, по Кьювье, «наука не существовала; она как бы совершенно готовой вышла из головы его, подобно тому, как вышла Минерва во всеоружии из головы Юпитера. Один, без предшественников, не заимствуя ничего из прошедших веков (ибо они не произвели ничего положительного), он открыл и доказал более истин в течение своей шестидесятидвухлетней жизни, чем сколько могли сделать после него в течение двадцати веков (т. е. до XVII столетия...)»¹⁸.

¹⁷ Гумбольдт А. фон. Космос: Опыт физического мироописания. Ч. 2. 1863.

¹⁸ Цит. по: Данилевский Н.Я. Космос. Опыт физического мироописания Александра фон Гумбольдта // Отечественные записки. 1848. Т. 59, № 8. С. 25–62.

А Гумбольдт признает, что лишь мощному, истинно философскому и вместе практическому духу Аристотеля было предоставлено погрузиться с одинаковой любовью в мир отвлеченностей и в неизмеримое богатство вещественно различных органических творений.

2. Походы Александра Македонского, с одной стороны, распространили греческое образование вглубь Азии, а с другой – познакомили древний мир с Азией.

3. Изложена история Александрийской академии с ее библиотеками и достижениями в математике и астрономии. Так, Анаксагор считал размеры Солнца не меньше Пелопоннеса, а Аристарх определил расстояние Луны от Земли в 56 земных радиусов (вместо 60).

4. Римская империя со своими завоеваниями существенно расширила представления о мире, но римляне немногое преуспели в развитии наук.

5. Время могущества и процветания Аравитян, сохранивших для будущих веков то, что совершено древними, и принесших новое средство для изучения природы – опыт. Наставшее время гибели древней античной цивилизации в связи с великими перемещениями народов, подобными, по Гумбольдту, космическим событиям, грозило уничтожением просвещению, но «как будто по какому-нибудь круговороту, подобному тем, которые происходят в физической природе для оживления целого, сохранилось и снова водворилось просвещение. Переводы книг, сделанные несторианцами на этот язык и, в свою очередь, перевели их на арабский. Аравитяне сохранили, таким образом, древнее образование и снова внесли его в Европу», – это уже философ Н.Я. Данилевский выступает соавтором Гумбольдта¹⁹.

¹⁹ Данилевский Н.Я. Космос. Опыт физического мироописания Александра фон Гумбольдта // Отечественные записки. 1848. Т. 59, № 8. С. 25–62.

6. Изобретение книгопечатания в XV в. послужило колоссальным средством для распространения знаний. Вместе с усовершенствованием мореплавания благодаря применению компаса, началось время великих морских открытий в конце XV и начале XVI в., приведших к ознакомлению европейцев почти со всей поверхностью земного шара.

7. Следом за открывшимся ликом Земли наступило время великих физических и астрономических открытий в течение XVII в., что стало следствием изобретения таких инструментов, как телескоп, микроскоп, барометр и других, а одновременно и усовершенствования математического анализа. Это время Кеплера, Галилея и Ньютона, установившее положение Земли по отношению к Солнцу и статус других звезд. С конца XVII в. с великой фигурой Галилея на рубеже варварских и новых веков, по мнению Гумбольдта, наука начинает управлять ходом развития человечества. При перечислении ряда блестящих ученых с их открытиями Гумбольдтом упоминаются и укоренившиеся в современной истории науки имена – и потускневшие, и ушедшие в тень. В первой половине XVI в. Коперник показал истинное устройство нашей планетной системы. В начале XVII в. Кеплер «открыл свои три бессмертные закона, управляющие движением планет». Изобретение телескопа позволило Галилею, Симону Мариусу, Фабрицию и другим глубже проникнуть в звездное пространство, и затем последовало великое открытие Ньютона. Тогда же Гримальди, Гюйгенс и Ньютон основывают оптику, Джильберт – магнетизм; Отто Герике – электричество, Грю, Мальпиги, Швамердам и Лёвенгук с помощью микроскопа открывают микромир, Майов и Бойль высказывают правильные понятия о главнейших химических

процессах; Лейбниц предлагает геологическую гипотезу, довольно близкую к принимаемой в настоящее время теории; Ньютон и Лейбниц открытием счисления бесконечно малых величин дают новые средства математическому исследованию природы.

Для своего XIX в. Гумбольдт усматривает дальнейшие насущные задачи для успешного развития науки в объединении международных усилий, в создании постоянных, долговременных и повсеместных наблюдений, на-

пример, магнитных и метеорологических, одновременно производимых на всей поверхности земного шара. В этой связи можно напомнить о его настоятельных рекомендациях установить сеть магнитометрических обсерваторий в России во время его путешествия в нашу страну в 1829 г.²⁰, что и было выполнено в течение ближайших последовавших лет.

Значение развития науки Гумбольдт рассматривает не только как врожденную потребность человеческого разума, но и как условие взаимоотношения человека с природой. Он не видит иных причин борьбы между природой и человеком, как только в несовершенстве человеческого знания. В середине XIX века он оптимистично смотрел на будущее, предсказывая гармонию в их союзе именно благодаря развитию научных знаний.

Если первый том «Космоса» в Берлине вышел в 1845 г., то уже в 1848 г. он был переведен на русский язык и издан в России. Такой оперативности рос-



Переводчик «Космоса»
Гумбольдта на русский язык
Н.Г. Фролов

сийская общественность обязана переводчику и издателю Н.Г. Фролову (1812–1855). Николай Григорьевич Фролов, интереснейшая фигура в культурной жизни России первой половины XIX в., слушал лекции Гумбольдта и известного географа Карла Риттера в Берлине. Более того, он был знаком с обоими учеными, которые посещали пользующийся известностью салон его супруги (Е.П. Галаховой, 1799–1844), бывший центром культурной жизни русской колонии

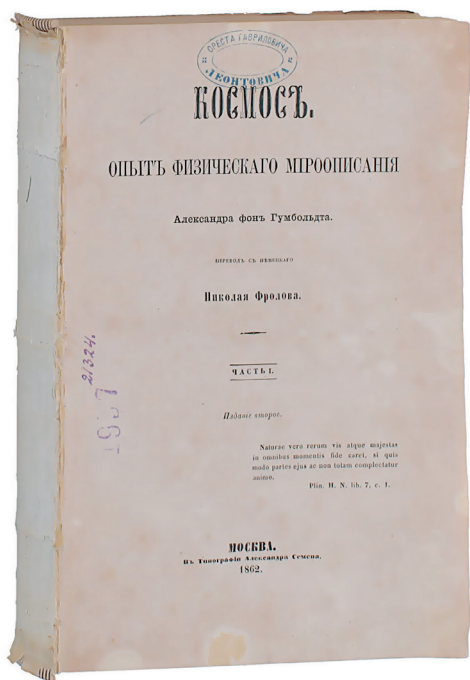
в Берлине. Посетителями этого салона были Т.Н. Грановский, И.С. Тургенев, М.А. Бакунин. Вернувшись в Россию в 1847 г., Фролов кроме перевода «Космоса» написал несколько биографических статей об А. Гумбольдте²¹. Он также основал издание журнала «Магазин земледения и путешествий».

Выполненный Фроловым перевод «Космоса» нашел высокую оценку в среде российской общественности, впервые высказанную в публикации начинающего философа и культуролога Н.Я. Данилевского (1822–1885), посвятившего ему обширную специальную статью в журнале «Отечественные записки» в 1848 г., т. е. написанную сразу после выхода в свет русского перевода. Он называет Фролова «мудрым переводчиком Гумбольдта, переводчиком-просветителем в высоком значении этих слов»²². Заслуга Фролова

²⁰ Иогансон Л.И. Путешествие А. Гумбольдта в России // Земля и Вселенная. 2020. № 1.

²¹ Фролов Н.Г. Александр фон Гумбольдт и его Космос. СПб., 1847–1848.

²² Данилевский Н.Я. Космос. Опыт физического мироописания Александра фон Гумбольдта. Отечественные записки. 1848. Т. 58, № 6. С. 13–60.



Титульный лист русского перевода
«Космоса» Гумбольдта, 1862 г.

не только в «точном и превосходно передающем язык подлинника» переводе, но и в сопровождающих текст многочисленных примечаниях, в том числе касающихся новых полученных научных достижений, а также объяснительных картах и рисунках. Более того, в обстоятельном предисловии к переводу Фролов приводит удачный эквивалент выражению «сфера разума», заменив ее «интеллектосферой», что дало начало длинному ряду терминов, в том числе ноосфере. С сожалением приходится упомянуть, что во втором томе «Космоса» приводится резко неодобрительный отзыв Гумбольдта по поводу добавлений Фролова.

Статья Н.Я. Данилевского о «Космосе» была не только блестящим дебютом молодого философа, но и весьма уместной рекламой и скрупулезным анализом этого великого произведения, без-

условно способствующим его интегрированию в русское культурное пространство. Глубоко прочувствованное и осмысленное прочтение книги нашло выражение в размышлениях Данилевского, прибавляющих к ней нечто новое и необходимое: «Если, по прочтении первого тома гумбольдтова “Космоса” мы захотим анализировать впечатление, оставленное в нас этим чтением, то убедимся, что видели как бы ландшафт Вселенной: с такой ясностью представляется нашему воображению чудное, гармоническое сочетание разнообразнейших форм и явлений, составляющих то, что называем мы природой; так понятна делается зависимость всего внешнего многообразия от мало сложных и малочисленных сил, управляющих мирозданием; так наглядна делается тесная связь этих сил между собой... Для того, чтобы дать представление о картине Вселенной, Гумбольдт как будто пользовался и простым зрением, и глазами, вооруженными телескопом и микроскопом, в зависимости от предмета описания».



Гумбольдт в 1840-е гг.



Прощание с «Космосом». Гравюра Вильгельма фон Каульбаха. 1869 г. Создана в период празднования столетия со дня рождения Гумбольдта, опубликована в журнале «Беседка». Сопроводительный текст пояснял, что сюжет является аллюзией на античный миф, согласно которому Геркулес на некоторое время заменял Атланта в поддержке небесного свода, пока тот добывал для него золотые яблоки вечной молодости в саду гесперид. Гумбольдт, освобожденный смертью от непосильной поддержки Космоса, направляется в сад, символизирующий усыпальницу

Более того, именно Данилевский формулирует как бы подразумеваемые всем ходом рассуждений Гумбольдта весьма актуальные мысли для нашего кризисного времени в отношении экологического состояния планеты. Он рассматривает взаимоотношение человека и природы и подчеркивает, что называть его «борьбой с природой» – недоразумение: «Все это время человек занят, как обыкновенно и весьма ложно выражаются, борьбой с природой, своим освобождением из-под ее власти.

Не борется в это время человек с природой, а прилаживается к ней; не освобождается он из-под ее власти, а, узнавая все глубже и глубже ее законы, находит их тождественными с законами собственной своей природы, выражающимися его естественными стремлениями, и, подчиняясь этим законам природы, он действует только соответственно со своими стремлениями. В самой природе, борьба между ее элементарными силами только кажущаяся, и всякий ряд противоречий разрешается в ней в гармонию высшего рода... Как нет борьбы в недрах природы, так нет борьбы и между природой и человеком. Замечаемые между ними разнозвучия, происходящие от того, что человек не столько еще узнал природу, чтоб совершенно ей проникнуться, также должны разрешиться в верховный гармонический аккорд. Но это знание природы и проникновение ею доставляет наука, приготовляющая будущее».

Эти мысли, очевидно, определялись совершенно иными реалиями, задолго до результатов того вредоносного влияния на окружающую среду, которое проявилось через столетие после Гумбольдта и Данилевского. Поэтому их отношение к проблеме исполнено некоторого идеализма и оптимизма из-за веры в науку, призванную открыть человечеству способы гармонического взаимодействия с природой. Тем не менее актуальность этого отношения к науке для нашего времени очевидна. Русский перевод «Космоса» был оценен и в официальной сфере. Возможно, в этом свою роль сыграли и многолетние дружественные отношения А. Гумбольдта с государственным деятелем, министром просвещения С.С. Уваровым (1786–1855), во всяком случае, книга была включена «в гимназическую программу как учебное пособие для изучения естественных наук. Министр народного просвещения С.С. Уваров писал: «Изволил признать

полезным приобрести для гимназических библиотек переведенное Фроловым произведение Гумбольдта». Циркуляром департамента народного просвещения от 23 февраля 1849 г. первая часть «Космоса» была приобретена для библиотек и гимназий, а 7 января 1853 г. министром народного просвещения Норовым было дано разрешение «о приобретении для библиотек учебных заведений от самого переводчика, жительствовавшего в Москве»²³.

Для полноты картины и с целью избежать сознательной фигуры умолчания, упомянем резко негативную характеристику Гумбольдта и его «Космоса», данные известным критиком Н.Н. Страховым в его работе «Борьба с Западом в нашей литературе»: «“Космос” Гумбольдта есть книга обманчивая, весьма привлекательная по содержанию, по подробностям, по эрудиции, но весьма слабая по научному духу и не могущая посвятить в приемы истинной науки ни профанов, ни начинающих ученых... Во всяком случае, Гумбольдт, очевидно, не принадлежит к числу тех гениев, слова которых многозначительны как изречения пророков и стихи великих поэтов. “Космос”, на который немцы смотрят как на какое-то евангелие естественных наук, нимало не заслуживает этой чести»²⁴. Это мнение довольно подробно обосновывается в тексте тем, что у Гумбольдта нет заслуг в собственных научных открытиях.

В своем предисловии к «Космосу», датированному ноябрем 1844 г., Гумбольдт высказывал распространенное опасение о том, что естественнонаучные сочинения, в отличие от чисто ли-

тературных, со временем устаревают и теряют в интересе со стороны новых поколений: «Не раз было высказано неутешительное, по-видимому, замечание, что чисто-литературные произведения духа не стареют, вкореняясь в глубине чувства и в творческой фантазии, тогда как все, что связано с опытом, с исследованием явлений природы и физических законов, при возрастающей силе инструментов и при постепенном расширении горизонта наблюдений, в несколько десятилетий принимает совершенно другой вид; наконец, будто бы устарелые, как имеют обыкновение выражаться, сочинения по части естествознания, невозможно более читать и они скоро предаются забвению. Кто одушевлен прямой любовью к изучению природы и проникнут высоким достоинством этой науки, тот не может страшиться того, что напоминает ему о будущем и усовершенствовании человеческого знания... Опыт же живо изобразить природу, в ее возвышенном величии, отыскать в возвращающихся, как бы колеблясь, видоизменениях физических явлений то, что в них есть постоянного, этот опыт и в поздние времена не будет совершенно оставлен без внимания»²⁵.

Ошибся ли Гумбольдт? Представляется, что нет, но не потому, что изложенные им сведения неминуемо должны были хотя бы отчасти устареть к нашему времени. Не за этим обращаются к его работам. В наше время имя Гумбольдта как автора «Космоса», а также вошедших в отечественный научный дискурс понятий «всеобщности природы», «сферы жизни», «сферы разума», пусть под другими названиями, стало наиболее упоминаемым в обильном потоке литературы о биосфере и экологии планеты, где развиваются идеи о необходимости

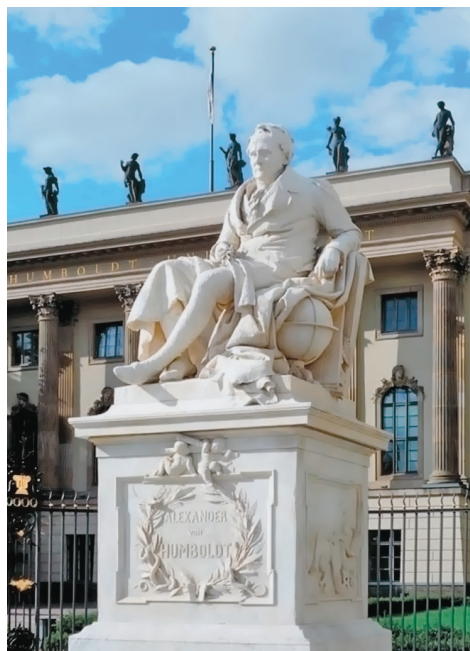
²³ *Ипполитова Г.А.* Александр Гумбольдт: 235 дней в России // Немцы в России. Три века научного сотрудничества. СПб.: Дмитрий Буланин, 2005. С. 160.

²⁴ *Страхов Н.Н.* Борьба с Западом в нашей литературе. Книжка третья. СПб.: Типография бр. Пантелеевых. Верейская, 16, 1896.

²⁵ *Гумбольдт А. фон.* Космос: Опыт физическо-го мирописания. Ч. 1. 1862. С. VII–VIII.

целостного (холистического) подхода к изучению природы. Но не только злостные утилитарные интересы заставляют человечество обращаться к великим творениям прошлого. Так, магия «Космоса» Гумбольдта, возможно, заключается в его поглощенности «картинами природы», открытыми и таящимися ее законами, которые занимали не только его ум, но были источником глубоких эмоциональных переживаний: «В простом сближении человека с природой, в одном уже вольном воздухе заключается таинственная сила; влияние природы радостно и кротко; оно укрепляет и освежает утомленный дух, успокаивает сердце... Строгий, торжественный характер, сопряженный с этими душевными движениями, вытекает из почти бессознательного чувства высшего порядка и внутренней законности природы; он обуславливается, наконец, контрастом чувства бесконечного, открываемого звездным небом, необозримой равниной, туманным горизонтом океана, и собственной ограниченности, которую мы стремимся победить»²⁶.

Переданное Гумбольдтом восприятие природы до удивления адекватно непосредственным от нее впечатлениям. Об этом очень точно написал Данилевский: «Когда несколько изгладятся в памяти резкие подробности, увлекающие вас при чтении и составляющие занимательность этой книги... то остающееся в вас впечатление весьма похоже на то чувство, которое одолевает человека, когда он находится один на один с природой, выказывающейся ему в своем величии – будет ли то в поросших высокой травой степях, в чаще густого леса, на море, или среди



Памятник А. фон Гумбольдту перед Берлинским университетом. Установлен в 1882–1883 г. Скульптор Рейнхольд Бегас

чудного разнообразия гор. Если б должно было уловить в одну фразу влияние, производимое как чтением гумбольдтова “Космоса”, так и непосредственным созерцанием природы, мы сказали бы, что последним результатом того и другого, будет сознание всеприсутствия жизни, переливающейся из одних форм бытия в другие, и совместное ощущение повсюду разлитого покоя и гармонии, и повсюду присутствующего, не иссякающего и все изменяющего движения»²⁷.

Автор выражает искреннюю благодарность Герасютину С.А. за действительное участие в подготовке статьи при подборе иллюстраций.

²⁶ Цит. по: *Ширяева А.* Человек – гражданин Вселенной // Высшее образование в России. 2000. № 5. С. 118.

²⁷ *Данилевский Н.Я.* Космос. Опыт физического мироописания Александра фон Гумбольдта. Отечественные записки. 1848. Т. 59, № 7. С. 19.

ЗВЕЗДЫ, ДОСТОЙНЫЕ ПАМЯТНИКА

СОЛОМОНОВ Юрий Владимирович,

Московское общество любителей астрономии

DOI: 10.7868/50044394822020074

Мир звезд очень разнообразен и интересен. Например, Сириус (α Большого Пса) и Канопус (α Киля) – самые яркие звезды нашего неба, имеющие блеск -1.47^m и -0.72^m , а «летающая» Барнада в Змееносце, наоборот, видна только в телескоп (9.57^m), но обладает самым большим собственным движением – 10.358 угловой секунды в год. Омикрон Кита ($2.0-10.1^m$) и R Гидры ($3.21-11.0^m$) выделяются своими регулярными сильно амплитудными изменениями блеска – в максимуме они легко видны невооруженным глазом, а в минимуме доступны только телескопам. Омикрон Кита (Мира) дала название целому классу переменных звезд – мириды, спутник Сириуса – Сириус В (8.5^m) стал первым открытым белым карликом, да и самое его обнаружение стало торжеством небесной механики, сравнимым по значимости с открытием Нептуна, а тот же Канопус был главной навигационной звездой в полетах советских автоматических межпланетных станций. Все эти звезды стали для истории астрономии путеводными.

Но отдельным особняком среди этих звезд является самая яркая белая Вега из созвездия Лиры, находящаяся на расстоянии 25.3 св. года от Солнца. Это пятая по яркости звезда, сильно уступающая в блеске Сириусу и Канопусу, заметно α Центавра (-0.27^m) и лишь немного Арктуру (α Волопаса; -0.04^m), вторая после Арктура в Северном полушарии, третья по яркости звезда после

Сириуса и Арктура, которую можно наблюдать в России. Не зря астрономы называют ее второй, после нашего светила, самой изученной звездой, а популяризаторы науки предлагают поставить памятник. Впрочем, звезда 61 Лебеда, которая почти в сто раз слабее по блеску, чем Вега, расположенная относительно нее недалеко на небесной сфере, готова с ней за этот памятник побороться. В истории астрономии был случай, когда эти звезды были «соперницами» и, что интересно, изучали их одни и те же люди...

НЕМНОГО ИСТОРИИ АСТРОНОМИИ

Вега, хорошо видимую летне-осенними ночами, иногда называют небесным сапфиром за ее яркий белый цвет. Известна она, наверное, с тех времен, когда человек впервые поднял голову к ночному небу. Название звезды происходит от арабского слова «падающий», а вот в предмете падения источники расходятся: в Древнем Египте созвездие, частью которого является Вега, изображалось в виде грифа, в Древней Индии рисовали орла, древние греки видели там хищную птицу – коршуна.

Испанский король Альфонс X, правивший в XIII веке, будучи одним из немногих монархов-астрономов, первым дал такое название звезде, переводя ее арабское название *النسر الواقع*



Король Кастилии и Леона Альфонс X Мудрый (1221–1284), увлекавшийся астрономией и первым предложивший современное имя звезде Вега

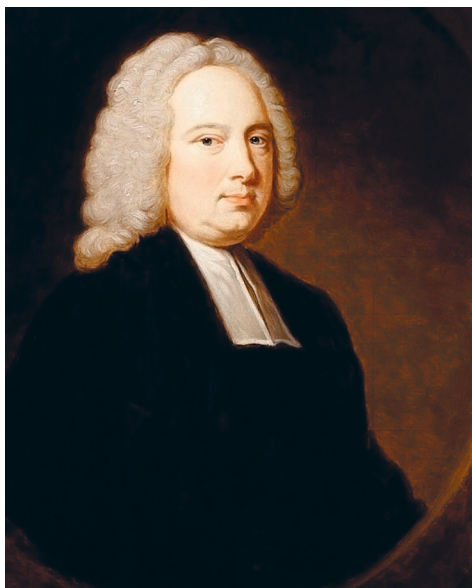
(an-nasr al-wāqī‘) на латынь, что удобно легло на большинство европейских языков. Изображение созвездия Лиры впервые появилось в атласе немецкого астронома Иоганна Байера (1572–1625), который изобразил орла, несущего этот музыкальный инструмент, и отметил звезду буквой α Лиры (ЗиВ, 2007, № 4).

Связано с Вегой много мифов и легенд. Но мы ограничимся двумя. Китайцы и японцы называли Вегу небесной ткачихой Чжи-ньюй, которая на века разлучена со своим мужем пастухом, которого олицетворяет другая яркая звезда летнего неба – Альтаир

(α Орла; 0.75^m) и двумя детьми (звезды β и γ Орла). Ткачиха трудилась круглогодично в небесном дворце, делая из облаков небесную парчу. Отец несчастной ткачихи, чтобы избавить дочь от постоянной работы, выдал ее замуж за пастуха-удальца, но владелец небесного замка, который по легенде был и ее дядей, рассердился и каким-то образом разлучил племянницу с мужем и родившимися детьми, разлив реку, которую символизирует Млечный Путь. И только в 7-й день 7-й луны со всего света слетаются сороки, которые своими хвостами создают мост через реку Млечный Путь, на этом мосте и встречаются Пастух-Альтаир и Ткачиха-Вега. В Японии этим днем является 7 июля и называется Танабата, в Европе его аналогом является День Святого Валентина, который отмечается 14 февраля. Между прочим, в начале июля в середине ночи Вега проходит небесный меридиан, достигая максимальной высоты над горизонтом.

Не менее интересная легенда о звезде есть и у кавказских народов. Вега, Альтаир и еще одна яркая звезда летнего неба Денеб (α Лебеда; 1.25^m), образующие так называемый летне-осенний треугольник, согласно мифам – появились как треугольный хлеб, который пекла дочь верховного бога Села. Она поставила треугольный хлеб в золу с угольками, но два угла, которые символизируют Альтаир и Денеб, уступающие в блеске Веге, сгорели, и лишь один из них уцелел. И этим углом и стала более яркая Вега.

В отличие от Веги, звезда β Лебеда не попала ни в античные, ни в арабские каталоги, нет ее и в каталоге И. Байера. Впервые ее описание встречается в каталоге британского астронома Джона Флемстида (1646–1719). Правда, в издании каталога 1712 г. звезда отмечена как 85 Лебеда, а нынешнее обозначение она получила уже позже – во время



Английский астроном Джеймс Брайлей, директор Гринвичской обсерватории, открыватель нутации земной оси и двойственности звезды 61 Лебеда



Итальянский астроном Джузеппе Пиацци, директор Палермской обсерватории, открыватель первой малой планеты (Цереры) и первым обнаруживший быстрое движение звезды 61 Лебеда

ревизии каталога британца. Впоследствии звезду 85 Лебеда с карт вообще убрали.

Вега – звезда одиночная, а 61 Лебеда – двойная. Английский астроном Джеймс Брайлей (1693–1762), наблюдая 61 Лебеда 25 сентября 1753 г., зарисовал ее спутник (компонент В). Но наблюдатели того времени не могли понять, связаны ли звезды физически или они являются оптическими двойными звездами.

ДОТЯНУТЬСЯ ДО ЗВЕЗД

К середине XVIII в. астрономы геодезическими методами определили расстояние до Солнца, Луны и планет. Например, в 1672 г., во время противостояния Марса, они измерили его положение на фоне звезд одновременно: из Парижа

наблюдения вел знаменитый Джованни Кассини (1625–1712), а из Кайенны, что расположена во Французской Гвиане (Южная Америка), наблюдал Жан Рише (1630–1696). Сделав точные зарисовки положения планеты относительно звезд, они определили его параллакс (смещение положения относительно звезд в разных точках наблюдений), по которому смогли вычислить расстояние до этой планеты. Исходя из этих измерений, Кассини сумел с хорошей точностью определить расстояние от Земли до Солнца.

Со звездами все оказалось сложнее. В 1727 г. Джеймс Брайлей предпринял первую попытку определения параллакса у звезд, придя к выводу о том, что параллаксы звезд должны быть намного меньше 1". Обеспечить такую точность инструменты тех лет попросту не могли. И тут на помощь пришла звезда



Российский астроном Василий Струве, директор Пулковской обсерватории, определил физическую связь компонентов в системе 61 Лебеда и вычислил расстояние до звезды Веги. Открыл сотни двойных звезд и несколько туманных объектов

61 Лебеда: итальянский астроном Джузеппе Пиацци (1746–1826), сравнивая ее положение на основании своих наблюдений и каталога Брадлея, обратил внимание на быстрое движение звезды – 5 угловых секунд в год. Ни одна известная в те годы звезда не могла похвастаться столь высокой скоростью! В связи с чем звезду даже назвали «Летящей Пиацци». Разумеется, это давало шанс на определение расстояния до звезд. Первым попытался определить его знаменитый английский астроном Вильям Гершель (1738–1822) – ему уже удалось определить апекс Солнца (точка небесной сферы, по направлению к которой движется наша планетная система), а также он предпринимал попытки определения параллакса, исходя из наблюдений двойных звезд. До В. Гершеля все звезды считались одиночными, а их двойственность

объяснялась оптическими свойствами. В. Гершель же сумел первым увидеть движение у многих пар звезд, доказав их физическую связь. Но со звездой 61 Лебеда ему не повезло, определить ее параллакс он так и не смог, как и не смог увидеть движение второго, более слабого компонента в системе.

Следующую попытку определить расстояние до 61 Лебеда предприняли независимо друг от друга французский ученый Франсуа Араго (1786–1853) и немецкий астроном Христиан Петерс (1806–1880), но оба тоже потерпели неудачу. Еще одним астрономом, кто пробовал свои силы на определение расстояния, стал первый директор Пулковской обсерватории Василий Яковлевич Струве (1793–1864). В 1821 г. он точно определил параллакс Альтаира (0.2 угловых секунды), но посчитал свои данные не достаточно точными, решив перепроверить их в дальнейшем. К сожалению, из-за работ по созданию геодезической дуги, так и не смог к ним вернуться и не стал публиковать результат. В 1830 г. он приступил к наблюдению звезды 61 Лебеда и первым смог заметить смещение второго компонента, заявив о том, что он связан с ярким компонентом А физически. Удивительно, но коллеги Струве не смогли подтвердить его наблюдения, что говорит о виртуозном мастерстве наблюдателя! Полностью подтвердить физическую связь компонентов сумел в 1917 г. американский астроном Уолтер Адамс (1876–1956). Но вот определить расстояние до звезды 61 Лебеда В.Я. Струве не смог. И в качестве новой цели выбрал Вега.

Определил же расстояние до звезды 61 Лебеда немецкий астроном Фридрих Бессель (1784–1846). Свою работу он опубликовал в феврале 1838 г., в связи с чем он и считается первым, определившим расстояние до звезды, а 61 Лебеда является первой звез-



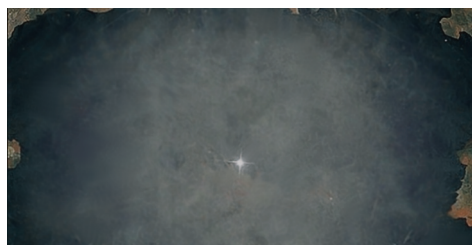
Немецкий астроном Фридрих Бессель, директор Кенигсбергской обсерватории, первым определивший расстояние до звезды β Лебедя, а также вычисливший существования невидимых спутников у Сириуса и Прокциона

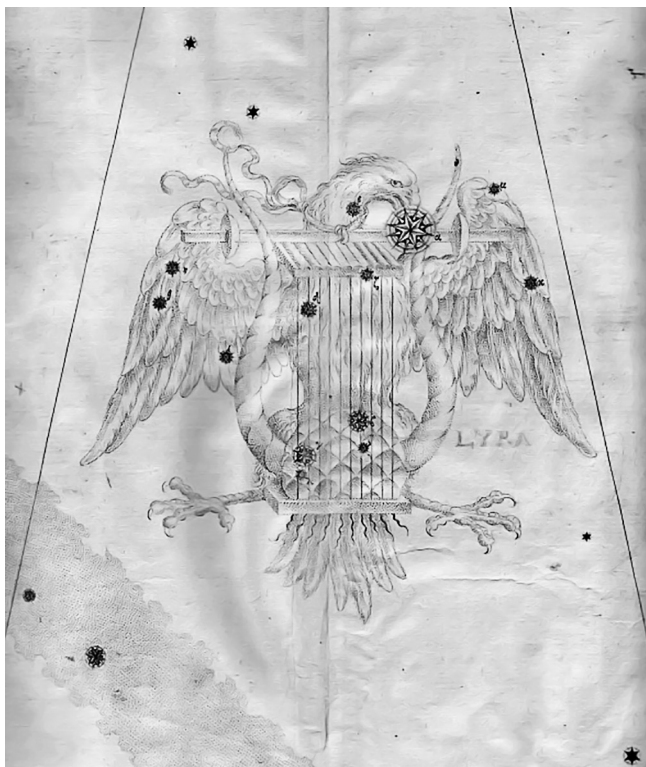
дой (за исключением Солнца), до которой удалось вычислить расстояние – по современным данным оно равно 11.406 св. лет. Однако первой могла стать Вега! Все дело в том, что В.Я. Струве определил расстояние до нее еще в 1837 г., но затянул с публикацией до декабря следующего года. Был и еще один человек, независимо вычисливший расстояние до звезды – британский астроном Томас Хендерсон (1798–1844). Он выбрал в качестве цели звезду α Центавра, или Толиман. Но опубликовал свою работу вообще в 1839 г. и на первенство уже не претендовал. Споры о приоритете Бесселя и Струве ведутся до сих пор, несмотря на то, что фактически независимым арбитром выступило Лондонского королевское астрономическое общество, присудившее Бесселю как пионеру определения расстояния до звезд Золотую медаль.

ПЕРВЫЕ ПОЧТИ ВО ВСЕМ

Если Вега не стала первой звездой, до которой удалось вычислить расстояние, то на следующие «первые места» уже никакая звезда не претендовала. В ночь с 16 на 17 июля 1850 г. директор Гарвардской обсерватории Уильям Бонд (1789–1859) и фотограф Джон Уиппл (1822–1891) сумели получить первую фотографию звезды, которой стала Вега! Снимок был сделан с помощью 15-дюймового Большого рефрактора обсерватории, а выдержка составила 100 секунд. Более яркий Сириус был сфотографирован уже позже. Правда, в 1863 г. астрономы получили снимки спектров Сириуса и Капеллы, но не смогли зафиксировать линии Фраунгофера (линии поглощения, возникающие при прохождении света, излученного фотосферой), которые наблюдаются в спектрах электромагнитного излучения от Солнца и звезд. Это удалось сделать в 1872 г. американскому астроному-любителю Генри Дрейперу (1837–1882): на снимке именно Веги. Дрейпер имел медицинское образование, астрономия и фотография были его хобби. Интересен и тот факт, что его отец Джон был одним из первых, кто сумел получить астрономический снимок в марте 1840 г.,

Первая в мире фотография звезды, полученная в ночь с 16 на 17 июля 1850 г. Уильямом Бондом и Джоном Уипплом. На ней изображена Вега





Изображение созвездия Лиры из атласа «Уранография» немецкого астронома Иоганна Байера, изданного в 1603 г.

он первым сфотографировал полную Луну. Произошло это почти через год после официальной даты изобретения фотографии – 7 января 1839 г. В этот день на заседании Французской академии наук Франсуа Араго сделал доклад об изобретении французского химика и художника Луи Даггера (1787–1851). Другой астроном-любитель Уильям Хэггинс (1824–1910), также пионер в технике – он первым использовал спектроскоп для исследований звезд, получив в 1879 г. снимок спектра Веги, обнаружил на нем линию водорода. К 2015 г. Международный астрономический центр в Страсбурге подсчитал, что с 1850 г. про Вегу написано почти 1750 научных статей, что на 400 больше, чем у Арктура и на 800 – чем у ярчайшей звезды неба Сириуса!

Сохранила первенство Вега первенство и в других вещах. В 1983 г. с помощью американской инфракрасной орбитальной обсерватории IRAS у звезды был обнаружен осколочный диск, похожий по своей структуре и свойствам на пояс Койпера в Солнечной системе. Второй звездой, у которой открыли такой пояс, стала Фомальгаут (α Южной Рыбы). Уже в наше время Вега стала первой звездой спектрального класса А, у которой было открыто магнитное поле, а чуть позже и звездные пятна – аналоги наших солнечных. Хотя у звезды 61 Лебедь А такие пятна были найдены раньше, но принадлежит звезда к другому спектральному классу (K5–K7), чем Вега.

Несмотря на то, что у Веги нашли осколочный диск, планет до сих пор не обнаружено, хотя попытки их открытия предпринимаются и в настоящее время с использованием крупнейших телескопов мира. Предполагается, что они просто не успели сформироваться. По современным данным Вега – звезда молодая, ее возраст оценивается от 0.5 до 1 млрд лет, и планеты просто не успели сформироваться за такой короткий срок. Возраст нашего Солнца равен 4.6 млрд лет при этом процессы внутри Веги идут значительно активнее, чем у нашей звезды, поэтому, несмотря на свою молодость, Вега в настоящее время на «жизненном цикле» находится на одном уровне с Солнцем. Предполагается, что примерно через 500 млн лет она переработает весь водород в гелий

и начнет расширяться, а еще через такое же время она взорвется. Грандиозного взрыва сверхновой не будет, у Веги нет достаточной массы для этого ($2,135 \pm 0,074 M_{\odot}$).

У 61 Лебеда также не обнаружено планет, хотя в середине XX в. эта звезда была одной из тех, где вероятность их существования считалось очень высокой! Началось все в 1940-х гг. Американский астроном Питер ван де Камп (1901–1995) в 1937 г. был назначен директором обсерватории Суортмор-колледжа (штат Пенсильвания), до перехода на новое место он трудился в Обсерватории имени Маккормика, где успешно занимался определением расстояния до звезд. На основе точных астрометрических измерений можно не только определять расстояние, но и заметив отклонения от траектории собственного движения, тем самым обнаружить невидимые спутники, которыми могут быть и планеты. Именно так и были открыты спутники Сириуса и Проциона (α Малого Пса). Обсерватория обладала хорошим инструментом для таких работ – 61-см рефрактором, установленным в 1906 г. Для поиска планет им были выбраны звезды 61 Лебеда и Лаланд 21185 в Большой Медведице, чуть позже к ним добавил и знаменитую «летающую» звезду Барнада в Змееносце. Она тоже ближайшая к нам звезда (5.96 св. года) и имеет быстрое собственное движение (10.358 угловой секунды в год). У всех трех звезд Ван де Камп и его сотрудники сумели обнаружить смещение, которое они объяснили возмущением планет. О планетной системе в 61 Лебеда он заявил в 1942 г., по его расчетам, там существует две планеты. Масса каждой из них превышает массу Юпитера в 16 раз. В 1957 г. Ван де Камп, уточнив данные, сообщил, что есть в системе и третья планета, с массой в 8 масс Юпитера. В 1977 г. астроном Александр Дейч



61-см телескоп-рефрактор астрономической обсерватории Суортмор-колледжа (США). Фото с официального сайта обсерватории

(1899–1986) и ученые из Пулковской обсерватории провели новые исследования и предположили существование трех планет у 61 Лебеда, по его данным, вокруг компонента В вращаются две планеты 6 и 12 масс Юпитера, у компонента А планета с массой в 7 масс Юпитера.

Но все эти заявления и наблюдения оказались ошибочными. Критика наблюдения Ван де Кампа началась в 1972 г., когда в ряде обсерваторий, проводящих наблюдения потенциальных планетных систем не обнаружили никаких возмущений! В 1976 г. разразился громкий скандал. Сотрудник обсерватории Суортмор Вульф Ханц (1930–2006), который сменил на посту директора в 1972 г. де Кампа, заявил,

что все его данные были получены из-за аномалии, которая появляется после чистки объектива. Астрономы даже провели съемку других звезд и обнаружили такое же «возмущение». Ван де Камп не признавал этой «ошибки» и до середины 1980-х гг. продолжал в своих публикациях утверждать о существовании планетной системы у 61 Лебеда и звезды Барнарда. Однако все эти предположения так и не нашли подтверждения. В настоящее время экзопланет у 61 Лебеда не обнаружено, хотя по результатам наблюдений, в системе возможно существование пылевого диска.

БЛЕСК ЗВЕЗД В ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ

Внимательный читатель мог заметить, что за все время публикации мы практически ничего не писали о точном блеске этих звезд. И дело здесь вот в чем. Вега долгое время считалась эталоном по определению блеска звезд, как метр из Бюро меры и весов для измерения длины. Вышедший в 1863 г. труд «Результаты фотометрических измерений 208 главных неподвижных звезд» представлял собой первый фотометрический звездный каталог, имеющий научное значение. Его автор немецкий астроном и математик Людвиг фон Зейдель (1821–1896) провел измерения всех звезд каталога относительно звезды Веги. Но уже в 1930-х гг. появились данные о том, что у звезды происходят колебания блеска, которые тогда объяснили несовершенством техники. Но в 1981 г. канадские астрономы из обсерватории имени Дэвида Данлэпа сообщили, что обнаружили у звезды изменения блеска, которые никак не могут быть объяснены ошибками в наблюдениях! В связи с чем звезду записали в переменные типа звезды δ

Щита, первой открытой звезды подобного типа. У таких звезд переменность блеска наступает спорадически и иногда полностью прекращается. Вызваны такие колебания фотосферными образованиями, подобными солнечным пятнам. У Веги их открыли только в 2015 г., поэтому, несмотря на заявления канадских астрономов, ее не спешили переводить в класс переменных. Правда, не все астрономы согласны с тем, что Вега звезда переменная. Как и в 1930-е гг., так и в наше время – считается, что изменения блеска вызваны ошибками наблюдений, да и пятна, по их мнению, не могут дать столь сильные колебания блеска. Так что вопрос о переменности Веги до сих пор является открытым.

До появления новых методик фотометрии, которые были разработаны в 1950-х гг., Вега считалась самой яркой звездой Северного полушария. Сейчас ярчайшей считается Арктур (α Волопаса). И дело здесь не в переменности или в том, что какая-то звезда приблизилась к нам в пространстве, став ярче. Вега – звезда белая, Арктур – оранжевая. При визуальных наблюдениях, при одинаковой яркости белые и голубые звезды кажутся ярче красных и оранжевых. К последним относится Арктур. Именно поэтому и была разработана новая фотометрическая система, исключившая визуальное восприятие. Ныне блеск Веги оценивается в +0.026 (астрономы-переменщики дают изменения в пределах -0.02 до $+0.07$), блеск Арктура -0.050 . При этом у Арктура точно установлена переменность: каждые 4.1 дня его блеск уменьшается на 0.04^m , что вызвано пульсациями в атмосфере звезды, хотя есть работы, утверждающие, что такие затмения вызваны наличием планеты. Поэтому с середины XX в. Вега считается второй по яркости звездой северного полушария неба и пятой, после Сириуса,

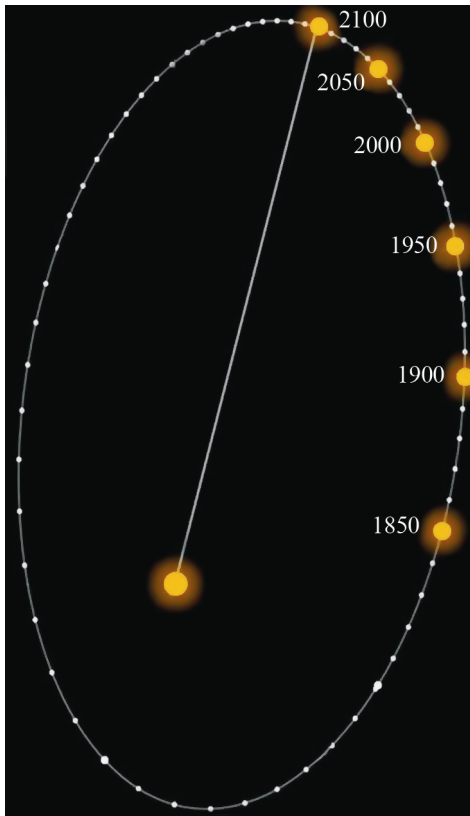


Карта звездного неба из атласа «Уранография» Иоганна Байера 1603 г.

Каноуса, двойной альфа Центавра и Арктура, звездой всего неба.

Оба компонента звезды 61 Лебеда также являются переменными. Компоненты А и В являются оранжевыми карликами, уступающими по размерам и светимости Солнцу. При этом изменения их блеска, как и у Арктура, объясняются фотосферной активностью. Но при этом каждая звезда относится к разным подтипам переменных звезд. Компонент А относится к звездам типа ВУ Дракона, у таких звезд отмечается слабая переменность, которая не поддается точному прогнозу, но цикл активности звездных пятен астроно-

мы установить смогли: он равен 7.5 годам. Как и в случае с солнечным циклом, в пике максимума на диске звезды должно наблюдаться большое число пятен, а в минимуме их может не быть вообще. Компонент В меняет блеск с 5.21^m до 6.03^m и относится к типу переменных UV Кита. Вспышки, при которых звезда становится почти на величину ярче, могут длиться от нескольких минут до нескольких часов, а средний интервал составляет от часа до 10–15 суток! Есть у нее и звездный цикл, который равен нашему солнечному – для 61 Лебедь В он равен 11,7 годам.



Видимый путь экзопланет: 61 Лебеда В вокруг 61 Лебеда А. Иллюстрация из статьи американского популяризатора астрономии Фила Харрингтона

«Летающая Пиакцы» (61 Лебеда) с конца XVII в. считалась самой быстрой звездой с собственным движением 5.20 угловых секунд в год, пока в 1842 г. она не сместилась на вторую строчку, уступив это звание звезде Грумбридж-1830. А далее – все ниже и ниже опускалась в рейтинге звезд с собственным движением. Сейчас она занимает лишь 7-ю строчку. Первую прочно удерживает открытая в 1916 г. звезда Барнарда с величиной 10.36 угловой секунды в год. Также в наше время звезда 61 Лебеда занимает 15 строчку в списке самых ближайших звезд и четвертую в списке звезд, видимых нево-

оруженным глазом в средних широтах Земли (после Сириуса, эпсилон Эридана и Проциона). До звезды 61 Лебеда «всего» 11.36 св. лет (3.498 пк), Вега значительно дальше, свет до нас от нее идет 25.3 года (120 строчка среди известных звезд).

Как отмечалось выше, определить физическую двойственность 61 Лебеда оказалось непросто. Дело в том, что расстояние между ними составляет 84 а.е.: для сравнение от Солнца до самой далекой планеты нашей системы – Нептуна 30 а.е., пояс Койпера, по современным данным, заканчивается на расстоянии около 55 а.е. Период вращения вокруг общего центра масс у 61 Лебеда равен 678 годам. Расстояние между компонентами на небесной сфере из-за эллиптической орбиты меняется от 20" до 34". Максимального расстояния они достигнут в 2100 г., через два года Полярная звезда (α Малой Медведицы) окажется на минимальном расстоянии от Северного небесного полюса мира ($0^\circ 27' 34,1''$) и начнет постепенно отдаляться от него, уступив свое место звездам Цефея: γ Цефея будет полярной в 3200–5000 гг., β Цефея в 5000–6500 гг., Альдерамин (α Цефея) в 6500–8500 гг. Примерно с 13 000 г. полярной станет никто иная как Вега, облегчив поиски севера землянам будущего. Через 260 тыс. лет Вега сблизится с нами на расстояние 13.2 св. года, достигнув максимального блеска -1.5^m , после чего начнет отдаляться от нас, и через несколько миллионов лет перестанет быть видна невооруженным глазом. Для звезды 61 Лебеда это произойдет намного раньше – ведь она уже в наше время удаляется от нас со скоростью 106 км/с.

¹ Данные на основании статьи *Bailer-Jones S.A.L.* Близкие встречи звездного типа // *Астрономия и Астрофизика*. 2015, март.

ВЛАДИМИР СТЕПАНОВИЧ ГУБАРЕВ (26.08.1938–25.01.2022)

DOI: 10.7868/50044394822020086

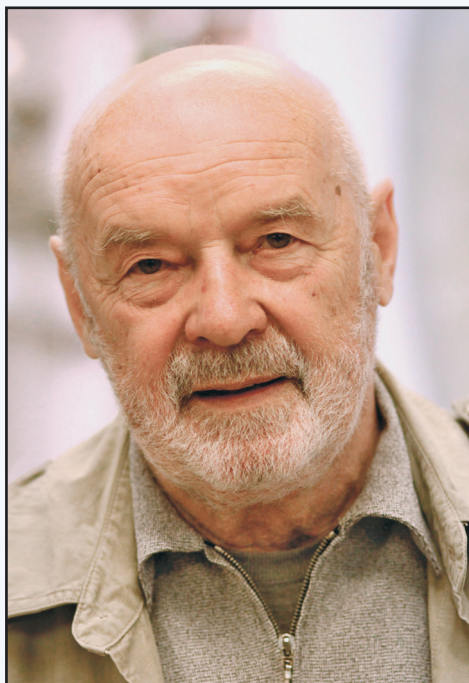
25 января 2022 г. из жизни ушел Владимир Степанович Губарев, научный журналист, популяризатор космонавтики, драматург и автор множества книг об отечественной науке и людях науки.

В 1962 г. вышла его первая книга «Дорогами Вселенной». С 1966 г. он работал в соавторстве с фантастами Валерием Аграновским, Дмитрием Биленкиным, Ярославом Головановым, Виктором Комаровым и художником Павлом Буниним – писатели выпускали книги под коллективным псевдонимом Павел Багряк.

В газетах «Комсомольская правда» и «Правда» В.С. Губарев писал статьи на темы науки и освоения космоса, геологии, природопользования. С 1970-х гг. – постоянный автор журнала «Наука и жизнь», позже – член редакционного совета журнала.

Он первым из журналистов в 1986 г. оказался на месте Чернобыльской аварии, куда прибыл через несколько часов после серии взрывов. На основе этого опыта В.С. Губарев написал пьесу «Саркофаг», отмеченную театральной премией имени Лоуренса Оливье.

Всего писатель создал шесть пьес и множество книг, статей, научно-популярных и научно-публицистических работ об освоении космоса, «атомном проекте», научном прогрессе, ответственности науки и ученых перед человечеством. В серии «Судьба науки и ученых России» вышло 14 книг автора.



Портрет В.С. Губарева
Фотография: Dmitry Rozhkov, Wikipedia

Владимир Степанович активно сотрудничал с Академией наук, вначале СССР, потом – России, выступал за сохранение Академии как ведущей организации, которая должна во многом определять научную политику страны.

В.С. Губарев – лауреат Государственной премии СССР (1978), премии Ленинского комсомола (1974), Литературной премии имени А.Р. Беляева

(2007), ордена «Знак Почета» (дважды), ордена Гагарина Федерации космонавтики России (2005). В 2008 г. был удостоен почетного звания «Легенда российской журналистики».

Владимир Степанович вел цикл передач «Реальная фантастика» на канале «Культура».

В 2021 г. в нашем журнале (№№ 1 и 2) была опубликована статья Владимира Степановича «Три звезды героя: знания и страсти» о пионере космонавтики, академике Мстиславе Всеволодовиче Келдыше. Владимир Степанович был очевидцем прекрасного «старта» и расцвета отечественной космонавтики, а потом – свидетелем тяжелых времен 1990-х и 2000-х годов. К сожалению, и сегодня, несмотря на некоторые перемены к лучшему, ситуация все еще далека от идеальной, и Владимиру Степановичу не придется увидеть новый расцвет.

Академик РАН, главный редактор журнала Лев Матвеевич Зеленый: «Я очень хорошо знал Владимира Степановича. Много с ним общался, он поддерживал многие наши инициативы. Знаковая его инициатива, которую мы все помним и никогда не забудем, – поддержка протестов Академии наук против варварской реформы в 2013 году. Он даже написал книгу “Убийство РАН: новейшая история науки в России”, в которой он был принципиален и резок. Академическая наука благодарна ему за это. К сожалению, многие предсказания, которые он написал в этой книге, сбылись.

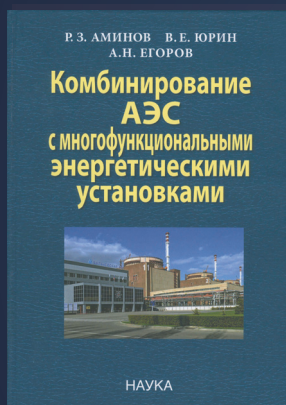
Он много, охотно, ярко писал: у него 14 книг, множество статей. Наверное,

самая знаменитая его книга – “Саркофаг”. Он был на месте Чернобыльской аварии одним из первых. Много там увидел, и все его наблюдения вылились в это жесткое, откровенное, честно говоря, очень страшное произведение, которое поставили сотни театров России во время перестройки. Там он говорил о том, как такое могло произойти: о сочетании безалаберности, безответственности. И тот факт, что о радиационной опасности не объявляли жителям ближайших городов, – пресупление. Он об этом много писал.

Но мне, конечно, ближе те его книги, которые он писал про космос. У него была целая серия интервью с космонавтами, учеными, занимающимися космосом, и я горжусь тем, что в его книгах были и интервью со мной. Он приезжал в Институт, мы с ним долго беседовали, а когда я читал получившиеся интервью под его редакцией, мне они казались гораздо лучше, чем то, что я ему говорил. У него было “золотое перо”.

Это большая потеря. Соизмеримых ему сейчас пока, к сожалению, нет. Мне кажется, молодое поколение журналистов, популяризаторов науки должно учиться и на его работах, и его бескомпромиссному отношению к профессии. Может быть, нужно учредить медаль имени Владимира Губарева журналистам за популяризацию космоса. Мне кажется, память о нем обязательно должна быть увековечена. Он это заслужил, и, я думаю, это нужно даже больше нам самим – тем, кто продолжает заниматься наукой, и тем, кто будет писать об этом».

С НОВЫМИ КНИГАМИ
Издательства “Наука”
вы можете ознакомиться на сайте
naukabooks.ru



Аминов Р.З., Юрин В.Е., Егоров А.Н.

**Комбинирование АЭС
с многофункциональными
энергетическими установками.**

М.: Наука, 2018. – 238 с.

В работе предложен новый взгляд на повышение безопасности АЭС. Разработаны и исследованы многофункциональные системы, включающие такие установки, как дополнительная паровая турбина, тепловые аккумуляторы, водородный комплекс и газотурбинные установки, позволяющие обеспечить надежное электроснабжение собственных нужд АЭС в аварийных ситуациях с обесточиванием. Исследован способ использования остаточного тепловыделения реакторов типа ВВЭР для генерации электроэнергии, необходимой для отвода остаточного тепловыделения в аварийных ситуациях с полным обесточиванием. Разработана система уравнений и построены скелетные таблицы свойств диссоциированного водяного пара, которые позволяют проводить промышленные термодинамические расчеты параметров рабочего тела водородных циклов. Исследованы процессы сжигания водорода в кислородной среде, а также определены ресурсные показатели основного оборудования водородного энергокомплекса, работающего в циклических режимах.

*Для научных работников, специалистов, аспирантов,
студентов старших курсов теплоэнергетических специальностей.*

НАНО- ТЕХНОЛОГИИ В МИКРО- ЭЛЕКТРОНИКЕ

НАУКА

Нанотехнологии в микроэлектронике.

М.: Наука, 2019. – 511 с.

В книге представлены результаты междисциплинарных фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по разработке технологий получения новых наноматериалов и элементной базы электронных устройств новых поколений информационно-телекоммуникационных систем. Рассмотрены возможности практического применения методов проектирования и изготовления сверхбыстродействующих интегральных элементов СБИС и УБИС, многоосевых микромеханических сенсоров угловых скоростей и линейных ускорений, устройств нанопьезотроники, микроэлектронной сенсорики, нейроморфных систем и вакуумной микроэлектроники на основе использования перспективных методов нанотехнологии: молекулярно-лучевой эпитаксии, импульсного лазерного осаждения, плазмохимического осаждения из газовой фазы, сканирующей зондовой микроскопии и зондовой нано-литографии, фокусированных ионных пучков, электронно-лучевой обработки, а также перспективных методов планарной технологии поверхностной обработки.

Для научных работников и инженеров, специализирующихся в области применения нанотехнологий в микроэлектронике, а также для студентов и аспирантов соответствующего профиля.



Аркадов Г.В., Павелко В.И., Следов М.Т.

Виброакустика в приложениях к реакторной установке ВВЭР-1200.

М.: Наука, 2018. – 469 с.

В систематическом виде изложены основы виброакустики контуров циркуляции теплоносителя и, в частности, контуров реакторов типа ВВЭР. Основное внимание сосредоточено на выявлении физической сущности виброакустического явления, описываемого разными моделями. Тщательно анализируется метод электротехнических аналогий. Детально рассмотрено большое количество практических задач на примерах экспериментальных данных, полученных на новом блоке ВВЭР-1200.

Для инженерно-технических и научных работников ядерной энергетики, студентов энергетических и инженерно-физических специальностей.

naukabooks.ru

Реклама

ВТОРАЯ ВИКТОРИНА ЮНЫХ ФИЗИКОВ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК РАН

Ответы

Вопросы см. на стр. 30

Вопрос 1 (5–7 классы)

Это такой оригинальный противовес. Они наполнили бутылку водой, привязали к телескопу, а потом сливали воду, пока телескоп не выровнялся.

Вследствие вращения Земли вокруг своей оси при наблюдении небесных тел в телескоп происходит их смещение, что затрудняет наблюдение. Эта проблема становится критически важной в случае, если телескоп оборудован фоторегистрирующими устройствами – камерами с фоточувствительными элементами (фотопленки, фотопластинки, ПЗС-/КМОП-матрицы).

Действительно, для регистрации изображений объектов с малой яркостью требуется весьма большая экспозиция (время накопления), и в этом случае простое накопление сигнала с большой выдержкой приведет к регистрации звездных треков – «траекторий» движения небесных тел за время регистрации.

Кроме того, механическая ориентировка телескопа на определенный участок неба в ручном режиме также требует определенных навыков.

Для удобства значительная часть телескопов, даже непрофессиональных, оборудуется специальным противовесом для облегчения механического наведения.

Правильный подбор массы противовеса, место его крепления к направляющему кронштейну (оси) существенно облегчает работу с телескопом.

В качестве оригинального противовеса на телескопе в Университете Южной Африки в Претории предложили использовать бутылку с водой. Наблюдатель наполняет бутылку водой, привязывает ее к телескопу, а потом сливает воду до тех пор, пока телескоп не выровняется.

Кстати говоря, существуют различные варианты монтировки телескопов (например экваториальная монтировка https://ru.wikipedia.org/wiki/Экваториальная_монтировка), которые требуют тщательного подбора противовесов.



Вопрос 2 (8–9 классы)

В традиционной формулировке эта задача звучит следующим образом: «С какой скоростью должна вращаться Земля, чтобы человек, находящийся на экваторе, находился в невесомости». Если сутки на планете считать как время одного оборота вокруг своей оси, то скорость будет определять время полного оборота. При невесомости на экваторе центростремительное ускорение будет равно ускорению свободного падения, что позволит определить скорость вращения планеты. Зная скорость вращения, определим время полного оборота – сутки.

Таким образом, на экваторе $ma = mg - N$, где N – это вес космонавта на экваторе. Так как $N = 0$, то $ma = mg$, $a = g$.

$$\text{С другой стороны: } a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

Откуда T – время одного оборота, период, равный $T = 2\pi\sqrt{R/a} = 2\pi\sqrt{R/g}$.

Радиус Земли примерно 6371 км = 6.371×10^6 м.

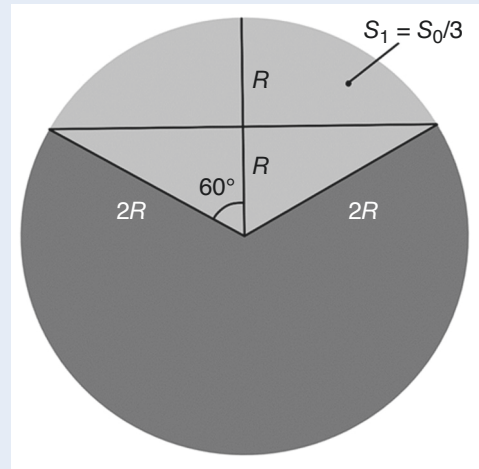
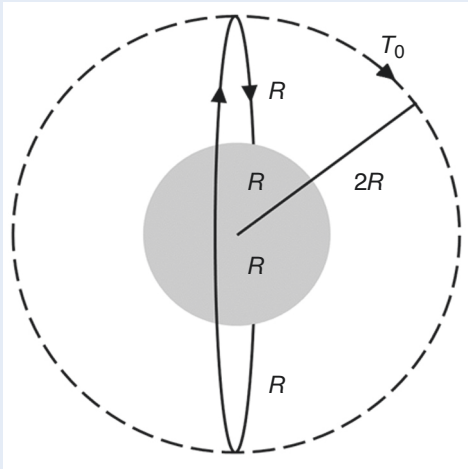
$$T = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\{6.371 \times 10^6/10\}} = 5012 \text{ с} = 83.5 \text{ минут} = 1.4 \text{ часа}$$

Радиус Земли примерно 6371 км = 6.371×10^6 м.

Примечание. Ответ может варьироваться из-за использования в задаче приближенных значений, например, $g = 9.8 \text{ м/с}^2$, или радиуса Земли = 6.4×10^6 м или = 6×10^6 м, что учитывается как верно решенная задача.

Вопрос 3 (10–11 классы)

Согласно первому закону Кеплера, камень будет двигаться по эллиптической орбите (вырожденной в линию). Из соображений симметрии орбита будет представлять собой линию, проходящую через центр Земли (если пробурить сквозной канал), и иметь вторую поворотную точку симметрично относительно центра Земли,



т. е. тоже на расстоянии $2R$ от центра. Фокус такого вырожденного эллипса будет находиться в центре Земли, а большая полуось составит $a_1 = 2R$. Период обращения по такой вырожденной орбите будет определяться только большой полуосью $\left(\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}\right)$, т. е. совпадать с периодом обращения спутника, движущегося по

круговой орбите с радиусом $2R$. Этот период легко определить, зная, что $R = 6371$ км, гравитационный параметр $GM = 398\,600$ км³/с².

$$\text{Итак, } T_0 = \frac{2\pi R}{v}, \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R}}. \quad \text{Итого: } T_0 = 14\,300 \text{ с (примерно 4 часа).}$$

Осталось воспользоваться вторым законом Кеплера о равенстве секториальных скоростей. Отношение времени прохождения сектора T_1 к полному периоду T_0 равно отношению площади соответствующего сектора к полной площади эллипса. С вырожденным эллипсом работать неудобно, поэтому пользуемся тем, что при преобразовании подобия пропорции сохраняются, сохраняется и отношение площадей. Проще решать эту задачу на примере круговой орбиты.

Итак,

$$T_1 / T_0 = S_1 / S_0$$

$$S_0 = \pi(2R)^2$$

$$S_1 = 1/3\pi(2R)^2$$

Отсюда следует, что $T_1 = T_0 / 3$ или 4700 с.

Вопрос 4 (10–11 классы)

Темная материя – не самый удачный термин, поскольку, когда его слышишь, представляешь себе что-то тяжелое и черное, вроде большого черного «Мерседеса». На самом деле темная материя невидимая, она не только не излучает свет (за что названа темной), но и не поглощает (то есть она прозрачная). Хотя она напрямую не видна, мы знаем из астрономических наблюдений, что темной материи во Вселенной в 3 раза больше, чем обычного вещества, – гравитационное притяжение темной материи действует на обычные, видимые объекты. Никак больше темная материя с обычной не взаимодействует, во всяком случае заметным образом, поэтому обычные тела могут спокойно путешествовать сквозь даже плотные скопления темной материи. Что именно представляет собой это вещество – пока неизвестно, и на этот счет есть много интересных теорий.

Можно выписать уравнения, а можно просто сообразить, что гравитационное взаимодействие такое же, как кулоновское, поэтому это то же, что и движение заряда внутри равномерно заряженного шара. Задача известная, сила направлена к центру и, когда корабль находится на расстоянии r от центра, определяется притяжением части шара радиуса r . Масса внутри части шара пропорциональна r^3 , а сила $1/r^2$, в итоге сила пропорциональна r – это аналог закона Гука, то есть корабль будет болтаться внутри, как будто на пружинке, продвигаясь вперед.

Примечание. Это уже решает задачу, но при желании можно изучить разные подробности (центральное или нецентральное соударение, движение не только внутри шара, но и вне его, когда вылетит, и т.д.).

Окончание см. в ЗиВ, 2022, № 3

EARTH & UNIVERSE

2 (344), 2022

March–April

TABLE OF CONTENT:

Lev M. ZELENYI Editorial	3
Vladislav V. SHEVCHENKO The Mystery of the First 500 Years of the Moon	5
Natan A. EISMONT Is the Ninth Planet Out There?	20
Education	
Alina V. GOLOVANOVA, Konstantin A. MAGARYAN, Andrei V. NAUMOV The Second Young Physicists Quiz of the RAS Physical Sciences Division. Tasks	30
People of Science	
Sergey G. KOROSTELEV Leonid Ksanfomality and His Parade of Planets. To the 90 th Anniversary	38
History of Cosmonautics	
Vladimir A. SOLOVYOV, Oleg S. TSYGANKOV <i>Salyut-7</i> Re-Born	49
History of Science	
Lidia I. IOGANSON The Most Read Book After the Bible in the XIX-century Germany. On the First and the Second Volumes of Alexander von Humboldt's <i>Cosmos</i>	70
Amateur Astronomy	
Yuri V. SOLOMONOV Stars Worth of a Monument	95
In Memoriam	
Vladimir S. Gubarev (26.08.1938–25.01.2022)	105
Education	
The Second Young Physicists Quiz of the RAS Physical Sciences Division. Answers	107
Table of Content and Selected Abstracts	110

Cover: The tail of a Comet Leonard (C/2021 A1), the year 2021's brightest comet, captured under dark Namibian skies on December 21. After passing closest to Earth on December 12 and Venus on December 18, Comet Leonard headed toward perihelion, its closest approach to the Sun at approximately 0.6 AU on January 3rd. Its orbit now takes it to aphelion as far as 3700 AU, thus making it possible to pass in the vicinity of a hypothetical Ninth Planet, the search for which is underway. Image Credit & Copyright: Rolando Ligustri (CARA Project, CAST), Gerald Rhemann and Lukas Demetz, also featured by APOD on 25.12.2021, <https://apod.nasa.gov/apod/ap211225.html>

EARTH & UNIVERSE

2 (344), 2022

March–April

The Mystery of the First 500 Years of the Moon

Vladislav V. SHEVCHENKO

Sternberg Astronomical Institute, Lomonosov Moscow State University

DOI: 10.7868/S0044394822020013

A certain number of ring megastructures of significant sizes were discovered on lunar surface. The estimation of their age shows that they belong to the most ancient forms of relief there. Some of them were later filled with basalt lava, flowing from lunar interior, and became lunar *maria*. But on the far side of the Moon such structures preserved their almost primordial appearance. Their morphology as well as the models of their impact formation supported a hypothesis on the earliest period of lunar history. One can suggest that the most common bodies, which formed these megastructures in the first 500 million years of lunar history, were comets with giant nuclei.

Is the Ninth Planet Out There?

Natan A. EISMONT

Space Research Institute, Russian Academy of Sciences

DOI: 10.7868/S0044394822020025

A short account of a hypothesis suggested by K. Batygin and M. Brown in 2016, which postulates the existence of a distant giant planet in the Solar System (so-called 'Ninth Planet').

Индекс 38808

Земля и Вселенная, 2/2022

Заведующая редакцией А.Ю. Обод

Редакторы С.А. Герасютин, Д.А. Кононов, О.С. Сажина

Корректор С.О. Розанова

Верстка макета Н.В. Мелкова

Просим обращаться

по вопросам публикации материалов:

(495)276-77-35 (доб. 42-31), e-mail: zevs@naukaran.com

по вопросам сотрудничества:

(495)276-77-35 (доб. 43-01 или 43-02),

e-mail: journals@naukaran.com

Журнал зарегистрирован Государственным комитетом

Совета министров СССР по печати 28 июня 1991 г.

Свидетельство о регистрации № 2119

www.naukabooks.ru/zhurnali/katalog/zemlja-i-vselennaja/

Все права защищены.

Перепечатка материалов возможна только с разрешения редакции.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Все иллюстрации в статьях предоставлены авторами.

Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели

12+

Сдано в набор 28.01.2022 г. Подписано к печати 16.03.2022 г.

Дата выхода в свет 30.03.2022 г. Формат 70 × 100¹/₁₆

Цифровая печать Усл.печ.л. 9.75 Уч.-изд.л. 9.75 Бум.л. 3.75

Тираж 1000 экз. Заказ № 7 Цена свободная

Учредители: РАН, ФГУП «Издательство «Наука»

Редакция и издатель: ФГУП «Издательство «Наука»

Адрес: 117997 Москва, ул. Профсоюзная, 90

Отпечатано в типографии ФГУП «Издательство «Наука»

Адрес: 121099 Москва, Шубинский пер., 6

АкадемКнига

Букинистический отдел осуществляет покупку и продажу научной литературы, книг по искусству, антикварных изданий, старинных открыток, гравюр и фотографий

Для оценки крупных библиотек выезжаем на дом

Принимаем заказы

Формируем библиотеки

Адрес: 101000, Москва, Б. Спасоглинишевский пер., 8, стр. 4

E-mail: bukinist@naukaran.com

Справки по телефону:

8 (495) 624-7219



Реклама



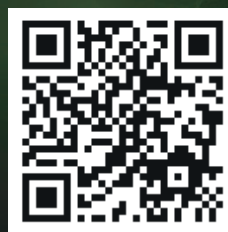
НОВИНКИ И АКЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ



[instagram.com/naukapublishers](https://www.instagram.com/naukapublishers)



[facebook.com/naukapublishers](https://www.facebook.com/naukapublishers)



vk.com/naukapublishers



- переплетные работы
- тиснение фольгой
- цифровая печать
- офсетная печать
- ламинирование
- цветоделение
- сканирование
- брошюровка
- лакирование
- цветопроба
- нумерация
- высечка
- верстка
- СТР

Типографии ФГУП "Издательство "Наука"
www.tnauka.ru

- ▶ Разумная ценовая политика
- ▶ Высокое качество продукции
- ▶ Реальные сроки выполнения заказов
- ▶ Работа высококлассных профессионалов



- ◆ Удобное месторасположение
- ◆ Тиражи от 20 экземпляров

- афиши
- календари
- удостоверения
- адресные папки
- визитные карточки
- фирменные бланки
- брошюры, журналы
- эксклюзивные издания
- полноцветные плакаты
- художественные альбомы
- книги в твердом переплете
- листовки, рекламные буклеты
- наклейки на бумажных материалах

Москва

Санкт-Петербург

Новосибирск

