



# ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

# 2

12 апреля—  
день  
КОСМОНАВТИКИ

1971

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



**«12 апреля 1961 года в Советском Союзе  
выведен на орбиту вокруг Земли  
первый в мире  
космический корабль-спутник «Восток»  
с человеком на борту.  
Пилотом-космонавтом  
космического корабля-спутника  
является гражданин  
Союза Советских Социалистических  
Республик  
летчик майор  
Гагарин Юрий Алексеевич»**

Из Сообщения ТАСС

# Решения XXIV съезда КПСС — в жизнь!

*Главная задача пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда.*

## Обеспечить в новом пятилетии:

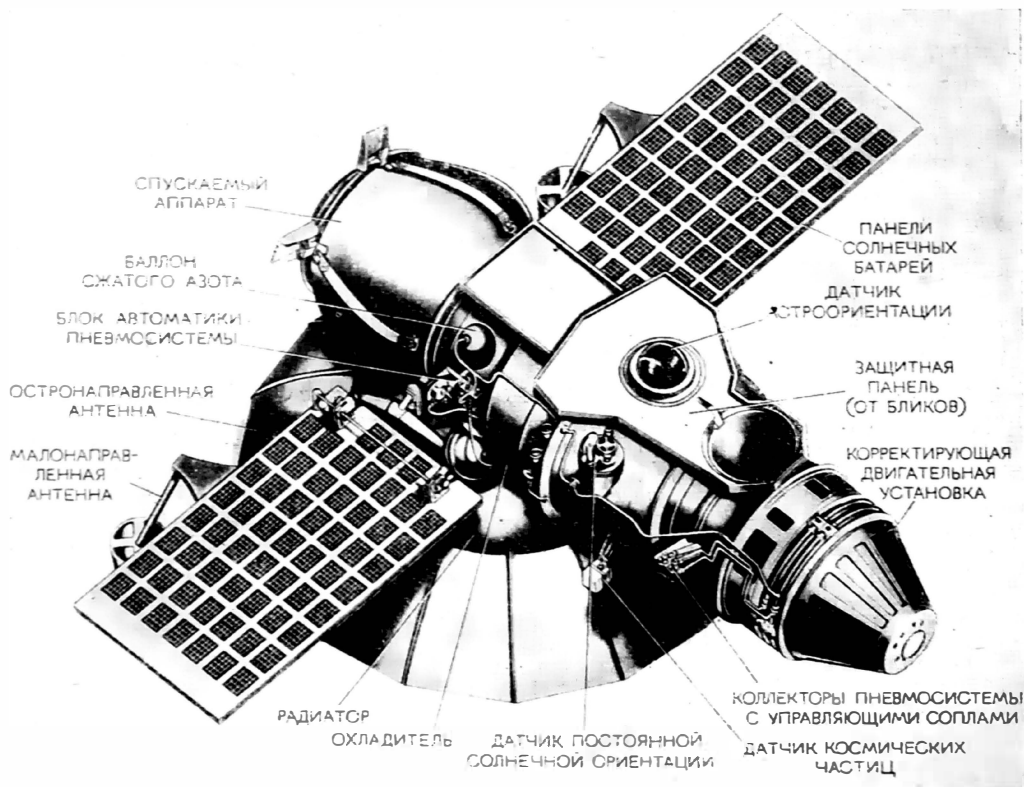
— проведение научных работ в космосе в целях развития дальней телеграфно-телеграфной связи, телевидения, метеорологического прогнозирования и изучения природных ресурсов, географических исследований и решения других народнохозяйственных задач с помощью спутников, автоматических и пилотируемых аппаратов, а также продолжения фундаментальных научных исследований Луны и планет солнечной системы;

— проведение исследований в области геологии, геофизики и геохимии для выявления закономерностей размещения полезных ископаемых, повышения эффективности методов их поиска, добычи и обогащения;

— развитие научных работ по океанологии, физике атмосферы, географии для разработки проблем более широкого и рационального использования природных ресурсов, в том числе ресурсов морей и океанов; разработку научных основ охраны и преобразования природы в целях улучшения окружающей среды, окружающей человека, и лучшего использования природных ресурсов.

Из Директив XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы.

# Полет «Венеры-7» завершен



15 декабря 1970 г. в 8 часов 34 минуты 10 секунд по московскому времени спускаемый аппарат советской межпланетной станции «Венера-7» совершил посадку на поверхность Венеры. Успешное завершение еще одного важного космического эксперимента позволило впервые получить научную информацию непосредственно с поверхности другой планеты солнечной системы.

Значения атмосферных параметров на поверхности планеты в месте посадки спускаемого аппарата станции «Венера-7» составляют:

температура  $475 \pm 20$  градусов Цельсия;  
давление  $90 \pm 15$  атмосфер.

Таким образом, окончательно установлено, что Венера обладает очень разогретой атмосферой, плотность которой у поверхности примерно в 60 раз больше плотности у земной поверхности.

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный  
журнал  
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



МАРТ — АПРЕЛЬ

**2** 1971

Издательство «Наука»  
Москва

## В номере

Б. Н. Петров — Десятилетие подвига Гагарина . . . . .	2
Ю. А. Гагарин — Чудо века — реальная действительность . . . . .	4
Г. С. Титов — Юрий Гагарин был первым . . . . .	6
И. Н. Галкин — Земля и... миллионы ее моделей . . . . .	10
В. П. Булеков, Ю. А. Сурков, В. В. Шварев — Как взяла грунт автоматическая станция «Луна-16» . . . . .	15
Э. Хьюиш — Пульсары . . . . .	19
В. Л. Гинзбург — Что такое пульсары! . . . . .	22
С. И. Кан — Морские прогнозы . . . . .	28
Р. Лейтон — Поверхность Марса . . . . .	33

## ЛЮДИ НАУКИ

Андрей Васильевич Пастухов . . . . .	41
--------------------------------------	----

## ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

В. Ф. Чистяков — Уссурийская солнечная станция . . . . .	44
В. В. Шевченко — Астрономия в Монголии . . . . .	48

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Е. П. Левитан — Юбилейный съезд ВАГО . . . . .	50
Ю. С. Воронков — У истоков практической космонавтики . . . . .	56
О. Л. Вайсберг — Электрические поля в магнитосфере Земли . . . . .	61

## АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В. П. Цесевич, А. Б. Палей — Как улучшить преподавание астрономии в педагогических институтах! . . . . .	63
---	----

## ЭКСПЕДИЦИИ

А. А. Чернов — Быль о «Садко» . . . . .	65
М. Гюберлет — «Челленджер» [к столетию экспедиции] . . . . .	68

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

К. Ф. Сулковский — Любители астрономии Ульяновска . . . . .	73
Н. Б. Перова — Страничка наблюдателя переменных звезд . . . . .	75

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Л. М. Гиндилис — «Ура! Да здравствует контакт!» . . . . .	76
---	----

## КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. Орлов — Первооткрыватель космоса на почтовых марках . . . . .	77
---	----

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вспышки света в глазах космонавтов [40]; Визуальные наблюдения Земли с борта корабля «Союз-9» [43]; «Квинтет» Стефана оказался... «квартетом» [46]; Хроника землетрясений [78].

На обложке: 1-я стр.— Ракета-носитель выводит корабль «Восток» на орбиту.

# Десятилетие подвига

12 апреля 1961 г.— историческая дата: в этот день беспрецедентный полет Юрия Гагарина на корабле «Восток» открыл эру освоения и исследования космического пространства и небесных тел человеком.

Космический рейс на «Востоке» — величайший подвиг. Это — прыжок в неизвестное. Потребовалось преодолеть огромные технические трудности, создать мощную ракету-носитель, космический корабль, средства жизнеобеспечения. Потребовалось преодолеть психологический барьер, который всегда встает на пути к новым рубежам, когда человек покоряет природу.

И хотя полету первого советского космонавта предшествовала большая подготовка, к моменту старта корабля «Восток» оставалось еще много неизвестного. Величайшее мужество и героизм, беззаветная преданность Родине, безграничная вера в науку и технический прогресс позволили Юрию Гагарину спокойно и уверенно отправиться в космос.

«Гражданин Советского Союза в космосе...». Эта весть мгновенно облетела весь земной шар. Радиостанции прерывали свои сообщения, чтобы поведать миру о событии, открывшем новую эпоху космических исследований.

Дерзновенная мечта человека — полет в космическое пространство — свершилась! Лишь сейчас, когда прошли годы и за первым историческим полетом последовали новые, все более сложные и длительные, когда космонавт ступил на поверхность Луны, когда сделано много новых открытий, становится ясным все величие подвига первооткрывателя космоса.

Вслед за рейсом пионера космоса Юрия Гагарина последовали новые героические полеты советских и американских космонавтов.

Суточный полет Германа Титова, первый групповой полет Андрияна Николаева и Павла Поповича, новый групповой полет Валерия Быковского и первой в мире женщины-космонавта Валентины Терешковой стали крупными вехами в покорении космоса человеком.

12 октября 1964 г. впервые стартовал многоместный корабль «Восход». Во время этого космического рейса участие инженера, уче-

ного и врача позволило расширить круг наблюдений на борту космического корабля.

18 марта 1965 г. советский космонавт Алексей Леонов, первым из людей выйдя в открытый космос, доказал, что человек может жить и работать в свободном космическом пространстве, открыл дорогу другим космонавтам, снял сомнения в возможности выполнения различных операций в таких условиях.

Важную задачу ракетно-космической техники представляет сборка на околоземной орбите крупных космических станций. В Советском Союзе впервые собрана на орбите экспериментальная космическая станция с экипажем из четырех человек на борту. Создание первой экспериментальной орбитальной станции и комплекс научно-технических экспериментов, выполненных ее экипажем, — важный шаг на пути построения длительно действующих крупных орбитальных станций. Эти станции откроют новые возможности для космических исследований, для развития космической физики, астрофизики, метеорологии, космической биологии и медицины.

Космические полеты дали важные результаты в области медико-биологических исследований, выявили новые данные о природных ресурсах Земли, позволили решить ряд технических проблем, связанных с дальнейшим развитием космонавтики. Как исключительно важный результат следует рассматривать разработку кораблей, ракетно-космических систем, наземных комплексов, систем телеуправления и связи, которые предопределили и обеспечили успехи космических исследований. Используя любимое выражение Сергея Павловича Королева, мы можем сказать, что именно наша страна сделала Землю из замкнутого мира «берегом Вселенной». Русский ученый К. Э. Циолковский убедительно обосновал практическую осуществимость выхода в космос с помощью ракет. Ученники и последователи с энтузиазмом претворяли в жизнь дерзновенные идеи своего учителя. Образовались творческие коллективы, которые разрабатывали мощные двигательные установки, ракеты и системы управления.

Запустив первый искусственный спутник

# Гагарина

Земли, Советский Союз стал первой «космической державой» мира.

В 1959 г. Советский Союз с помощью космических аппаратов первым начал изучение Луны. Исследовалось околослунное пространство, фотографировалась обратная сторона Селены. После мягкой посадки на поверхность Луны и после передачи телевизионных изображений лунного рельефа были получены первые морфологические данные и сделаны обоснованные выводы о природе и свойствах лунного грунта. Когда лунные станции очертили селеноцентрические орбиты, по данным измерений гамма-спектрометра удалось сделать выводы о составе лунных пород.

Советские автоматические межпланетные станции серии «Венера» первыми достигли нашей загадочной космической соседки и провели там прямые измерения характеристик атмосферы.

Советская автоматическая станция «Луна-16» принесла на Землю пробу лунного грунта, а станция «Луна-17» доставила на поверхность Луны автоматический самоходный аппарат «Луноход-1» с различной исследовательской аппаратурой. На поверхности Луны пролегли первые следы колес самоходного аппарата. Это замечательное автоматическое устройство решает разнообразные научные задачи. Оно исследует грунт, изучает химический состав верхнего слоя поверхности по трассе передвижения, исследует радиационную обстановку и рентгеновское излучение Вселенной.

Найденные при создании лунохода научные и технические решения могут быть использованы и при работе над автоматическими луноходами будущего. Их можно снабдить буровыми устройствами для взятия проб грунта. На Землю эти пробы доставит ракета «Луна-Земля» типа той, которая устанавливалась на «Луна-16». Кроме того, самоходный аппарат сможет расставлять исследовательские приборы в различных пунктах поверхности Луны.

Возможности космических автоматических аппаратов как летательных, так и движущихся по поверхности Луны и планет огромны.

Даже при осуществлении пилотируемых полетов на Луну и планеты автоматические кос-

мические аппараты будут обеспечивать высокую эффективность работы космонавтов, снабжать их бесценной научной информацией.

Стремясь к превращению космоса в арену мира и международного сотрудничества государств, Советский Союз осуществляет широкие международные связи в исследовании космоса.

Успешно развивается сотрудничество по этим вопросам с братскими социалистическими странами. В 1967 г. была принята Программа сотрудничества социалистических стран в области космической физики, космической метеорологии и аэронауки, космической связи и космической биологии и медицины. Эта программа отличается научным подходом к выбору тематики, координацией интересов и технических возможностей стран-участниц сотрудничества. Спутники дружбы «Интеркосмос-1, -2, -3 и -4», созданные объединенными усилиями братских социалистических стран, успешно несли вахту в космосе.

Данные спутников дружбы дополнила запущенная в 1970 г. мощная геофизическая ракета «Вертикаль-1», которая подняла на высоту почти 500 км приборы, сделанные в ряде социалистических стран.

Эффективно разворачиваются совместные работы СССР и Франции. На «Луноходе-1» установлен французский лазерный отражатель, с его помощью ученые обеих стран провели эксперименты по лазерной локации Луны.

Космос служит людям и сближает народы. Советский космический «почерк» отличается планомерностью, обширным диапазоном исследований, рассмотрением первостепенных научных и народнохозяйственных задач, новаторским подходом к их решению. Все это вызывает у советских людей чувство патриотической гордости. Они полны желанием вслед за покорителями космоса прославить Родину новыми трудовыми свершениями.

Пройдут десятилетия, пройдут века, человек ступит на другие планеты, выйдет за пределы солнечной системы, многое сотрется в памяти, но имя Юрия Гагарина, вырвавшегося в космос, навсегда останется в анналах земной цивилизации.

**Ю. А. ГАГАРИН**  
летчик-космонавт СССР  
Герой Советского Союза

# ЧУДО ВЕКА—РЕАЛЬНАЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Первый в истории космический полет, который мне было поручено осуществить, позволил сделать вывод о практической возможности полетов человека в космос. Итоги показали, что после специальной тренировки можно хорошо переносить условия космического полета, а в состоянии невесомости человек может сохранять работоспособность, координацию движений, ясность мышления.

Полет корабля «Восток» казался чудом века, но чуда не было, была реальная действительность. Коммунистическая партия, советский народ создали замечательную космическую технику и доверили мне, рядовому

летчику, первый полет в неизведанные дали. Чтобы выполнить это ответственное задание как можно лучше, пришлось напрячь все силы и умение. Перед полетом в моем заявлении было сказано, что я решаюсь на его выполнение только потому, что я коммунист, потому, что имею образцы беспримерного героизма моих соотечественников — советских людей.

Свой первый полет в космос мы посвятили XXII съезду Коммунистической партии Советского Союза. Говоря мы, я имею в виду не только группу летчиков-космонавтов, но и ученых, конструкторов, врачей, инженеров, техников, рабочих, все коллективы и организации, участвовавшие в подготовке и обеспечении первого космического полета, ибо этот полет был победой нашей науки и техники, ярким проявлением творческого гения всего советского народа...

После того как стартовал наш первый искусственный спутник Земли, специалисты высказывали самые различные сроки возможного полета человека за пределы земной атмосферы. Многие ошиблись, называя сроки более 10 лет. Слишком несбыточным казалось в то время создание космического корабля, систем жизнеобеспечения, связи, управления, всего, что нужно для безопасного полета человека в космос и возвращения его на Землю. Но советский «Восток» стартовал раньше



*Ю. А. Гагарин готов к первому полету в космос. В карман скафандра он положил удостоверение советского космонавта № 1*

Материал любезно предоставлен редакцией журнала «Авиация и космонавтика».





*По дороге на космодром*

чем через четыре года после первого искусственного спутника Земли. Только народ, вдохновленный великой программой построения коммунизма, руководимый своей родной Коммунистической партией, способен в столь короткие сроки совершить подвиги, о которых на протяжении многих веков мечтали лучшие представители русской и мировой науки.

В канун XXII съезда Коммунистической партии советская наука и техника одержали еще одну выдающуюся победу — Герман Степанович Титов совершил в космосе суточный полет. В этом новом подвиге отразились огромные достижения науки и техники Советского Союза, всего народного хозяйства страны — великие преимущества первого в мире социалистического общественного строя.

В результате полетов космических кораблей-спутников «Восток» наука обогатилась новыми знаниями; боль-

шой вклад советские космонавты внесли в развитие космической медицины и биологии.

Все мы прекрасно представляли себе, что полеты в одноместных кораблях — лишь начальный этап исследований космоса человеком. Ведь каждый из нас в одноместном корабле был и командиром, и экспериментатором, и медиком, и оператором. Можно перечислить еще много специальностей, представители которых оставались на Земле, но поручали космонавтам выполнить «небольшое» задание.

Программы исследований советских «Востоков» были очень насыщенными, объем экспериментов значительно возрастал от полета к полету.

Уже после первых полетов всем было ясно, что значительное увеличение объема работы неизбежно приведет к разделению обязанностей между членами космического экипа-

жа. Значит, на смену одноместным кораблям должны были прийти многоместные, так же как и на смену первому спутнику, оснащеному лишь радиопередатчиками, приходили все более сложные беспилотные космические аппараты.

Не прошло и двух лет, как жизнь подтвердила правильность такого вывода. С космодрома Байконур стартовал новый советский корабль-спутник «Восход». На борту его в космос поднялся коллектив: командир корабля — летчик-инженер, ученый-космонавт, врач-космонавт. Теперь уже настало время «специализированных исследований» в космическом пространстве.

В ходе многосуточных полетов космонавты провели различные наблюдения и эксперименты в космическом пространстве, оценили работу бортового оборудования на различных режимах, проверили средства связи, управления, ориентации. Это также обогатило науку, позволило наметить пути дальнейшего развития техники. Накоплен опыт использования обеих систем приземления — в корабле и вне корабля.

Каждый новый полет — новый вклад в развитие космонавтики. В марте 1965 г. советский человек, опираясь на полученные знания, решился покинуть кабину космического корабля и шагнуть в космос.

Мне трудно без волнения писать об этом событии. И не только потому, что в тот день совершилось то, к чему мы готовились больше года. Первым в мире в открытый космос вышел мой большой друг Алексей Леонов. Сложнейший эксперимент был выполнен под руководством командира корабля-спутника «Восход-2» Павла Беляева, которому впервые также пришлось осуществлять ручную посадку космического корабля.

Что бы ни говорили, а за те памятные минуты мы поволновались изрядно. Но это не было паникой. Мы знали о надежности нашей техники, верили в мастерство космонавтов. И они оправдали наши надежды. Выход человека в космос открыл новую эру в освоении космического пространства.

Апрель 1966 г.

**Г. С. ТИТОВ**  
летчик-космонавт СССР  
Герой Советского Союза

## Юрий Гагарин был первым

Шли последние дни перед первым полетом человека в космос. Решался вопрос, кому выпадет великая честь занять место в кабине космического корабля. Естественно, каждый из нас горел желанием выполнить столь необычное задание.

— Полетит Юрий Гагарин,— объявили нам решение Государственной комиссии. Все горячо поздравили Юрия. Мы знали: он — хороший товарищ, принципиальный, честный коммунист, пользующийся большим уважением. С заданием он справится.

Так получилось, что мне довелось много и часто бывать вместе с Юрием. Не буду говорить избитыми словами: меня поражало, мне было

приятно, и т. д. Скажу так: с Юрием можно было хорошо и спокойно делать любое дело и надежно дружить. Его способность входить, вписываться в коллектив, в среду, быть везде своим человеком располагала к нему людей. Я старался подражать Юрию, но у меня это не всегда получалось. Разница в характерах не мешала нам быть хорошими товарищами. Особенно сдружились мы во время подготовки к полету. Мне нравились его оптимизм, вера в наше дело.

Никогда не забуду тот день, когда объявили, что меня назначили дублером Гагарина. Надо ли говорить, насколько я был горд оказанным доверием.

Мы приехали на один из заводов. Сергей Павлович Королев, руководивший созданием ракеты-носителя и космического корабля, человек с мужественным, чисто русским лицом, встретил нас приветливо. Его внимательный взгляд, уверенная, неторопливая речь говорили о большом уме и силе воли.

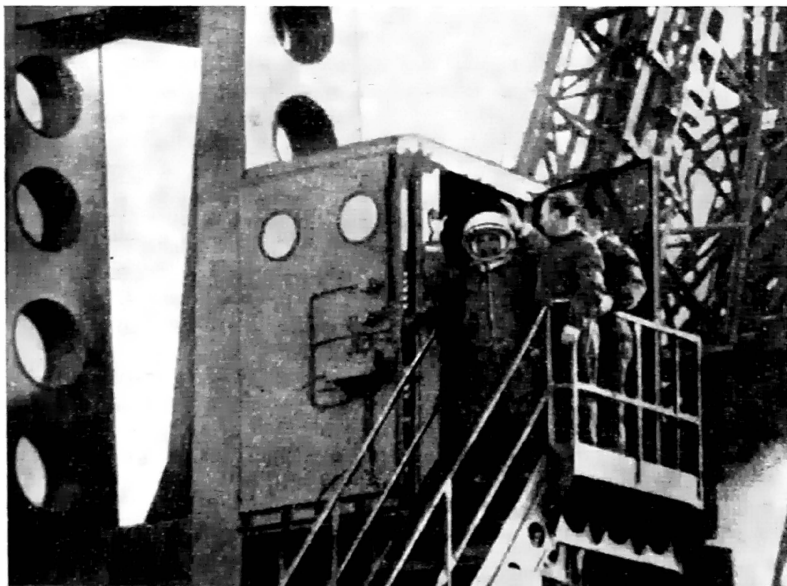
С душевным трепетом мы подходили к космическому кораблю. Все здесь для нас было ново.

Сергей Павлович стал объяснять, из каких материалов создан корабль.

— Посмотрите,— говорил он,— корабль покрыт жаропрочной оболочкой. Он объяснил, что во время спуска, при входе в плотные слои атмосферы, космонавт может увидеть через иллюминаторы, как на поверхности корабля бушует пламя. Но в кабине температура будет нормальной, не более 20°.

— Стекла в иллюминаторе тоже жаропрочные,— сказал С. П. Королев.— Наша промышленность делает чудеса.

Сергей Павлович объяснил нам



*Перед стартом, 12 апреля 1961 г.*

Фото И. А. Снегирева

устройство кабины, назначение и принцип действия ее оборудования, приборов. Кабина была гораздо просторнее, чем на реактивном истребителе. В то же время приборов, кнопок и тумблеров здесь было меньше. И это говорило о том, что космический корабль был совершеннее,— управление им автоматизировано до максимума.

Слушая объяснения Сергея Павловича, мы поняли, как много было сделано для того, чтобы обеспечить безупречную надежность всех агрегатов и механизмов и, следовательно, безопасность полета космонавта.

В конце беседы С. П. Королев сказал:

— Будьте хозяевами на корабле, творчески его изучайте, вносите свои предложения: вам на нем летать.

После общего знакомства мы начали изучать корабль более углубленно, овладевать его многочисленными сложными системами и агрегатами. Вот где потребовались знания, приобретенные при освоении самолетов в авиационном училище, в полку и в группе космонавтов.

Инженеры, конструкторы внимательно, дружески относились к космонавтам. Вначале мы только слушали и запоминали их объяснения. А когда изучение было в основном закончено и мы стали «обживать» корабль, возникли некоторые пожелания и предложения. С. П. Королев нам сказал:

— Смело высказывайте свои суждения. Предлагайте.

Мы старались в меру своих сил помочь конструкторам сделать корабль более совершенным, удобным. Мы почувствовали, что в творческий коллектив, создающий космический корабль, нам удалось войти не сторонними наблюдателями. Это радовало.

Первому космонавту предстояло испытать неизведанное, необычное. Полет, несмотря на тщательную подготовку, был связан с определенным риском. И, пожалуй, вряд ли нашелся бы на Земле человек, который сел бы в кабину и отпра-



*С. П. Королев, Н. И. Королева, Ю. А. Гагарин на отдыхе в Сочи в мае 1961 г.*

Фото И. А. Снегпрева

вился в космическое пространство абсолютно спокойно.

Незадолго до полета с нами беседовал Главный маршал авиации К. А. Бершинин. Он интересовался всем, что связано с полетом и, конечно, в первую очередь нашим моральным состоянием.

— Волнуетесь? Нервничаете? — участливо спросил он Юрия Алексеевича.

— Есть немного, товарищ Главный маршал,— был ответ.

— А по вашему виду незаметно. Значит, прячете волнение там,— он дотронулся рукой до левого борта кителя.

— Держусь, товарищ Главный маршал. Сумею справиться,— заверил Юрий Алексеевич.

— Главное — уверенность,— учил нас Главный маршал.— Надо очень верить в себя, в технику, и тогда выйдешь победителем из самой сложной обстановки.

Перед отъездом на космодром

состоялось партийное собрание с повесткой дня: «Как я готов выполнить приказ Родины». Космонавты дали клятву Родине, Коммунистической партии, Советскому правительству и своим товарищам-коммунистам с честью выполнить задание.

С огромным вниманием было выслушано выступление Юрия Гагарина.

— Я рад и горжусь, что попал в число первых космонавтов... Не пожалеоу ни сил, ни труда, не посчитаюсь ни с чем, чтобы достойно выполнить задание партии и правительства. Присоединяюсь к многочисленным коллективам ученых и рабочих, создавших космический корабль и посвятивших его XXII съезду КПСС,— сказал он.

Слово предоставили мне.

— Знаю, что не только я могу участвовать в космическом полете, но и другие товарищи. Но если партия и правительство доверят совершить его мне, приложу все свое умение, чтобы отлично выполнить почетное задание во имя процветания нашей социалистической Родины.

Собрание закончилось. Взволнованные возвращались мы домой. Не было, казалось, таких трудностей, которые мы не смогли бы преодолеть на пути к выполнению поставленной задачи.

Наступил день отъезда на космодром Байконур. Естественно, наши родные и близкие волновались. Мы пытались отшучиваться...

И вот мы на космодроме. Ясное утро 12 апреля 1961 г.

Автобус быстро доставил нас к подножию гигантской ракеты. Через несколько минут космонавт займет свое место в кабине корабля. Юрий тепло прощается с провожающими его членами Государственной комиссии, учеными, товарищами-космонавтами. Мы оба были в скафандрах, обнялись и, как говорили космонавты, «чокнулись» гермошлемами.

— Дорогие друзья, близкие и незнакомые, соотечественники, люди всех стран и континентов!— обратился Юрий Гагарин к провожающим.— Через несколько минут мо-

гучий космический корабль унесет меня в далекие просторы Вселенной. Что можно сказать вам в эти последние минуты перед стартом? Вся моя жизнь кажется мне сейчас одним прекрасным мгновением...

Я посмотрел в лицо моего друга. Его слова, казалось, были моими собственными.

— Все, что прожито, что сделано прежде, было прожито и сделано ради этой минуты. Сами понимаете, трудно разобраться в чувствах сейчас, когда очень близко подошел час испытания, к которому мы готовились долго и страстно...— отчетливо звучал голос Юрия в тишине.

Я не улетал, я был запасным. Но мне казалось, что слова моего друга, которому выпала честь лететь первым, исходили из моего сердца. Он говорил об ответственности, которая выпала на долю космонавта перед его настоящим и будущим.

— Я решаюсь на этот полет,— продолжал первый космонавт,— потому, что я коммунист, потому, что

имею образцы беспримерного героизма моих соотечественников— советских людей. Я знаю, что соберу всю свою волю для наилучшего выполнения задания. Понимая ответственность задачи, я сделаю все, что в моих силах, для выполнения задания Коммунистической партии и советского народа.

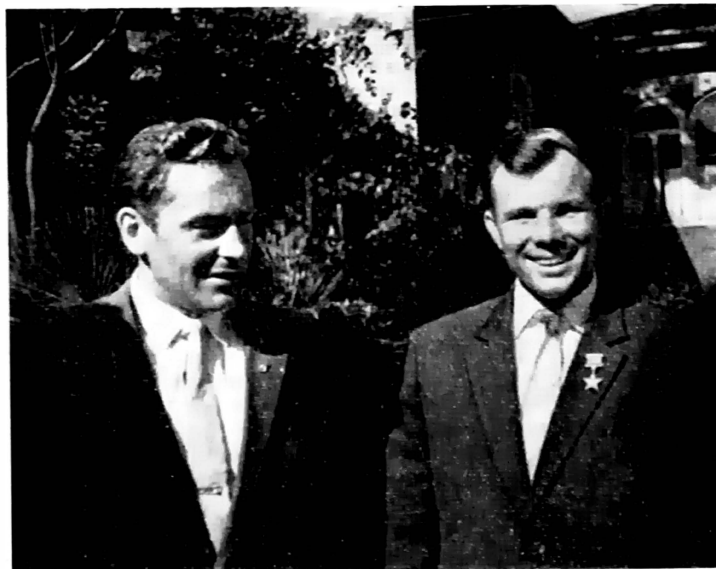
«Мы не сомневаемся в этом, мой друг»,— подумал я.

Закончив выступление, Юрий поднялся в лифте на площадку, расположенную у входа в кабину космонавта. Он поднял руку, еще раз попрощался:

— До скорой встречи!— И скрылся в кабине.

Захлопнулся люк. Провожающие, словно замороженные, еще несколько минут стояли у стартовой площадки.

Когда Юрий Гагарин доложил: «Самочувствие хорошее. К старту готов», я снял скафандр, гермошлем и комбинезон и надел «земную» одежду.



Г. С. Титов и Ю. А. Гагарин 1 августа 1961 г.

Фото И. А. Снегирева

Потом пришел на пункт связи. Здесь были мои товарищи-космонавты. Они вели переговоры с Юрием Алексеевичем. Не удержался, задал и я своему другу обычный вопрос о самочувствии. В динамике раздался уверенный, чуть насмешливый голос Гагарина:

— Самочувствие отличное. Дела — как учили.

Мы невольно рассмеялись. И было отчего: раз космонавт шутит, значит, он действительно чувствует себя превосходно.

Вскоре послышалась команда:

— Подъем!

Первый старт первого в мире космического корабля с человеком на борту! Величественная и грандиозная картина. Едва зашумели, загудели двигатели, как подножие ракеты окуталось клубами дыма отработанных газов. С каждой секундой гул двигателей нарастал, а облако дыма становилось гуще, обширнее. Вот оно уже закрыло добрую половину корпуса ракеты-носителя. Внизу бушевало настоящее море дыма и огня. И вот ракета, чуть качнувшись, стала медленно уплывать вверх.

— Счастливого полета, дружище!..

Сообщения с борта космического корабля были радостными: Гагарин переносил необычные условия полета хорошо.

Вот подошло время, когда космическая ракета должна пройти плотные слои атмосферы. Здесь автоматически должен быть сброшен головной обтекатель. Наконец, космонавт передал:

— Сброс головного обтекателя... Вижу Землю!

— Сработала! — радостно произнес Николай Петрович Каманин. Мы переглянулись, обменявшись довольными улыбками.

Одна за другой отделялись ступени ракеты. Мы опять услышали короткий доклад космонавта. В этот раз Юрий сообщил, что космический корабль вышел на орбиту. Для космонавта наступила полная невесомость. Как он ее перенесет? Все мое внимание было приковано к передачам из космоса. Как себя чувствует Юрий? — вот главный вопрос,



Ю. А. Гагарин дома

Фото И. А. Снегирева

который меня интересовал в тот момент. И на него ответил из космоса сам Гагарин:

— Полет проходит успешно. Чувство невесомости нормальное. Самочувствие хорошее. Все приборы, вся система работают хорошо.

Я понял, что он успешно выполняет программу. Невесомость не мешает его деятельности. В это время я вспомнил слова Циолковского: «...Отсутствие тяжести произвольно долгое время будет переноситься человеком без дурных последствий».

Другая весьма важная проблема, которая решалась во время полета Гагарина, — это работа автоматики. Ведь всем полетом космической ракеты, работой всех ее сложных механизмов управляли автоматические системы. Они направляли ракету по заданной траектории, управляли работой двигателей, сбрасывали ступени, в заданной точке переводили корабль на снижение и т. п. Автоматика поддерживала внутри корабля условия, необходимые для жизнедеятельности человека. Мы с удовлетворением отмечали, что все автоматические системы работают безотказно, и бесконечно радовались успеху полета.

Из космоса шли все новые и новые сообщения Юрия Гагарина:

— Передаю очередное отчетное сообщение: 9 часов 48 минут, полет проходит успешно... Самочувствие хорошее, настроение бодрое.

— Включилась солнечная ориентация.

— Полет проходит нормально, орбита расчетная.

— Настроение бодрое, продолжаю полет, нахожусь над Америкой. — Внимание. Вижу горизонт Земли. Такой красивый ореол. Сначала радуга от самой поверхности Земли, и переходит она вниз. Очень красиво...

Предстоял заключительный и, может быть, самый важный этап полета — снижение и посадка — это, пожалуй, наиболее сложный момент. Ведь у космического корабля нет крыльев, которые смогли бы держать его в атмосфере.

Все ли сработает нормально? Система торможения и посадки неоднократно проверялась при полетах космических кораблей-спутников. Но могут же возникнуть какие-то непредвиденные обстоятельства. Справится ли мой друг, если ему придется спускаться на Землю и осуществлять посадку с помощью ручного управления? В сознании промелькнули картины совместных тренировок, и сомнения исчезли.

«Все будет хорошо», — подумал я.

Наконец, радио сообщило, что в 10 часов 55 минут космический корабль «Восток» благополучно приземлился в заданном районе.

Юрий Гагарин передал с места приземления:

«Прошу доложить партии и правительству, что приземление прошло нормально, чувствую себя хорошо, травм и ушибов не имею».

Первый в мире полет человека в космос успешно завершён.

Когда мы прилетели в район приземления, мне хотелось как можно быстрее обнять друга. Я увидел Юру в плотном окружении людей. Вокруг стояли медики, ученые, инженеры. Подойти к первому космонавту не было никакой возможности. И все же я осторожно стал протискиваться сквозь толпу. На меня бросали удивленные взгляды. Юра заметил меня в нескольких шагах от себя и бросился навстречу. Мы крепко обнялись.

— Доволен? — спросил я.

— Конечно, очень доволен. Скоро и ты испытаешь все это...

И. Н. ГАЛКИН  
кандидат физико-математических  
наук

# Земля и... миллионы ее моделей

«Цель расчетов — понимание, а не число ... прежде, чем решать задачу, подумай, что делать с ее решением...»

(Р. Хемминг)



Юмористические рисунки Т. Янушевич.

Наконец-то! В руках геолога — долгожданный сейсмический разрез земной коры. Наметанный глаз исследователя прощупывает еще влажные от туши линии. Опираясь на свежие факты — неопровержимые сейсмические данные — геолог строит наиболее правдоподобную (и вполне оригинальную) тектоническую гипотезу. Но вдруг... через некоторое время другой сейсмолог для того же района получает совсем непохожий разрез.

Где же взять силы геологу переписать новые данные и создать новую гипотезу? Какой из многочисленных сейсмических разрезов предпочесть? Если собрать всех «соперников» (специалистов по сейсмологии) в одном кабинете, любой из них сумеет доказать собственную правоту и ошибку оппонента. Потому что «каждый из разрезов принадлежит к множеству возможных решений, удовлетворяющих экспериментальным данным с заданной точностью...» Потому что обратная сейсмическая задача на практике решается неоднозначно.

Но стоп!

Мы извинимся перед читателями, не терпящими шуток в серьезном деле. Тем более, что многие знакомы с различными косвенными методами изучения Земли. Среди них упругим волнам от землетрясений и взрывов принадлежит не последнее место. Ведь запись на сейсмограмме содержит все, что «увидела» сейсмическая волна на пути от источника до сейсмостанции. Расшифровать эту запись — определить как устроена Земля — заветное желание, объединяющее всех сейсмологов.

Эту задачу называют обратной сейсмической, в отличие от прямой, заданной природой: в упругой среде распространяются сейсмические волны — требуется определить вид колебаний в точке регистрации\*.

\* И. Н. Галкин, В. З. Рябой. Смотрящие в глубь Земли. «Земля и Вселенная», № 4, 1970 г.

В решении прямых задач сейсмологи-теоретики преуспели. Они умеют предугадывать характер сейсмической записи для моделей Земли, достаточно сложных и близких к реальной, а также могут доказать единственность решения прямой сейсмической задачи. Но с обратной сейсмической задачей дело обстоит сложнее. Например, располагая годографом, нельзя построить единственный разрез Земли в том случае, если в ней есть сейсмические каналы — волноводы. И для более общего случая, когда известна вся форма сейсмических колебаний, вопрос о построении единственного скоростного разреза теоретически еще не решен. Математические трудности здесь столь велики, что пока исследованы лишь наиболее простые модели Земли.

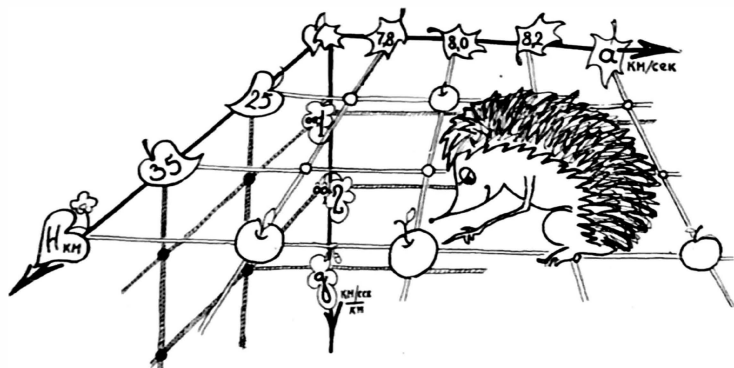
Как же быть сейсмологам-экспериментаторам? А что если для каждого из предложенных разрезов рассчитать теоретические волновые характеристики и предпочесть такой разрез, у которого они будут соответствовать экспериментальным. При этом не следует надеяться на их полное совпадение: ведь экспериментальные данные, как и теоретические расчеты, имеют некоторые ошибки. «Хорошим» мы сочтем разрез, для которого несоответствия расчетов и наблюдений не превышают разумных оценок. Может оказаться, что в пределах допустимой ошибки одним и тем же экспериментальным данным удовлетворяют несколько разрезов...

Так мы подошли к одной из основополагающих идей вычислительной сейсмологии — к идее строить сейсмический разрез методом перебора. Для этого рассматривается множество возможных решений и оценивается правдоподобность каждого варианта. Такой метод решения обратной задачи основывается на многократном решении прямых задач — это известный в науке «метод проб и ошибок». Его внедрение невозможно без использования ЭВМ. Многие сейсмологи, приобщенные к машинной интерпретации наблюдений, прошли путь от первоначального желания «объ-

ять необъятное» до трезвого понимания хотя и огромных, но все же не безграничных возможностей ЭВМ. Приведем пример. Допустим, перед нами сейсмический разрез, на котором легко увидеть 3 слоя. Свойства каждого слоя зададим шестью параметрами: скорости и градиенты скоростей продольных и поперечных волн, мощность и плотность пород. Если каждый параметр меняется в пределах трех фиксированных значений, то можно составить  $3^{15} = 400\,000\,000$  различных скоростных разрезов! Анализ одного разреза по вычислительной программе «Еж» В. П. Валюса (Институт физики Земли АН СССР) на ЭВМ занимает всего 5 секунд. За сутки непрерывного счета можно обработать 17 280 разрезов. К концу года (невисокосного) будет исследовано 6 289 920 разрезов. А на всю задачу уйдет... 63,5 года! А ведь сейсмологу в течение жизни хочется и обработать данные и успеть выступить с сообщением на ученом совете...

Поэтому до начала счета на ЭВМ сейсмолог выбирает и ограничивает число анализируемых вариантов решения. Этот этап называется «параметризацией» — каждый сейсмический разрез характеризуется совокупностью свойств. Параметризация означает замену реальной среды математической моделью, для которой определяются: число слоев, закон изменения скорости с глубиной и пределы изменения всех характеристик. От параметризации в конечном итоге зависит результат расчетов, поэтому включают все интересующие исследователя случаи. Однако вариантов не должно быть слишком много. И рассматривается изменение не всех свойств среды, а только тех, которые сильнее других влияют на сейсмическую запись. При шести — восьми переменных характеристиках число перебираемых скоростных разрезов становится обозримым — несколько тысяч.

Итак, все готово к машинному счету... Выбраны экспериментальные характеристики волн и закончена параметризация. Войдем в машин-



Программа «Еж» для построения скоростного разреза на ЭВМ по совокупности сейсмических наблюдений. В итоге случайного перебора попадаетеся «хороший» разрез (у которого расчетные характеристики близки к экспериментальным). Тогда «Еж» начинает шаг за шагом, узел за узлом «проверять» разрезы, соседние с «хорошим», т. е. отличающиеся от него значением одного или двух параметров. В результате «Еж» обойдет ту область, где возможны ответы

ный зал и нажмем на пульте кнопку «Пуск». Мигание лампочек, стук печатающего устройства и «музыка» электронных схем сопровождает работу программы «Еж»: перебираются разрезы. Для каждого рассчитываются теоретические характеристики волн, соответствующие экспериментальным (например, го-

дографы, амплитудные кривые объемных волн). Расчетные кривые сопоставляются с экспериментальными, определяется мера их расхождения (среднеквадратичное отклонение). Если оно не выходит за выбранный порог, разрез считается «хорошим». В итоге совокупность всех «хороших» разрезов принима-



Решение обратной сейсмической задачи методом перебора громоздко даже с использованием ЭВМ. Чтобы перебрать возможные комбинации параметров трехслойной модели среды, понадобится... вся допсционная жизнь сейсмолога...

ется за решение обратной задачи.

Методика решения обратной сейсмической задачи и соответствующие сложные программы вычислений на ЭВМ разработаны в СССР в Институте физики Земли, в Ленинградском отделении Математического института АН СССР и Ленинградском университете (И. Азбель, А. Алексеев, В. Валюс, В. Кейлис-Борок, Н. Матвеева, Т. Яновская). Были построены скоростные разрезы мантии Земли для Европы, США, Канады, Средней Азии, Курило-Камчатской зоны. Сходный метод использовал американский геофизик Ф. Пресс для выбора из нескольких миллионов вариантов нескольких разрезов всей Земли.

Выполнив эти работы, сейсмологи потеряли уверенность в точности своих представлений о Земле. Оказалось, что результаты сейсмических наблюдений допускают разное толкование, разночтение. С позиций сегодняшнего дня классические схемы строения Земли, предложенные Джеффрисом и Гутенбергом — всего лишь случайные, хотя и весьма содержательные выборки из множества скоростных разрезов, удовлетворяющих наблюдениям\*. Сейчас уже необходимо заменять классические разрезы и закономерности новыми, статистическими моделями, которые станут основой представлений о физико-химической и геологической эволюции Земли.

Хорошо ли, что вместо одного разреза геологам приходится иметь дело с совокупностью — полосой разрезов? Не спешите сказать «нет». Таков уж объективный характер сейсмических данных и возможностей, заложенных в разных методах интерпретации. Важно, что границы этой неопределенности определены. Большую опасность таит якобы единственный скоростной разрез, который обычно строят по географу: он не может быть точным, единственным, но возможные отклонения, как правило, не анализируются.

\* О. Г. Шамин. Моделирование верхней мантии Земли. «Земля и Вселенная», № 3, 1970 г.



Другой вопрос: стоило ли перебирать так много вариантов решения? По-видимому,— да! Трудно ведь заранее предусмотреть все правдоподобные комбинации параметров разреза, а вычислительная техника позволяет делать это достаточно быстро. Не исключено, что некий, на первый взгляд экстравагантный разрез, удовлетворяющий наблюдениям, получит нетривиальное геологическое толкование и даст толчок новому пониманию развития Земли.

Словом, не будем пугаться неоднозначности интерпретации сейсмических данных и рассмотрим пример построения на ЭВМ скоростной модели земной коры в зоне перехода от Азиатского материка к Тихому океану.

Начиная с 1957 г. воды Тихого океана и прилегающих морей бороздили корабли Тихоокеанской экспедиции ИФЗ АН СССР. Исследовалась земная кора методом глубинного сейсмического зондирования. После обработки данных был построен рельеф основных слоев земной коры вдоль 10 000 км профилей. Эти традиционные структурные построения было бы важно дополнить результатами исследований деталей изменения скорости с глубиной в каждом слое. Именно они отражают состав и состояние вещества недр. Вот тут-то и пригодится метод перебора вариантов скоростных разрезов на ЭВМ. Итак, мы имеем результаты наблюдений в двух регионах. В Татарском проливе у острова Сахалин и в Тихом океане. Для обоих регионов единственное решение обратной задачи отыскать не удалось. Неоднозначность выражалась и в числе «хороших» разрезов, и в диапазоне возможных вариаций сейсмических параметров. А зависит она как от количества использованных свойств волновых записей, так и от точности их определения.

Если исследовать годографы только первых вступлений волн, то неопределенностей в толковании разреза будет много. Так, в Тихом океане из 825 перебранных разрезов удовлетворительными оказались 402. Привлекая амплитудные кри-

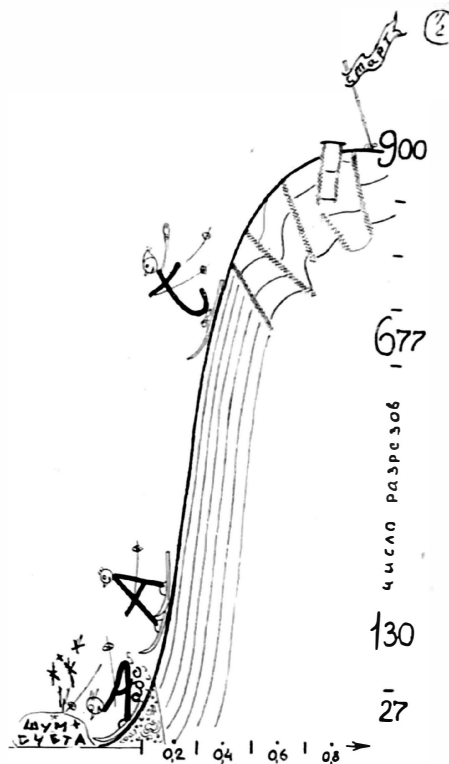
вые, особенно их абсолютные значения, мы оставляем для интерпретации уже 222 разреза. Но особенно заметно помогает еще один параметр — время вступлений последующих волн — число «хороших» разрезов уменьшается в 10 (!) раз.

Полосы скоростных разрезов для Татарского пролива и Тихого океана почти не перекрываются. Что это значит? Это значит, что способ интерпретации по годографам и амплитудным кривым волн на ЭВМ оказался пригодным для выделения типов моделей земной коры. Более того, поскольку анализировалось множество вариантов, то диапазон решений точно указывает, в каких пределах изменяются скоростные параметры для каждого типа земной коры. Само понятие «тип коры» после машинной интерпретации становится более объективным и достоверным. Теперь любой новый разрез можно относить к континентальному, океаническому или промежуточному типу в зависимости от того, в какую из оконтуренных областей он попадает. Хорошо бы укрепить этот вывод, построив методом перебора скоростные разрезы земной коры в нескольких типичных тектонических регионах Земли.

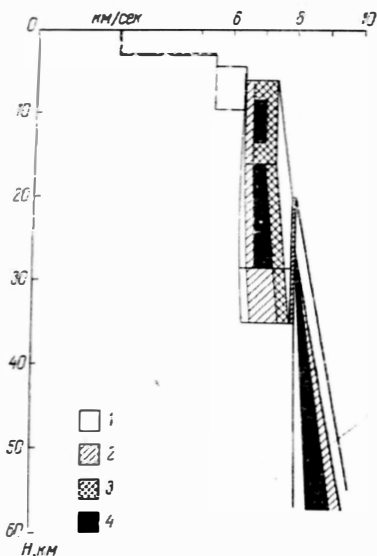
Для континентального типа строения переходной зоны характерна мощность коры 20—25 км, причем скорость в коре растет не быстрее чем 0,03 км/сек на каждый километр глубины; внутри коры есть граница, где скорость изменяется скачкообразно.

Что касается Тихого океана, то земная кора и верхний слой мантии здесь оказались совсем не такими простыми, как считалось раньше. Обнаружены блоки, в которых скорость растет с глубиной то быстро, то медленно, а то и вовсе убывает. Мощность земной коры составляет 5—8 км. В 5—10 км под границей Мохоровичича выделена еще одна граница, но однозначно определить ее свойства пока не удалось. Для этого нужно провести наблюдения на расстояниях более 150 км от источника.

Есть, конечно, в этом доля разочарования, но и некоторая надежда



Успех интерпретации сейсмических наблюдений определяется количеством и качеством исходной информации — сейсмических записей. На рисунке по горизонтальной оси отложено среднее квадратическое отклонение расчетных и экспериментальных времен пробега волн. Оно имеет смысл погрешности наблюдений в разных условиях: неоднородно-блоковой, горизонтально-однородной и «мутной» среды. По вертикальной оси указано число «хороших» разрезов (из 900 перебранных). Если известны одни годографы, то можно отобрать 640 разрезов, исключение данных о форме (А) и абсолютном уровне (А<sub>аб.</sub>) амплитуд уменьшит число разрезов до 27. Однако чрезмерно повышать точность наблюдений нецелесообразно: мешает «шум счета» и флуктуации времен, обусловленные мелкой неоднородностью среды (левый нижний участок кривой)



Чем больше известно о сейсмической волне, тем точнее строится скоростной разрез. По горизонтальной оси — скорости распространения упругих волн, по вертикальной — глубина в километрах. 1 — область, в которой отыскивались разрезы коры в Татарском проливе (параметризация), 2 — полоса, которую занимают разрезы, имеющие годографы, отличающиеся от экспериментальных не более чем на 0,2 секунды, 3 — «хорошие» разрезы, соответствующие годографу и амплитудной кривой (с точностью 0,3 единицы десятичного логарифма), 4 — узкая полоса разрезов, которая остается после отбора по многим признакам. Точнее скоростной разрез по первым волнам построить нельзя.

уменьшить (а может быть, даже ликвидировать) неоднозначность. В-первых, нужно контролировать сейсмические данные результатами прямых измерений скорости при давлениях и температурах, свойственных недрам Земли. Во-вторых, можно и нужно усовершенствовать методику интерпретации; научиться перебирать не только параметры скоростного разреза, но и типы моделей, полнее использовать свойства сейсмической записи, применять более тонкие критерии сравнения, компактнее описывать результат.

И наконец, разумеется — Земля единственная. Но насколько точно и подробно мы можем (и хотим) знать, какая именно?

Впрочем, это уже — знакомый читателю разговор о взаимосвязи детальности и надежности сейсмических результатов, перекликающийся

с извечной философской проблемой о соотношении желаемого и возможного.

Задавая много параметров перебора, мы сеем угрозу необозримо долго считать и получить весьма расплывчатый ответ. А пытаюсь найти разрез поточнее, т. е. такой, характеристики которого отличались бы от наблюдений ничтожно мало, мы рискуем не получить ни одного варианта. Потому, что, начиная с некоторого уровня детальности, сейсмические свойства Земли в принципе целесообразно описывать лишь в статистических терминах, например, в «мутной» модели среды.

Мы рассказали о ЭВМ — о возможности решать новые задачи на новом уровне. Впрочем, реализация этой возможности зависит от самих сейсмологов. Машина не заменит исследователя. Просто жизнь идет

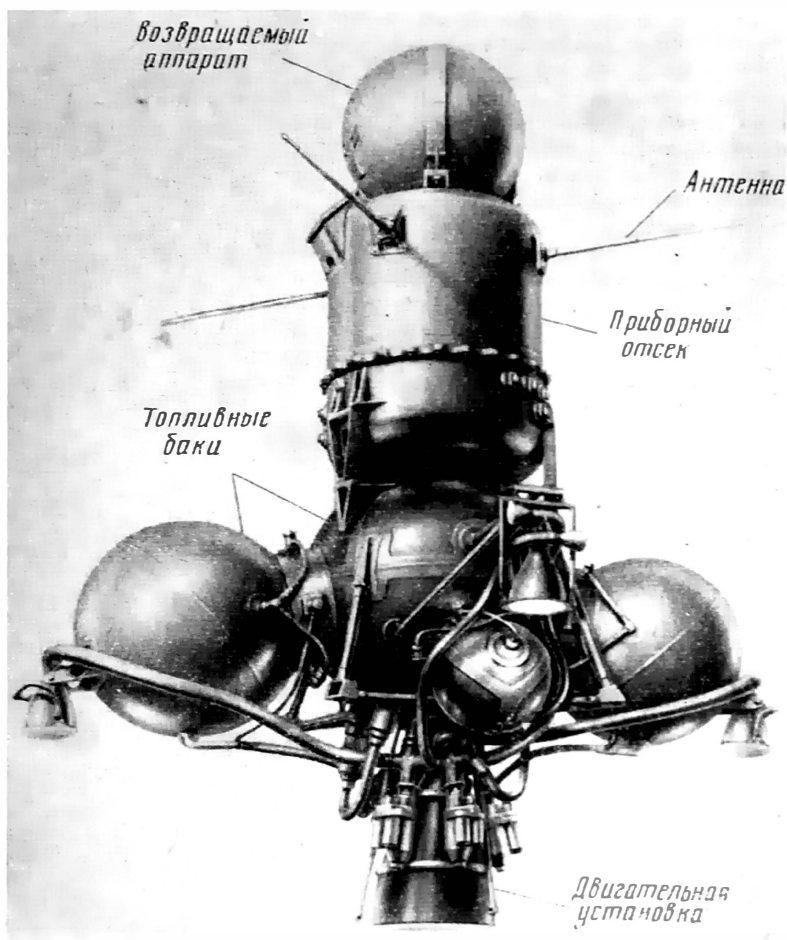
вперед, и сделать открытие в 70-е гсды XX в. много труднее, чем на заре сейсмологии. Для этого нужны изощренные приемы и трудоемкие расчеты.

Современная интерпретация сейсмических данных представляет сложный многоэтажный цикл исследований с обратными связями, включающий как быстрые формализованные операции на ЭВМ, так и ничем не заменимую интуицию ученых. «Предоставьте же человеку и машине присущие им сферы действий: человеку — человеческое, машине — машинное... Эта линия в равной мере далека и от устремлений машинопочклонников и от воззрений тех, кто во всяком использовании механических помощников в умственной деятельности усматривает кощунство и принижение человека» (Норберт Винер).

**В. П. БУЛЕКОВ**  
**Ю. А. СУРКОВ**  
доктор  
физико-математических наук  
**В. В. ШВАРЕВ**  
кандидат физико-математических наук

# КАК ВЗЯЛА ГРУНТ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ЛУНА-16»

Отвечая на многочисленные вопросы читателей, авторы статьи рассказывают о том, как автоматическая станция «Луна-16» взяла пробу лунного грунта и доставила ее на Землю.



Станция «Луна-16»: космическая ракета «Луна-Земля» с возвращаемым аппаратом

Изучение лунных пород непосредственно в лабораториях открыло перед наукой новые пути познания нашего естественного спутника. Чтобы ответить на многие сложные вопросы о природе и происхождении этого небесного тела, чтобы исследовать свойства его поверхности, очень важно располагать пробами различных участков лунных морей и континентов.

Важный этап в изучении Луны — полет советской автоматической станции «Луна-16». Этот полет положил начало новому методу изучения Луны.

«Луна-16» 20 сентября 1970 г. мягко прилунилась в районе Моря Изобилия. Приблизительно через час начало работать грунтозаборное устройство, установленное на посадочной ступени автоматической станции. Взятая проба была помещена в контейнер возвращаемого аппарата и загерметизирована.

На следующий день ракета «Луна-Земля» с возвращаемым аппаратом, в герметичном контейнере которого находилась проба лунного грунта, стартовала к Земле.

24 сентября возвращаемый аппарат благополучно приземлился. Через несколько минут к месту посадки вертолет доставил группу специалистов. Они осмотрели парашют, возвращаемый аппарат и подготовили его к эвакуации. В тот же день лунный грунт поступил в специальную приемную лабораторию Академии наук СССР.

Грунтозаборное устройство — это комплексный автомат, управляемый с Земли. На конце выносной поворотной штанги закреплялся станок колонкового бурения, который позволял получить колонку (керн) исследуемой породы. Штанга опускала буровой станок на поверхность Луны, разворачивала его вокруг вертикальной оси, устанавливая в заданном месте. Во время бурения штанга прижимала буровой станок к лунной поверхности, а потом поднимала его к возвращаемому аппарату. Штанга работала от электромеханического привода по радиокомандам с Земли.

После посадки на поверхность Луны открылся замок, удерживавший

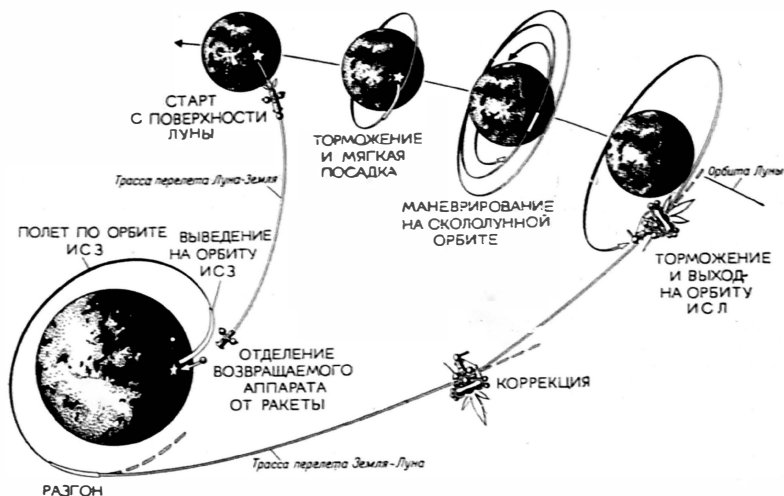


Схема полета станции «Луна-16»

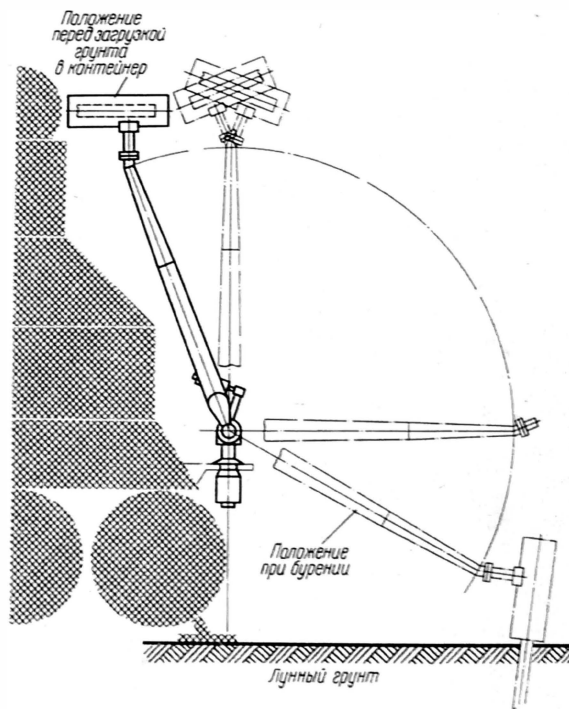
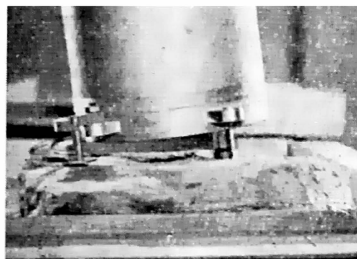


Схема работы грунтозаборного устройства

грунтозаборное устройство во время полета станции. Штанга с буровым станком приняла вертикальное положение. Включились камеры телефотометров. На Земле увидели поверхность Луны в месте бурения. Затем штанга повернулась вокруг вертикальной оси на  $180^\circ$ . Это сделали для того, чтобы при последующем отводе штанги в горизонтальное положение корпус бурового станка оказался обращенным рабочей частью к лунной поверхности. По команде с Земли сработало устройство, открывшее крышку бурового станка. Штанга опустилась, буровой станок коснулся Луны. Штанга обра-



*Испытание бурового механизма*

зовала с горизонтом угол в  $35^\circ$ , ось бурового станка оказалась отклоненной от вертикали на  $13^\circ$ . Сигнал опе-

ратора включил приводы механизма бурения.

Бурение и извлечение грунта производилось специальным буровым снарядом — пустотелой трубой с режущими на торце. Буровой снаряд, вращаясь, погружался в грунт. Для бурения твердых пород можно было использовать также и ударное устройство.

Во время проходки регистрировались скорость погружения, глубина и момент бурения (т. е. усилие, необходимое для вращения снаряда и его погружения в породу). За 6 минут 14 секунд буровой снаряд погружился на полную величину рабочего хода станка — 350 мм. Во время прямого хода снаряда характеристики токов, потребляемых электродвигателями, не изменялись.

Механическая скорость бурения не оставалась постоянной: в первую минуту снаряд углубился на 95 мм, за третью, четвертую и пятую — на 50—60 мм.

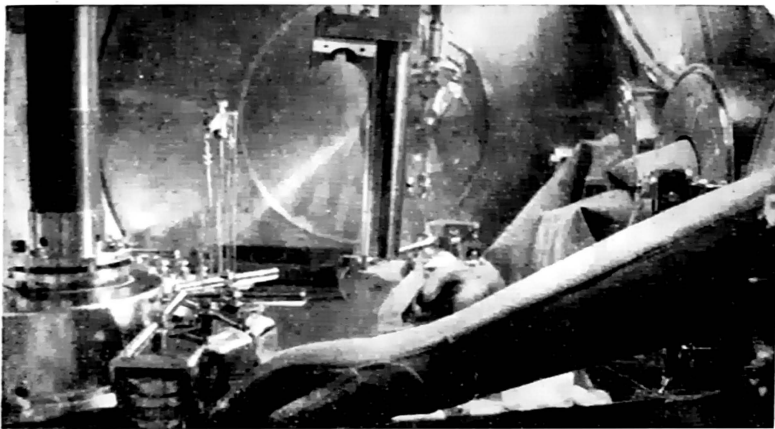
Следующий этап эксперимента — извлечение бурового снаряда из грунта и введение его в корпус бурового станка. Включенный привод поднимает штангу в вертикальное положение и поворачивает ее на  $180^\circ$  вокруг своей оси. Буровой станок подводится к приемному отверстию герметичного контейнера возвращаемого аппарата. Очередная команда с Земли — и отделяемый буровой снаряд с лунной породой перемещается внутрь контейнера. Буровой снаряд отделяется от станка. Отверстие в контейнере автоматически закрывается.

В Специальной приемной лаборатории Академии наук СССР контейнер с пробой лунной породы, подвергшийся предварительной стерилизации, поместили в приемную камеру. Камера предназначалась для извлечения пробы в стерильных условиях, при полной изоляции от земной атмосферы.

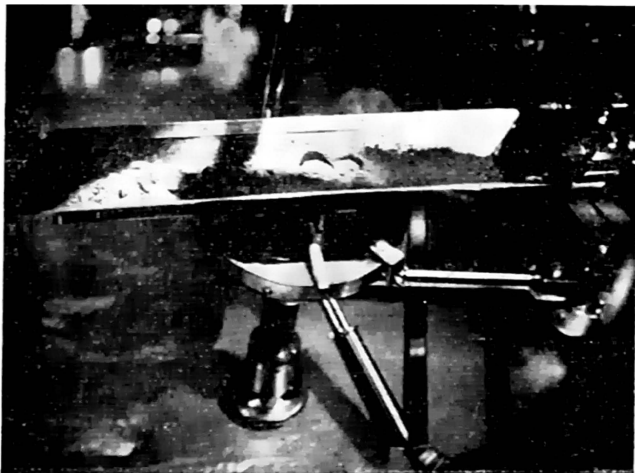
После закрепления контейнера камеру герметизировали и безмасляными средствами откачки создали высокий вакуум. Затем камеру заполнили инертным газом высокой чистоты до атмосферного давления. Так исключалось взаимодействие



*Установка контейнера с лунной породой в приемную камеру*



*Эти резиновые перчатки, вмонтированными в стенку камеры, манипулировали при исследовании лунного вещества*



*Лунный грунт на лотке приемной камеры*

извлекаемой пробы с активными компонентами земной атмосферы и продуктами стерилизации.

Вскрытие контейнера и извлечение из него бурового снаряда с пробой лунной породы производилось оператором, находящимся с внешней стороны приемной камеры.

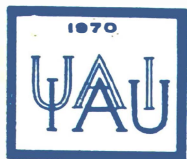
Извлеченную из бурового снаряда пробу поместили на лоток. При этом распределение лунной породы по глубине сохранилось. Лунное вещество осматривалось и фотографировалось через иллюминаторы камеры. Для удобства фотографирования лунная порода поднималась к иллюминаторам. Фотографирование многократно повторяли, меняя условия освещения и увеличение.

В приемной камере проба осматривалась и взвешивалась. Здесь же лунный грунт разделяли и расфасовывали во вторичные контейнеры с тем, чтобы направить его в различные лаборатории для детальных исследований.

Шлюзовое устройство приемной камеры позволяло передавать из нее вторичные контейнеры, а также отправлять в камеру инструменты и приспособления для первичных исследований.

Взятая проба в основной своей массе состоит из тонкозернистых минеральных частиц. У образца рыхлое строение. В лунном грунте обнаружены включения, имеющие «земной облик»: обломки базальта очень свежего вида. Количество обломков базальта в пробе возрастает с глубиной. Поэтому можно предположить, что коренная порода в месте взятия пробы представлена именно базальтом.

Дальнейшее исследование лунного грунта продолжается.



Как уже известно нашим читателям («Земля и Вселенная», № 1, 1971 г.) в программу работы XIV Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза были включены доклады, посвященные пульсарам. Профессор Э. Хьюиш (Англия) сделал обзор наблюдательных данных, академик В. Л. Гинзбург (СССР) рассмотрел важнейшие теоретические аспекты проблемы пульсаров. Мы публикуем сокращенные тексты их выступлений, подготовленные редакцией (полный текст доклада В. Л. Гинзбурга опубликован в мартовском номере журнала «Успехи физических наук»).

Э. ХЬЮИШ

## ПУЛЬСАРЫ

Пульсары — новый замечательный класс галактических объектов — были открыты в конце 1967 г. Самая интригующая их особенность заключается в том, что они излучают короткие импульсы, которые повторяются с исключительно высокой стабильностью примерно через секунду. Высокая стабильность периода сочетается у пульсаров со значительными вариациями их интенсивности и поляризации излучения. Благодаря таким необычным характеристикам радиоизлучения пульсары вот уже три года продолжают интересовать астрономов. Эти годы по активности работы наблюдателей и теоретиков были, пожалуй, единственными в истории астрономии.

Теперь, когда известно уже 55 пульсаров, мы располагаем богатой информацией об этих удивительных источниках. Я расскажу о тех особенностях излучения пульсаров, которые важны для понимания их физической природы. От других космических радиосточников пульсары отличаются импульсным и стро-

го периодическим характером излучения. Естественно поэтому начать рассказ с описания временных характеристик излучения пульсаров.

**ПЕРИОД.** Почти у половины пульсаров периоды составляют 0,5—1 секунду. Немногие источники имеют периоды короче 0,25 секунды, и периоды лишь нескольких пульсаров больше 3 секунд. Таким образом, пределы изменения величин периодов этих источников поразительно малы — от  $1/32$  до 4 секунд.

Для того чтобы выяснить, изменяется ли период пульсара со временем, необходимо прежде всего учесть влияние орбитального движения Земли на величину этого периода. Можно отличить годовые колебания периода от подлинных, связанных с самим источником, если определить с высокой точностью положение источника или проводить наблюдения в течение многих месяцев.

У 15 пульсаров, для которых оказались возможными длительные и очень точные измерения, период

---

Перевод с английского Т. В. Мавриной. Рисунки заимствованы из статьи Э. Хьюиша «Пульсары», опубликованной в «Annual Review of Astronomy and Astrophysics», 8, 1970 г.

систематически увеличивается — пульсары замедляются. Это замедление удобно характеризовать величиной  $P/\dot{P}$  ( $P$  — период пульсара,  $\dot{P}$  — скорость изменения периода), которую можно назвать возрастом источника. Возраст пульсаров изменяется от  $2 \cdot 10^3$  до  $10^9$  лет. Для двух наиболее «быстрых» пульсаров NP 0532 и PSR 0833 имеется прямая зависимость между возрастом и периодом: чем короче период, тем моложе пульсар. Однако для «медленных» пульсаров, возраст которых равен  $10^6$ — $10^9$  лет, такой зависимости нет.

Длительных периодических изменений периодов, которые бы указывали, что пульсары — двойные системы, обнаружить не удалось. Лишь у NP 0532 зарегистрированы квазисинусоидальные колебания периода. Амплитуда этих колебаний 380 микросекунд, период около 77 дней. Такой эффект возможен, если вокруг пульсара обращается планета.

Два наиболее «быстрых» пульсара PSR 0833 и NP 0532 испытали скачкообразное изменение периода. У PSR 0833 период уменьшился примерно на  $2 \cdot 10^{-7}$  секунды в конце

февраля 1969 г., а у NP 0532 на  $7,7 \cdot 10^{-11}$  секунды около 28 сентября 1969 г. Ни в одном из этих случаев периоды пульсаров не возвратились к первоначальной величине.

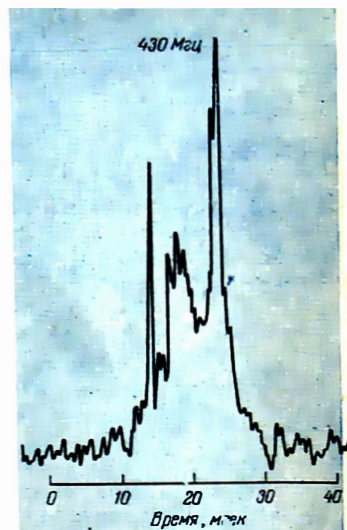
**ФОРМА ИМПУЛЬСОВ.** Отдельные импульсы излучения пульсаров крайне изменчивы по форме и интенсивности. Но форма огибающей, получаемая при осреднении многих импульсов, очень устойчива, и каждому пульсару присуща своя характерная форма огибающей. У большинства источников она имеет два четких максимума. Длительность импульса связана с величиной периода источника и, в среднем, составляет 5% от его величины. Если рассматривать пульсар как «маяк», то направленный вращающийся пучок лучей должен иметь раствор конуса около  $20^\circ$ .

Изредка у пульсаров наблюдаются примерно посередине интервала между главными импульсами слабые, вторичные импульсы. Они зарегистрированы у 10% источников и особенно заметны в излучении пульсаров CP 0950 и NP 0532.

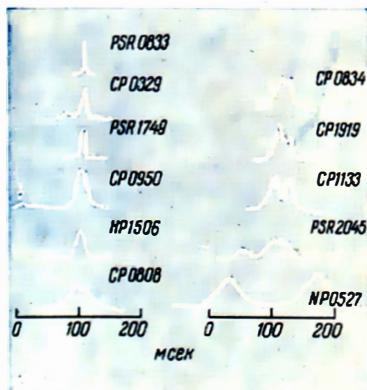
Огибающая импульсов мало чувствительна к изменению длины волны. Так, у пульсара NP 0532 в рентгеновском и оптическом диапазонах форма огибающей почти одинакова и лишь в радиодиапазоне, на частотах ниже 430 МГц, она довольно сильно изменяется. Это же наблюдается и у других пульсаров, правда, в меньшей степени, чем у NP 0532.

Вскоре после открытия пульсаров было установлено, что их излучение поляризовано. Линейная поляризация излучения часто достигает 100%. Интересно, что степень поляризации в импульсе меняется: обычно она выше на краях импульса, чем в середине.

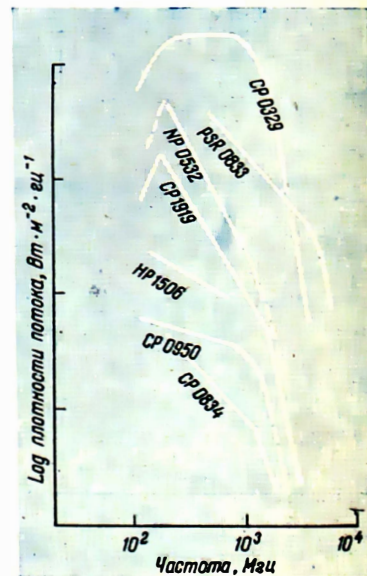
Импульсы излучения пульсаров имеют сложную тонкую структуру. В отдельном импульсе наблюдается множество подимпульсов, длительностью меньше или порядка 0,1 миллисекунды. Излучение подимпульсов обычно поляризовано, причем встречаются линейная и эллиптическая компоненты. В со-



Тонкая структура импульса источника CP 0950. Длительность подимпульсов может составлять всего 0,1 миллисекунды

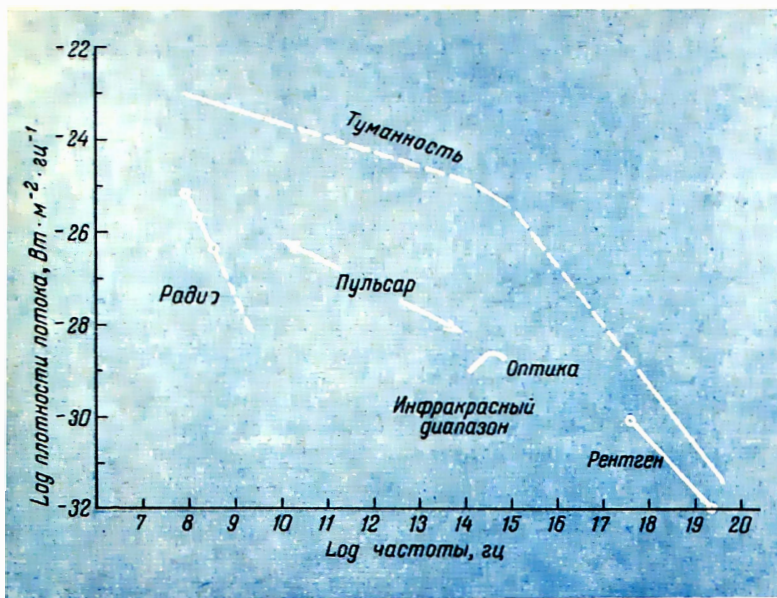


Огибающая импульсов излучения некоторых пульсаров. Источники с периодами 1 секунда и больше, как правило, имеют огибающую с двумя максимумами. У пульсара CP 0950 виден слабый вторичный импульс (отмечен стрелкой). Его интенсивность мала, всего 1,5% от интенсивности главного импульса

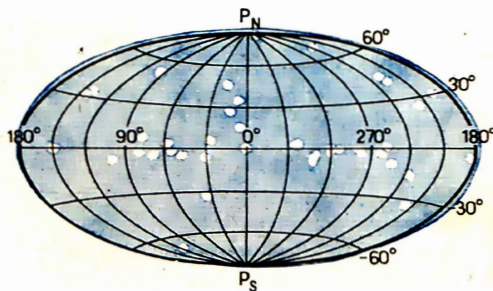


Радиоспектры пульсаров. Спектр источников резко обрывается на частотах, больших 1000 МГц





Спектр Крабовидной туманности и находящегося в ней пульсара NP 0532 в области радио- и рентгеновских частот



Распределение пульсаров на небесной сфере

седних импульсах тонкая структура может повторяться, но с некоторым сдвигом по времени. Это приводит к периодическим колебаниям интенсивности излучения. Период таких колебаний составляет примерно 10—15 миллисекунд. Дрейф подимпульсов замечен по крайней мере у 5 источников. Объяснить это явление можно, предположив, что скорость вращения «маяка» пульсара и «горячего» пятна, излучающего подимпульсы, различна.

Кроме периодических колебаний у пульсаров наблюдаются случайные изменения интенсивности, дли-

тельностью от долей секунды до нескольких недель и даже месяцев. Многие из этих нерегулярных изменений интенсивности связаны с самим источником, но некоторые наиболее продолжительные вызваны мерцанием источника на неоднородностях межзвездной среды.

**СПЕКТР.** Излучение пульсаров исследовалось на частотах 40—5000 Мгц. Получить их спектр нелегко из-за сильных колебаний интенсивности. У всех пульсаров спектр на частотах свыше 1000 Мгц становится очень крутым, а на частотах порядка 100 Мгц в ряде случаев испы-

тывает излом с резким «завалом» в области низких частот.

Радиоспектр пульсара NP 0532 можно сопоставить со спектром в инфракрасном, оптическом и рентгеновском диапазонах. Этот источник испускает энергии больше в рентгеновской области, чем на низких частотах. Рентгеновский спектр пульсара — продолжение оптического, но оба они не связаны с радиоспектром в том смысле, что за излучение источника в рентгеновском и радиодиапазонах ответственны различные механизмы.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ГАЛАКТИКЕ.** Пульсары заметно концентрируются к галактической плоскости и, видимо, относятся к I типу населения Галактики. Большинство источников лежит ниже галактической плоскости. Возможно, это вызвано эффектом наблюдательной селекции, так как Солнце находится немного выше плоскости Галактики.

Как показал анализ распределения источников, примерно 50% пульсаров расположено между галактическими широтами  $\pm 10^\circ$ . Их широтное распределение не похоже на распределение объектов I типа населения с такой же светимостью. Вероятно, следует расширить пределы светимостей пульсаров. Источники, лежащие на высоких широтах, должны быть слабее источников, видимых в направлении галактической плоскости. Если бы удалось обнаружить, что низкоширотные пульсары имеют более короткие периоды, чем источники с высокой галактической широтой, мы смогли бы убедиться в справедливости этого предположения. Ведь «быстрые» пульсары, как известно, более молодые и, следовательно, более интенсивные.

**РАССТОЯНИЕ ДО ПУЛЬСАРОВ.** Распределение пульсаров по галактическим широтам указывает, что они находятся в нашей Галактике. Если допустить, что пульсары действительно принадлежит к I типу населения, то расстояние до них не должно превышать нескольких килопарсек.

Можно также оценить расстояние до пульсаров по дисперсии им-

пульсов. На различных частотах импульс излучения пульсара приходит к нам в разное время: на высокой частоте раньше, чем на низкой. Запаздывание объясняется дисперсией радиоволн в межзвездной среде, что позволяет определить число электронов на луче зрения. Обычно эта величина колеблется в широких пределах: от 10 до 100 электрон·см<sup>-2</sup>·пс.

К сожалению, средняя концентрация электронов в Галактике точно не известна. Если принять ее равной 0,03 электрон·см<sup>3</sup>, то расстояние до пульсаров составит 30—300 пс. Иногда дисперсные измерения дают очень высокую концентрацию электронов на луче зрения. Это может случиться, если между наблюдателем и пульсаром находятся более плотные области ионизованного водорода HII, так что оценки расстояний до источников следует делать с большой осторожностью.

Другой метод определения расстояний до пульсаров основан на измерении поглощения нейтрального водорода на волне 21 см. Как известно, нейтральный водород концентрируется в спиральных рукавах Галактики. Используя эффект доплеровского смещения частоты, возникающий благодаря дифференциальному вращению Галактики, можно установить, какие именно спиральные ветви пересекают луч зрения, и отсюда оценить расстояние до пульсара. Этот метод применим только к ярким источникам, лежащим в галактической плоскости.

В излучении двух пульсаров было зарегистрировано поглощение нейтрального водорода. Поглощение наблюдалось в областях, расположенных на расстоянии около 1 кпс и соответствующих местному рукаву Галактики, но ни разу не было обнаружено поглощение в рукаве Персея, удаленном на 4 кпс.

Итак, мы пока можем лишь довольно грубо определить расстояние до пульсаров. Но и такой точности достаточно для разумной оценки энергии излучения этих удивительных объектов Галактики.

В. Л. ГИНЗБУРГ  
академик

## ЧТО ТАКОЕ ПУЛЬСАРЫ?

Теоретики — как физики, так и астрономы — обычно очень довольны своим выбором: заниматься теоретическими вопросами в некоторых отношениях легче и эффективнее, чем наблюдать и измерять. Экспериментаторы и наблюдатели, напротив, часто ропщут на судьбу: их работа очень трудоемка, а ее успех во многом зависит и от совершенно ненаучных вопросов, вроде получения денег, оборудования и т. п. Я упоминаю об этом потому, что исследование пульсаров может служить примером (конечно, далеко не единственным), когда у теоретиков имеются все основания завидовать наблюдателям. Во всяком случае, о себе я могу это сказать с полной определенностью.

Успех наблюдателей не вызывает сомнений: менее чем за три года они проделали огромную работу. А вот в теории пульсаров многое не столь строго установлено, и я вынужден предложить вашему вниманию в основном лишь общие соображения и рабочие гипотезы. К счастью для теоретиков, положение далеко не всегда таково. Известно немало случаев, когда теория превосходит наблюдения. Некоторое отставание теории пульсаров объясняется двумя обстоятельствами. Во-первых, речь идет об исключительно сложных задачах, например, об уравнении состояния вещества с плотностью, большей 10<sup>11</sup> г/см<sup>3</sup>, и об электродинамике магнитосферы быстро вращающейся звезды, у которой ось вращения не совпадает с осью магнитной симметрии. Во-вторых, разнообразие наблюдательные данные дают лишь косвенные сведения о пульсарах; мы не можем, например, рассмотреть какие-либо детали на поверхности пульсара. Уместно вспомнить, что непосред-

ственные наблюдения Солнца приносят огромное количество информации о строении его фотосферы и атмосферы, но тем не менее и в теории физических процессов, происходящих на Солнце, еще множество нерешенных проблем.

### КАНДИДАТЫ «В ПУЛЬСАРЫ»

Небесное тело может участвовать в конкурсе «на звание пульсара», если оно способно излучать энергию с очень малым и исключительно стабильным периодом. Очевидно, что такому требованию не удовлетворяют ни туманности, ни плазменные сгустки. Поэтому кандидатами «в пульсары» были белые карлики, нейтронные и двойные звезды, а также массивные объекты «нового типа».

В качестве механизма, «виновного» в периодичности импульсов излучения, с самого начала предлагались колебания (пульсации) и вращение. На первом этапе выбор между этими возможностями был затруднен, поскольку были известны лишь пульсары с периодом больше 0,25 секунды. Но после открытия пульсаров PSR 0833 и NP 0532 с периодами, равными соответственно 0,089 и 0,033 секунды, ситуация стала более определенной.

Период основного тона радиально-го колебания для невращающихся белых карликов не может быть меньше 2 секунд (при учете эффектов общей теории относительности). У вращающихся белых карликов период квазирадиального колебания может достигать 0,6 секунды, а основные нерадиальные колебания имеют период около 0,2 секунды. Периоды колебаний короче 0,2 секунды у белых карликов можно получить только для обертонов. Но как

объяснить появление колебаний на каком-то оберitone при полном отсутствии колебаний на основном тоне и других обертонах? Кроме того, в чем причина высокой стабильности колебаний?

Ограничены и периоды вращения белых карликов, поскольку с их поверхности не должно происходить сильного истечения вещества, т. е. ускорение силы тяжести не должно превосходить центробежного ускорения. При этих условиях практически маловероятны периоды вращения меньше секунды. Значит короткопериодические пульсары (период меньше секунды) почти наверняка не могут быть белыми карликами. Это подтверждается (но не строго доказывается!) и тем, что ни один пульсар не отождествлен с белым карликом. Долгопериодические пульсары (период больше секунды) могли бы, в принципе, оказаться вращающимися или колеблющимися белыми карликами. Но не имея на то особых оснований, трудно допустить, что существуют два совершенно различных типа пульсаров, один из которых представляет собой белые карлики, а второй имеет какую-то другую природу.

Следующий кандидат «в пульсары» — нейтронная звезда. Периоды пульсаций тяжелых нейтронных звезд, массы которых в 1,5–2 раза превосходят массу Солнца, составляют  $10^{-3}$  или  $10^{-4}$  секунды, а «легких», с массой 0,2 солнечной, — около  $10^{-2}$  секунды. Эти периоды будут в дальнейшем уточнены (речь идет о расчетах), но они, несомненно, меньше периодов, наблюдающихся у пульсаров.

Напротив, даже самый короткий период пульсара (0,033 секунды) можно считать периодом вращения нейтронной звезды. «Тяжелые» нейтронные звезды могут иметь период вращения, больший  $10^{-3}$  секунды, а «легкие» — больший  $10^{-2}$  секунды. С этой точки зрения все известные пульсары могут быть вращающимися нейтронными звездами.

Двойные звезды нужно исключить из списка кандидатов «в пульсары». Из-за гравитационного излучения период двойной звезды должен по-

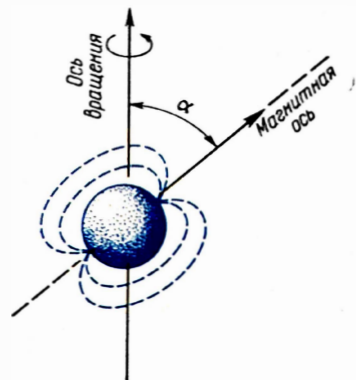
степенно уменьшаться, а не увеличиваться, как это происходит у пульсаров.

Нам остается обсудить, могут ли пульсары оказаться объектами «нового типа», чем-то вроде миниатюрных квазаров (их можно было бы назвать «квазаринно»). Иными словами: не могут ли эволюция или коллапс звезд приводить к конфигурациям, отличным от белых карликов, нейтронных звезд или «застывших» (сколлапсировавших) звезд? Если не выходить за рамки общей теории относительности, то в поисках новых плотных квазизвездных конфигураций придется рассматривать «звезды», в которых магнитная энергия сравнима с гравитационной, для чего их магнитное поле должно иметь напряженность больше  $10^{16}$  э. Такая возможность весьма маловероятна. Еще меньше оснований строить модели пульсара, отказавшись от уравнений общей теории относительности, как-то видоизменив их. Поэтому в дальнейшем мы будем считать пульсары вращающимися нейтронными звездами, тем более, что такое представление о пульсарах не вызывает сейчас особых возражений.

#### КАК ВОЗНИКЛО БЫСТРОЕ ВРАЩЕНИЕ И МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПУЛЬСАРОВ?

Нейтронные звезды должны очень быстро вращаться и иметь магнитное поле большой напряженности. Если у обычной звезды в начале сжатия был радиус  $3 \cdot 10^{10}$  см, а радиус нейтронной равен  $3 \cdot 10^6$  см, то (при условии сохранения массы) момент инерции звезды должен уменьшиться на 8 порядков. Поэтому вполне естественно предположение, что нейтронные звезды быстро вращаются. Так, угловая скорость вращения пульсара NP 0532 в  $10^5$  раз превосходит угловую скорость вращения Солнца.

Аналогична ситуация и с магнитным полем. В начальной стадии сжатия поле звезды могло быть небольшим, равным, например, 1 э. В условиях «вмороженности» силовых



Наклонный ротатор

линий магнитный поток сохраняется, т. е. напряженность поля растет пропорционально  $r^{-2}$  ( $r$  — радиус звезды). Поэтому у звезды с радиусом  $3 \cdot 10^{10}$  см, сжавшейся до радиуса  $3 \cdot 10^6$  см, напряженность поля может достичь  $10^8$  э. Возможно, что начальное магнитное поле звезды было на несколько порядков выше. Такое допущение легко объясняет еще большую величину напряженности магнитного поля, скажем, до  $10^{12}$ – $10^{13}$  э.

Итак, пульсар — это быстро вращающаяся намагниченная нейтронная звезда. Ось вращения пульсара не совпадает с его магнитной осью, т. е. пульсар — несимметричная и нестационарная система («наклонный ротатор»). Если бы это было не так, то, как мы увидим ниже, нельзя было бы объяснить появление импульсов излучения.

#### МОЖНО ЛИ «ЗАГЛЯНУТЬ» ВНУТРИ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ?

Прежде чем ответить на этот, казалось бы, несерьезный вопрос, рассмотрим строение «типичной» нейтронной звезды с массой 0,5 солнечной, радиусом  $(1-3) \cdot 10^6$  см и плотностью в центре порядка  $10^{15}$  г/см<sup>3</sup>.

При плотностях меньше  $3 \cdot 10^{11}$  г/см<sup>2</sup>

роль нейтронов еще пренебрежимо мала, и вещество звезды состоит из ядер и электронов. Значит, внешний слой нейтронной звезды имеет плазменную природу и подобен веществу в белых карликах. Но отсюда следует уже менее очевидное утверждение: плазменная оболочка нейтронной звезды в основной своей части твердая, т. е. у звезды есть кора. Дело в том, что в результате нейтринного и электромагнитного излучения нейтронная звезда быстро остывает, и благодаря высокой теплопроводности вскоре после своего возникновения практически вся звезда имеет температуру, меньшую  $(1-5) \cdot 10^8$  °К. А температура плавления электронно-ядерной плазмы с плотностью, большей  $10^{10}$  г/см<sup>3</sup>, не ниже  $10^9$  °К. Поэтому, кроме тонкого плазменного («жидкого» или газового) внешнего слоя, довольно значительный плазменный слой звезды должен быть твердым. Толщина этого слоя для «типичной» нейтронной звезды порядка  $10^4-10^5$  см.

Под корой находится нейтронная жидкость — плотность больше  $(5-10) \cdot 10^{13}$  г/см<sup>3</sup>, — к которой примешаны протоны и электроны. Все эти частицы (нейтроны, протоны, электроны) выроджены, и с некоторым приближением можно считать, что под корой имеется смесь нейтронной, протонной и электронной жидкостей. Электронная жидкость высокой плотности всегда близка к вырожденному газу. Но нейтронная и протонная жидкости могут перейти соответственно в сверхтекучее и сверхпроводящее состояния. Таким образом, вероятно, под корой вещество нейтронной звезды сверхтекучее (нейтронная жидкость) и сверхпроводящее (протонная жидкость).

В каком состоянии находится вещество в самых глубоких (плотность выше  $10^{15}$  г/см<sup>3</sup>) областях нейтронной звезды? Вполне возможно, что в центральной части достаточно массивных («типичных») нейтронных звезд есть несверхтекучее и несверхпроводящее ядро.

Таким образом, «типичная» нейтронная звезда состоит из тонкой газовой плазменной оболочки, твердой плазменной коры, сверхпрово-



Строение нейтронной звезды

дящего и сверхтекучего слоя и, наконец, ядра.

Исключительно интересна довольно неожиданно открывшаяся возможность исследовать строение нейтронных звезд по изменению периодов пульсара PSR 0833, расположенного в туманности Vela X (Паруса X), и пульсара NP 0532 в Крабовидной туманности. Изменения периода, особенно их скачки, можно связать с сейсмическими явлениями в твердой коре нейтронных звезд. Действительно, с течением времени угловая скорость вращения звезды уменьшается, что сопровождается увеличением периода пульсара. Но твердая кора не может плавно изменять свою форму, и поэтому при замедлении вращения нужно ожидать «звездотрясений» — появления в коре разломов и т. п., в результате чего форма коры приближается к равновесной при данной угловой скорости. Кроме того, после «катастрофы» период пульсара в туманности Vela X стал возрастать быстрее, чем до звездотрясения. Заманчиво связать этот эффект как раз со сверхтекучестью и сверхпроводимостью нейтронно-протонной жидкости, находящейся под корой.

Из расчетов следует, что жидкий нейтронно-протонный слой звезды принимает участие во вращении благодаря существованию вихревых нитей, вероятно, как-то прикрепленных к твердой коре. Если скорость вращения не изменяется, то внутренние вихревые нити, конечно, никак не проявляются во вне. Но при изменении угловой скорости ситуа-

ция иная. В случае нормальной (несверхтекучей) жидкости нейтроны очень быстро обмениваются импульсом с протонами и электронами (характерное время  $10^{-15}$  секунды). Если протоны сверхпроводящи, а нейтроны нормальны, то импульс передается гораздо медленнее (характерное время  $10^{-9}$  секунды). В случае же сверхпроводимости протонов и сверхтекучести нейтронов на передачу импульса уходят дни или даже годы (!). Отсюда следует, что при уменьшении момента инерции коры вначале увеличивается только ее угловая скорость и скорость протонной и электронной жидкости, а угловая скорость сверхтекучего нейтронного слоя претерпит изменение с запаздыванием. Поэтому до установления квазиравновесия кора тормозится сильнее, чем звезда в целом. В результате после «звездотрясения» (а впрочем, и независимо от природы скачка угловой скорости) возрастание периода пульсара происходит быстрее, чем до этого.

Заметим, что скачкообразные изменения периода молодых пульсаров, открытых в остатках Сверхновых, можно, в принципе, связать не только с «звездотрясениями» коры и сверхтекучестью нейтронной жидкости. Известны работы, авторы которых пытаются объяснить возмущения периода наличием у пульсара спутников (планет), изменением потерь на гравитационное излучение и некоторыми другими причинами. Приведенное выше объяснение представляется нам, однако, более правдоподобным; оно может быть проверено путем длительных наблюдений за изменением периода пульсара после «катастрофы» (после скачка периода).

Таким образом, изучение возмущений в ходе векового увеличения периода пульсаров позволяет «заглянуть» внутрь нейтронной звезды. А ведь еще совсем недавно астрономы не имели доказательств даже самого существования нейтронных звезд. Сейчас же появилась обоснованная надежда изучать внутренние слои этих звезд. Такой успех вдохновляет.

## МЕХАНИЗМ ИЗЛУЧЕНИЯ И ИЗЛУЧАЮЩИЕ ОБЛАСТИ ПУЛЬСАРОВ

Почти вся информация о пульсарах поступает в результате анализа их излучения. Очевидно, что вопросы о механизме излучения пульсаров и о строении их излучающих областей имеют первостепенное значение.

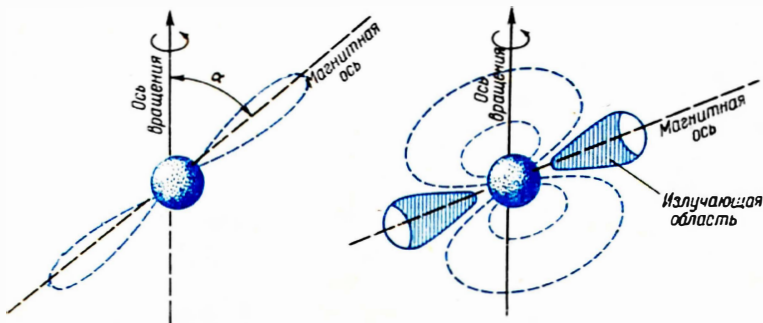
Один из существенных выводов, который легко сделать на основе оценок яркостной температуры, заключается в том, что радиоизлучение пульсаров не может быть некогерентным.

Напомним, что для некогерентных механизмов излучения при отсутствии поглощения или реабсорбции (поглощения самими излучающими частицами) полная мощность, или светимость системы излучающих частиц (молекул, атомов, электронов) равна сумме мощностей излучения отдельных частиц. В случае когерентного механизма излучения светимость такой системы уже превосходит суммарную мощность излучения отдельных частиц. К числу когерентных источников, помимо пульсаров, относятся некоторые компоненты солнечного радиоизлучения и космические мазеры в линиях OH и других молекул.

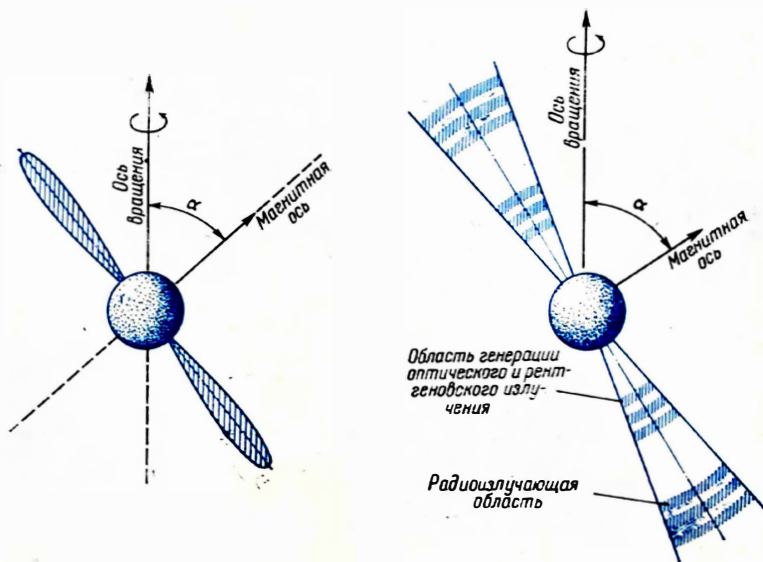
В космических условиях реально, на наш взгляд, лишь мазерные когерентные механизмы излучения. Именно мазерные механизмы могут обеспечить резко направленное и поляризованное излучение, столь характерное для пульсаров.

Центр тяжести вопроса об излучении пульсаров лежит в выборе моделей излучающих областей, поскольку ни с энергетической точки зрения, ни в отношении потенциальных возможностей различных механизмов излучения не видно никаких трудностей. В то же время остаются неясными даже столь фундаментальные вопросы как характер диаграммы направленности излучения, распределение по скоростям частиц плазмы в излучающих областях и другие.

Чтобы излучение вращающейся звезды наблюдалось в виде сравнительно коротких импульсов (длительность импульса много меньше перио-



«Карандашная» диаграмма направленности (сечение) и модель излучающих областей пульсара, расположенных вблизи полюсов



«Ножевая» диаграмма направленности (сечение) и модель излучающих областей пульсара (NP 0532)

да пульсара) характерный угол раствора диаграммы направленности излучения  $\Delta\varphi$  должен быть достаточно мал (модели вращающихся излучателей с такой диаграммой часто называют моделями «маяка»). Для NP 0532 угол  $\Delta\varphi$  равен  $20-30^\circ$ , для большинства других пульсаров еще меньше. Если угол  $\Delta\varphi$  характеризует раствор диаграммы во всех направлениях, мы имеем дело с «ка-

рандашной» диаграммой; ее ось может, например, совпадать с осью магнитной симметрии, скажем, с направлением магнитного диполя. Другая возможность — это «ножевая» диаграмма, когда угол  $\Delta\varphi$  определяет лишь наименьший раствор диаграммы, а в перпендикулярном направлении угол раствора может даже достигать  $2\pi$ . Такая диаграмма получится, например, если излу-

ние сосредоточено в угле  $\Delta\varphi$  около экваториальной плоскости магнитной звезды. Пока еще неясно, к какому из этих двух типов относятся диаграммы направленности излучения пульсаров.

Синхротронные модели инфракрасного, видимого (оптического) и рентгеновского излучений пульсара NP 0532, могут обладать наблюдаемым спектром. Построить такие модели не составляет труда. Однако они не однозначны, пока остается открытым вопрос о параметрах излучающих областей (их форма, конфигурация поля и т. д.). К тому же нужно заботиться о самосогласованности модели, т. е. рассматривать не только излучение, но и ускорение частиц, накопление их в радиационных поясах и т. п. Анализ этих вопросов,— пожалуй, наиболее актуальная задача теории пульсаров.

## ПУЛЬСАРЫ НА СЛУЖБЕ АСТРОНОМИИ И ФИЗИКИ

Самое важное следствие открытия пульсаров — их очень вероятная идентификация с нейтронными звездами. (Впервые о нейтронных звездах упоминается в работе В. Бааде и Ф. Цвикки, 1934 г.). Необходимо не только изучить сами пульсары (нейтронные звезды), но и выяснить их роль в оболочках Сверхновых звезд. Возможно, именно пульсары ускоряют в этих туманностях частицы, входящие в состав космических лучей.

Тот факт, что пульсары испускают резкие и к тому же строго периодические сигналы (вековое возрастание периода может быть учтено), позволяет использовать их в астрономии и физике. Впрочем, некоторые астрономические применения связаны не с периодичностью излучения, а с его поляризацией, а также с точечным характером или удобным положением источников на небесной сфере.

Пульсары, например, помогают получить ценную информацию о межзвездной среде. Так, на основе «пульсарных» данных была уточнена

средняя концентрация электронов в галактической плоскости. Она составляет  $0,05$  электрон/см<sup>3</sup>. Неоднородности межзвездной среды должны, естественно, приводить к флуктуациям интенсивности принимаемого на Земле радиоизлучения дискретных источников. Возможности соответствующих наблюдений обсуждались еще до открытия пульсаров, но только сейчас они стали реальными. Разумеется, во флуктуациях интенсивности какую-то роль может играть «корона» самого пульсара и межпланетная среда. Вклад последней нетрудно исключить или же, напротив, использовать пульсары для исследования солнечной сверхкороны.

При прохождении вблизи Солнца электромагнитный импульс претерпевает два тесно связанных друг с другом эффекта общей теории относительности: отклонение и дополнительное запаздывание, достигающее  $2 \cdot 10^{-4}$  секунды, если луч идет непосредственно вблизи солнечного диска. Последний эффект должен приводить к годичному изменению периода пульсаров, находящихся на небесной сфере вблизи Солнца. Наблюдения за такими пульсарами могли бы послужить для проверки общей теории относительности (впрочем, использование для этой же цели искусственной планеты с радиопередатчиками на борту кажется более перспективным).

Перечень задач в области астрономии и физики, для которых исследования пульсаров представляют интерес, можно было бы продолжать.

## ПУЛЬСАРЫ И РАЗВИТИЕ АСТРОНОМИИ

Открытие пульсаров стало пятым замечательным астрономическим открытием, сделанным в предшествующем десятилетии. Назовем другие открытия 60-х годов: квазары, космические рентгеновские источники («рентгеновские звезды»), тепловое реликтовое излучение с температурой  $2,7^\circ\text{K}$  и космические мазеры на

молекулах  $\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и других. Замечу, что в физике за то же время, хотя и сделано очень многое, но к числу открытий сопоставимого масштаба можно, пожалуй, отнести лишь два — доказательство существования нейтрино двух типов (мюонного и электронного) и обнаружение несохранения комбинированной четности при слабых взаимодействиях. Получается, что астрономия обогнала физику, но, конечно, это оказалось возможным только в результате использования новых диапазонов и новых для астрономии физических методов (прием радиоволн, детектирование рентгеновских лучей и т. д.). Иными словами, поток астрономических открытий — это плод превращения астрономии из оптической во всеволновую.

Но вот что здесь хотелось бы особенно подчеркнуть: ни одно из новых астрономических открытий, насколько это сейчас известно, не вывело нас за пределы уже известных физических законов, не заставило что-либо пересмотреть или изменить в фундаменте физики. Более того, некоторые из новых объектов и явлений уже давно предсказаны «на острие пера». Это относится и к нейтронным звездам. Таким образом, насколько не умаляя блестящих успехов астрономии за последнее время, можно констатировать, что эти успехи еще не вышли за пределы астрономии и, по крайней мере, как считает большинство астрономов и физиков, не поставили новых принципиальных проблем перед физикой.

Сохранится ли такая ситуация в дальнейшем и, вообще, каких открытий или изменений принципиального характера можно ожидать в астрономии в обозримом будущем? Самым предусмотрительным было бы вообще не поднимать этого вопроса, ибо пророки (или, более прозаично говоря, прогнозисты) имеют лишь одну общую черту — все они ошибаются или хотя бы частично ошибаются. Кроме того, как известно, самыми интересными и ценными для науки открытиями оказываются те, которые не были предсказаны.

И все-таки, не претендуя на какие-либо нетривиальные замечания, ука-

жем на несколько уже обсуждающихся возможностей\*.

Можно ожидать, что в ближайшем будущем зарегистрируют нейтрино от Солнца, а затем, возможно, и нейтрино, образующиеся при вспышке Сверхновых звезд, т. е. в процессе формирования нейтронных звезд и одновременно пульсаров. И тогда будут получены ценные сведения не только астрономического характера, но относящиеся и к физике нейтрино. В более отдаленном будущем может быть удастся (а это в высшей степени интересно) обнаружить нейтрино реликтового происхождения, возникающие на ранних стадиях эволюции Метагалактики. Итак, одно из направлений астрономии завтрашнего дня — это нейтринная астрономия.

Представление о гравитационных волнах (имеются в виду, конечно, волны в вакууме) родилось уже более полувека назад вместе с общей теорией относительности (формула для мощности гравитационного излучения была получена Эйнштейном в 1918 г.). Но до сих пор гравитационные волны нельзя считать надежно обнаруженными, так как чувствительность приемников очень мала по сравнению с приемниками электромагнитных волн. Тем не менее, можно думать, что еще в этом столетии удастся принять гравитационное излучение от двойных звезд и, возможно, пульсаров (тридцатилетний срок, который мы отводим для этой цели, не должен показаться чрезмерно большим, если учесть,

что гравитационные волны ждут своего обнаружения более 50 лет). Прием космических гравитационных волн положит начало «астрономии гравитационных волн», и, возможно, принесет много неожиданностей.

Большинство физиков и в том числе автор верят в справедливость общей теории относительности, по крайней мере, для не чрезмерно сильных полей тяготения. Но дальнейшая проверка этой теории на опыте даже для слабых полей, конечно, нужна. Ситуация здесь, после того как обнаружили сжатие Солнца, сложилась весьма драматическая. Если бы выяснилось, что общая теория относительности уже в слабых полях тяготения (в пределах солнечной системы) нуждается в каких-то дополнениях, то это было бы научным событием величайшего значения. В этом случае астрономия еще раз оказалась бы физике неоценимую услугу.

Вероятность того, что уже известные нам физические законы и теории являются неточными, возрастает с переходом ко все большему пространственно-временному масштабам и к все большему массам и плотностям вещества. Это касается и общей теории относительности, и физики элементарных частиц. Как известно, ряд астрономов уже выдвигали гипотезы о том, что во Вселенной не сохраняется число барионов (рождение вещества в стационарной космологии и др.), нарушаются уравнения общей теории относительности в сильных полях (например, при гравитационном коллапсе), существуют сверхмассивные и весьма плотные, но иногда активные прототела в звездах и особенно в ядрах галактик и т. д. Стационарная космология представляется сейчас практически от-

вергнутой, но в других упомянутых случаях до ясности еще далеко. С позиции сторонников «здорового консерватизма», к которым я себя отношу, для введения новых фундаментальных представлений необходимы убедительные доводы. Таких доводов в настоящее время еще нет. Но, конечно, проблема поиска фундаментальных представлений и идей в астрономии (включая космологию) не только существует, но и с некоторой точки зрения является даже наиболее интересной.

Какое отношение имеют, однако, эти замечания к пульсарам?

Дело в том, что все упомянутые (и практически, все нам известные) направления грядущих астрономических исследований фундаментального характера прямо или косвенно связаны с нейтронными звездами, а следовательно, и пульсарами! В самом деле, именно нейтронные звезды принадлежат к наиболее мощным потенциальным источникам космических нейтрино и гравитационных волн. Среди всех известных звезд у нейтронных звезд особенно сильны релятивистские эффекты, и поэтому вопрос о границах применимости общей теории относительности имеет в этом случае особенно большое значение. Наконец, плотность вещества в центральных частях нейтронных звезд наиболее высокая для всех известных (а не только гипотетических) объектов. Поэтому «новая» физика, если она окажется нужной, не пройдет мимо нейтронных звезд.

Таким образом, пульсары находят не только в фокусе интересов астрономии сегодняшнего дня, но, по всей вероятности, останутся в центре внимания еще многие годы и даже десятилетия.

---

\* Мы оставляем в стороне вопрос о происхождении солнечной системы, строении Луны и планет и т. п., а также проблему обнаружения жизни или цивилизации за пределами Земли.

С. И. КАН  
кандидат технических наук

# Морские прогнозы

**Катастрофические штормовые нагоны, ледовая обстановка — эти и многие другие изменения в режиме моря изучает и предсказывает служба морских прогнозов.**

Огромный вал мутно-черной холодной морской воды катится на берег, заливая улицы, врывается в дома, заставляет людей покинуть теплые постели... А ветер, что гонит еоду, вырывает с корнем старые деревья, бросает, как спички, телеграфные столбы, срывает крыши. Это штормовой нагон, катастрофа, несчастье... Можно ли такое предотвратить или хотя бы предупредить? Предотвратить, т. е. остановить или пустить по безопасному руслу нельзя. Пока нельзя. Очень

может быть, что в наш век — век бурного технического прогресса эта задача будет решена быстрее, чем мы предполагаем, пока же она только ставится. Но предупредить можно уже и сейчас, и если не всегда, то в большинстве случаев. Часто предупреждение дается всего лишь за несколько часов, а иногда и меньше, но и этого достаточно, чтобы вывезти людей, оградить от разрушевавшихся вод предприятия и ценное оборудование, угнать скот...



*Из всех видов морских прогнозов первыми были ледовые. Прогнозист уже летом должен знать, какие ожидаются ледовые условия, какой будет длина пути судов во льдах, толщину неподвижного льда в порту, где скорее придут ледоколы и где безопаснее для караванов судов. На снимке — ледокол проводит суда в Белое море. Февраль 1969 г.*



Бывает и так, что никакой видимой опасности нет и в городе кипит жизнь... Но порт блокировали тяжелые льды, замерла работа у причалов, заводы ждут сырья, железные дороги не загружены. Необходимо знать, когда разрушится ледяной панцирь, оживет порт!

Эти и многие другие вопросы решает ежедневно, ежечасно служба морских прогнозов.

Исключительно серьезное внимание к организации морских наблюдений было проявлено уже в самые первые годы Советской власти. 2 июля 1918 г. В. И. Ленин подписал решение СНК РСФСР о направлении гидрографической экспедиции в Северный Ледовитый океан. Так было начато планомерное исследование Арктики. В июне и июле в устьях Оби и Енисея работала первая гидрографическая экспедиция. А вскоре, 10 марта 1921 г., был принят подписанный В. И. Лениным декрет СНК РСФСР о создании Плавучего морского института (Плавморнин), в состав которого вошли гидрологический, биологический, метеорологический и геолого-минералогический отделы\*. Летом того же года была организована и метеорологическая служба. Декрет о ее создании был также подписан В. И. Лениным. Но еще до официального возникновения службы Совет Труда и Оборона обязывает Наркомпочтель передавать метеорологические сведения по телеграфу «в порядке боевых заданий вне всякой очереди». Так, в тяжелейших условиях была создана Гидрометеорологическая служба. Жизнь сразу же предъявила ей свои требования и, прежде всего, требования прогнозов.

В 1920 г. в «Метеорологическом Вестнике» заведующий магнитным отделом Главной геофизической обсерватории профессор Н. В. Розе писал о вероятном состоянии льдов Карского моря в следующем году. Затем появились прогнозы состояния льда в Баренцевом и Карском

морях, составленные одним из пионеров прогностического направления в океанологии В. Ю. Визе. Ледовые прогнозы оказались первыми среди морских. Так было и в нашей стране, и за рубежом. И это естественно, ведь лед — самое серьезное, а подчас и непреодолимое препятствие для мореплавания.

### «ПАРОЛЬ ПРОГНОЗ!»

Мы привыкли к прогнозам погоды. Погода интересует всех. Прогнозы погоды сообщают радио, телевидение, газеты. Но не многие знают о морских прогнозах. Морскими прогнозами интересуются жители приморских районов, мореплаватели, портовики, рыбопромысловый флот — все, чья жизнь и работа связаны с морем.

Заинтересованность в морских прогнозах растет, ведь в толще вод хранятся колоссальные богатства. Кроме того, быстро развиваются межконтинентальные плавания; волнует проблема охраны вод от загрязнения...

Служба морских прогнозов создает и применяет на практике научные методы, которые помогают предвидеть возможные изменения в режиме моря. А для этого нужны наблюдения и наблюдения... Без большого числа наблюдений невозможно представить, как протекали те или иные процессы в прошлом, от чего они зависели и как сильно менялись, каковы их особенности, характер и, наконец, закономерности. Наблюдения должны равномерно распределяться по площади моря и в толще его вод, быть частыми, систематическими. К сожалению, такая сеть наблюдений — скорее мечта, чем реальность. Для прогноза важны и сведения о прошлом, и состояние в данный момент, т. е. начальные условия.

В основе методов прогнозов с момента их возникновения была попытка отыскать асинхронные связи между ледовыми явлениями на морях и вызывающими их причинами: термическими и динамическими процессами, происходящими в атмосфере Земли и в водах морей

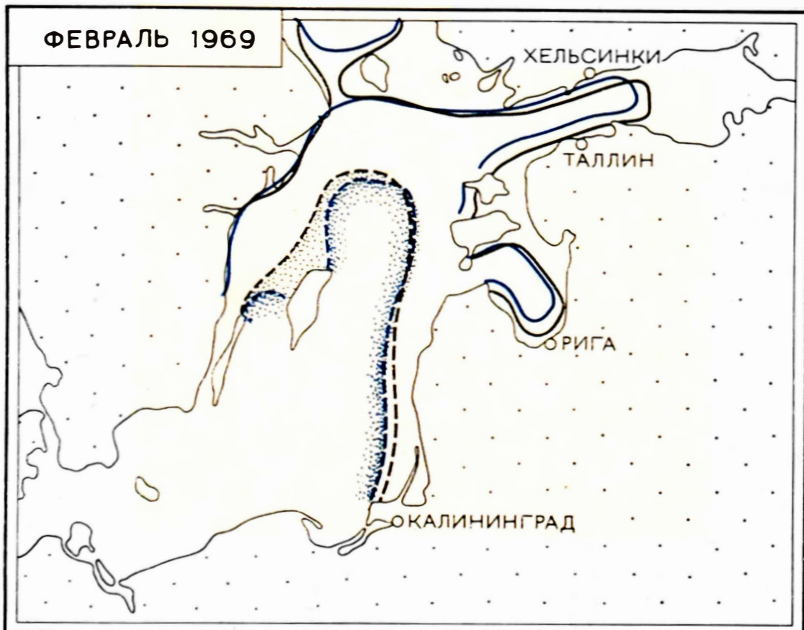
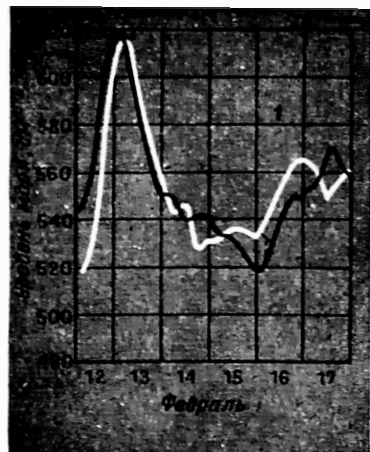
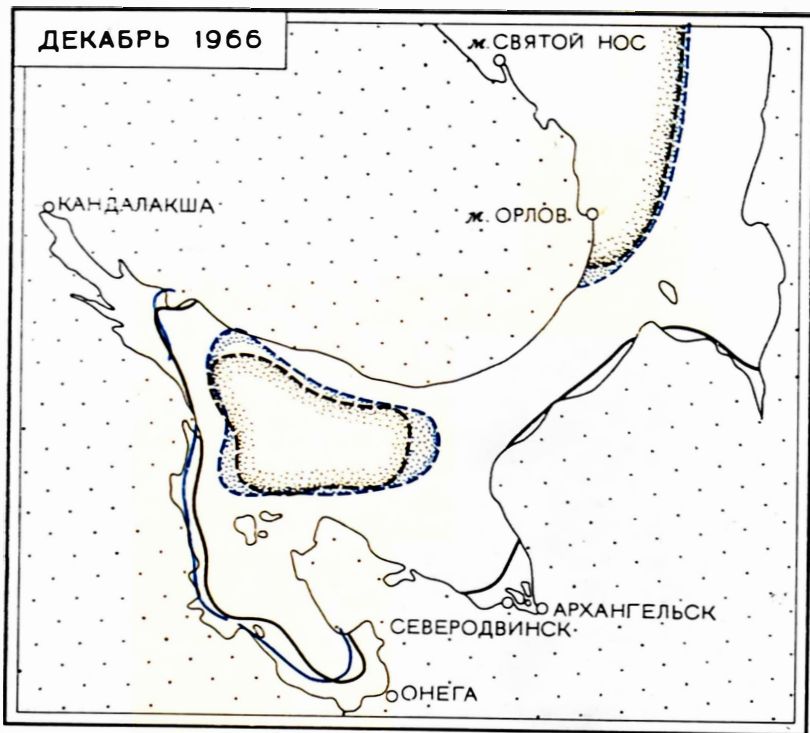
и океанов. Две великие стихии Земли — водная и воздушная — находятся в постоянном взаимодействии, в сложнейшей системе обмена теплом, влагой, энергией. Взаимодействие океана и атмосферы — одна из основных проблем современной океанологии. Исключительное значение имеет это взаимодействие и для морских прогнозов.

Строго говоря, ледовые прогнозы следует строить на основе теплового и водного (а в ряде случаев и ледового) баланса моря. Для этого необходимы систематические инструментальные наблюдения за всеми составляющими баланса, а также методы экстраполяции их на будущее. Но будущее рождается из настоящего и прошедшего, существует преемственность процессов в атмосфере и океане. Она не всегда очевидна. Многие оказываются неожиданным, сложным, запутанным. Прогнозисту приходится отбирать такие признаки, которые содержат сведения о процессах большой длительности и наиболее характерные для прогнозируемого события. Но слишком обильную информацию трудно использовать. Значит, нужно приготовить «концентрат», «уплотнив» максимум информации, т. е. выразить статистические зависимости минимальным числом параметров. Какие же все-таки признаки следует предпочесть как лучшие «носители памяти»? Это, прежде всего, теплосодержание океанов и количество льда в море. Если прогнозируют быстротечные события, то учитывают время, за которое само море реагирует на воздействие внешних сил и успевает приспособиться к ним.

### КАКИЕ БЫВАЮТ ПРОГНОЗЫ?

Сроки предсказаний весьма различны — от часов и дней (краткосрочные прогнозы) до нескольких месяцев (долгосрочные прогнозы) и, наконец, сверхдолгосрочные прогнозы, когда между предсказанием события и его осуществлением проходят годы и даже десятилетия. Разнообразны и сами предсказываемые явления. Вначале

\* В. А. Васнецов. Первенец советского океанографического флота — «Персей». «Земля и Вселенная», № 3, 1970 г.



Примеры удачных прогнозов. Ледовый прогноз с большой заблаговременностью в несколько месяцев. На картах синим цветом показаны предсказываемые кромки льда: неподвижного (сплошная линия) и плавающего (пунктир). Фактическое положение кромок нанесено черным цветом. Прогноз штормового нагона с заблаговременностью 12 часов. Прогноз составлен на основе статистической зависимости между колебаниями уровня воды и изменениями атмосферного давления над Балтикой. На графике: синяя линия — расчетная кривая изменения уровня воды в Скулте (Рижский залив) для периода 12—17 февраля 1962 г.; белая линия — фактически наблюдавшиеся колебания уровня моря

прогнозировали только время появления и исчезновения, густоту и границы распространения льдов. Этим занимался Арктический институт, в «сферу влияния» которого позднее вошли и исследования Антарктики. От арктических морей ледовые прогнозы «шагнули» на моря средних широт. В Центральном институте прогнозов (теперь — Гидрометеорологический центр СССР) был создан отдел морских прогнозов. В течение ряда лет работу этого отдела возглавлял Н. А. Белинский — автор прогностических методов для неарктических морей. Кроме ледовых условий ученые начали предсказывать и другие очень важные явления.

Все существующие виды прогнозов условно можно разделить на термические и динамические. К первой группе относятся ледовые прогнозы и прогнозы температуры воды, ко второй — прогнозы морского волнения, течений и колебаний уровня.

В методах морских прогнозов развиваются два основных направления. Первое из них — теоретическое: будущее состояние гидросферы определяется на основе решения уравнений гидродинамики и термодинамики. Здесь все зависит от успехов теории, от знаний законов океанической и атмосферной циркуляции, а также от знаний тепловой и динамической взаимосвязи в системе «океан — атмосфера»\*. Второе направление можно назвать физико-статистическим. Для его успешного развития необходимо получить достаточно точные соотношения, чтобы учесть прямые и обратные связи между атмосферными процессами и состоянием подстилающей поверхности. И бывают случаи, когда приходится расплачиваться за незнание истинного механизма процесса, когда полученные статистические связи оказываются недействительными для по-

следующих интервалов времени. Так, например, несколько лет назад на Белом море оказались необыкновенно легкие ледовые условия. Зима стояла холодная и ничто не предвещало близкого таяния. Ждали средних ледовых условий (на это указывали статистические связи). Так бывало и в прошлом. Март на Белом море — самый суровый месяц, все море покрыто плавучим льдом. Этот же март выдался теплым, но все-таки температура воздуха оставалась ниже нуля и о таянии не могло быть и речи. Однако какой-то неуловимый процесс ослабил ледовый покров. Подули упорные, продолжительные юго-западные ветры, и полностью очистились от льда огромные беломорские заливы, в открытом море появились пространства воды, свободные от льда, что бывает крайне редко. Такие ветры, конечно, случались и раньше, но возникшее в том году сложное сочетание условий оказалось непредусмотренным.

С начала 60-х годов был поднят флаг круглогодичной навигации в неарктических морях страны. Значит, появилась необходимость заранее, еще летом, планировать расстановку ледскалов, перевозки, обслуживание судов в зимних условиях. Опять поиск, опять новые методы морских прогнозов...

Жизнь, практика, растущее народное хозяйство страны постоянно ставили перед службой прогнозов свои насущнейшие задачи, всегда сложные, всегда остро необходимые. Так, в 1929 г. началось падение уровня Каспийского моря, которое вскоре стало катастрофичным. Обмелело морское дно, вышли из строя насосные станции в районах нефтяных промыслов, уменьшился сток в Кара-Богаз-Гол (а это связано с добычей сульфата натрия), серьезный урон потерпела рыбная промышленность... После нескольких попыток был создан надежный метод прогноза уровня Каспийского моря на 5 лет вперед. В основе этого метода — зависимость колебаний уровня моря от планетарных циркуляционных процессов. Сейчас при проектировании

капитальных сооружений нужно знать, какие уровни ожидаются на Каспии в еще более отдаленные сроки: через 10, 20, 50 лет!

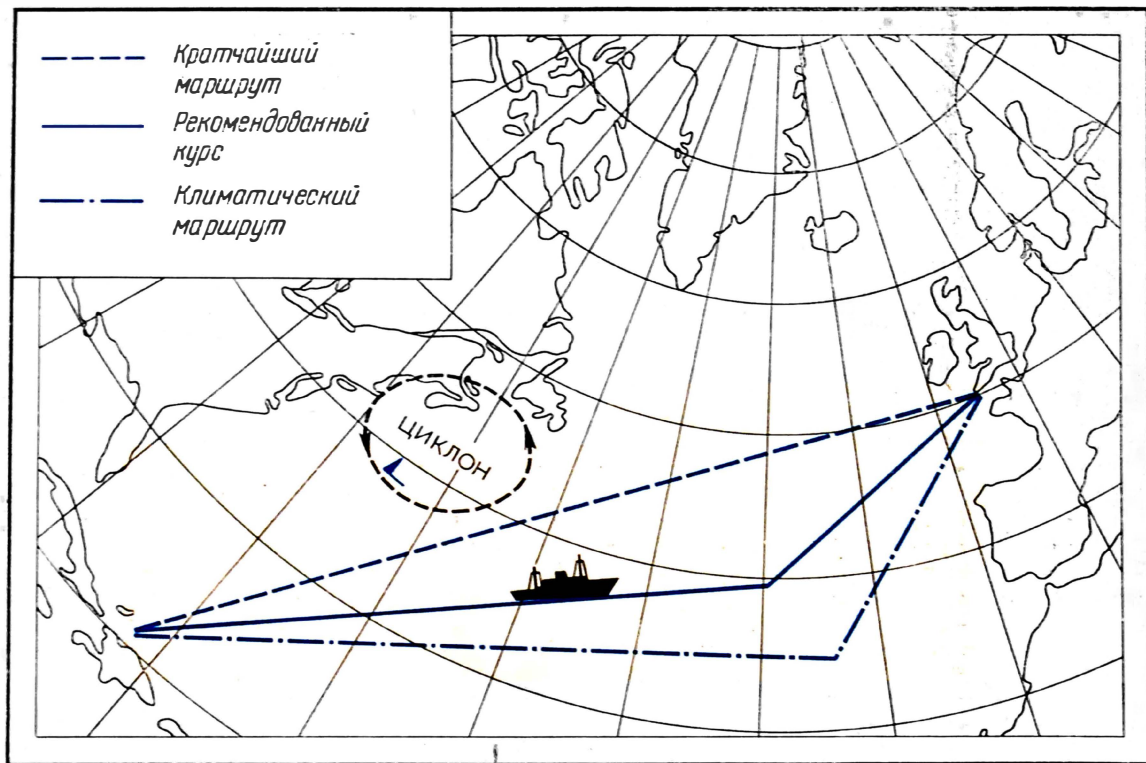
## ПУТЬ КОРАБЛЯ В ОКЕАНЕ

Спокойно пересекает океан рыболовецкое судно, направляясь к месту промысла. Курс его точен — это кратчайший путь, выверенный всем опытом мореплавания и вычерченный на специальных картах. Но в действительности и он может оказаться далеко не безопасным, да и не самым коротким тоже. Впереди есть участок, где вскоре разовьются высокие волны, они замедлят ход судна, поэтому лучше обойти это место стороной — «крюк» окупится. Однако движение корабля в море зависит не только от волнения, но и от морских течений, которые могут снести судно с намеченного курса, ускорить или замедлить его ход.

На сегодняшний день, зная прогноз погоды и состояние поверхности моря, океанологи-прогнозисты могут рассчитать и рекомендовать капитанам оптимальные пути их судов в морях и океанах. Капитан, находясь в море, запрашивает безопасный курс. Но не только курс. Собираясь на промысел рыбы или морского зверя, хорошо знать заранее, в какое время и в какой район океана лучше направить флотилию, чтобы не пропустить начало путины. А значит, нужен прогноз температуры воды вблизи морской поверхности и на разных глубинах. Известно, что для каждого вида морских организмов существуют определенные температурные пределы, в которых возможна их жизнь. Бывает, что в разные периоды рыба предпочитает теплую, то холодную воду. Скумбрия, например, обитает в водах, температура которых не превышает 8°С, крупная дальневосточная сардина — в водах с температурой от 10 до 20°С, а мелкая — не ниже 15°.

Разрабатываются методы прогноза температуры воды и для перспективного планирования народного

\* А. С. Монин. Глобальная атмосферная исследовательская программа. «Земля и Вселенная», № 1, 1969 г.



На карте показаны возможные пути пересечения океана. Это конкретный пример плавания плавбазы «Александр Попов». На пути с Кубы в Калининград судно могло встретиться с глубоким циклоном, в районе которого ветры достигали скорости 25 м/сек, а волны — 9 м высоты. Прогнозисты рекомендовали капитану обойти циклон, изменив курс. В результате, по сравнению с кратчайшим путем выигрыш во времени оказался 22 часа, а по сравнению с климатическим — 48 часов. Это немалая экономическая выгода, да и плавание прошло спокойно

хозяйства. Эти методы разнообразны и сложны, ведь распространение тепла в море зависит от многих причин: от притока солнечного тепла на его поверхность, от потери тепла за счет испарения, от теплообмена с атмосферой или переноса тепла течениями и т. д.

С каждым днем возрастают требования к прогнозу, а ведь только 15% планеты покрыто регулярными гидрометеорологическими наблюдениями. И главную долю «вины» несут океаны. Ни корабли погоды, которые стоят на якоре в Атлантическом и Тихом океанах, ни самолеты, которые эпизодически определяют количество льдов и регистри-

руют температуру воды, ни автономные буйковые станции не могут охватить своим «взглядом» безбрежные просторы Мирового океана. Но вот появились искусственные метеорологические спутники. Обработка данных, полученных спутниками для морских прогнозов, только начинается, но уже сейчас ясно, что метеорологические спутники — это будущее. На службе морских прогнозов и другое достижение века — электронно-вычислительные машины. Без них на решение некоторых задач потребовались бы годы!

Перелистывая папку «Донесений о чрезвычайных явлениях на морях», нетрудно убедиться, как ну-

жен людям своевременный, надежный прогноз.

Наука морских прогнозов еще очень молода, она еще только прокладывает основные вехи. И одновременно с научным поиском (и благодаря ему!) развивается оперативная, каждодневная служба прогнозов. На всех морях несут бесшумную вахту океанологи-прогнозисты. Они следят за судами в море, оберегая их от холодной, высокой волны, грозящей обледенением. И все телефонистки знают, что если поступил сигнал «Пароль прогноза», нужно немедленно соединить с вызываемым пунктом «вне всякой очереди!»

# Поверхность Марса

**На удивительных снимках, переданных космическими аппаратами «Маринер-6 и -7», предстала планета, не похожая ни на Луну, ни на Землю.**

В 1636 г. итальянский астроном Франческо Фонтана, наблюдая Марс в телескоп, сделал первый рисунок планеты. В центре «четко очерченной сферы» он изобразил круглое черное пятно. Тридцатью годами позже Жан Доминик Кассини зарисовал полярные шапки и множество светлых и темных областей, по изменению положения которых Кассини заключил, что планета вращается с периодом 24 часа 40 минут. Ошибся он меньше чем на 3 минуты. На рисунках Кассини видны два очень ярких округлых образования, одно из которых, возможно, соответствует области, известной теперь как Nix Olympica, а другое — «пустыне» Elysium.

Между 28 июля и 5 августа 1969 г. Nix Olympica, пустыня Elysium и другие образования на Марсе, много раз зарисованные и служившие пищей для размышлений в течение трех столетий после первых рисунков Фонтана и Кассини, были запечатлены телевизионными камерами «Маринеров-6 и -7». Аппараты полностью передали на Землю 202 снимка, сделанные на расстоянии 1,7 млн.—3,5 тыс. км от поверхности планеты.

Каждый из этих 202 снимков содержит столько же информации, сколько 22 снимка Марса, полученные «Маринером-4» в июле 1965 г. «Маринер-4» не фотографировал весь диск Марса, и снимки, переданные им, мало что могли сказать о природе крупных образований, наблюдающихся с Земли. На его

снимках видна сильно испещренная кратерами поверхность, которая вполне могла быть поверхностью Луны. Какой это был бы жестокий удар для исследователей Марса, живших в XIX или начале XX вв., когда считалось, что Марс очень похож на Землю!

Снимки Марса, сделанные «Маринерами-6 и -7», принесли новую неожиданность: Марс вовсе не «увеличенная Луна», он имеет свои собственные черты, не свойственные каким-либо другим телам солнечной системы. Кроме покрытых кратерами долин, впервые обнаруженных «Маринером-4», на Марсе есть отдельные большие области (наиболее характерна пустыня Hellas), фактически свободные от кратеров. Что уничтожило кратеры, которые почти наверняка когда-то здесь существовали? Был обнаружен и третий тип поверхности, названный геологами хаотическим. В этих областях Марса кратеры также большей частью стерты, однако произошло еще что-то, вызвавшее появление беспорядочно расположенных хребтов, не похожих ни на какие лунные образования и не встречающихся в таких масштабах на Земле.

На «Маринерах-6 и -7» были установлены спектрометры для исследования атмосферы Марса в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах спектра и инфракрасный радиометр для измерения температуры поверхности планеты. Дополнительную информацию о марсианской атмосфере получили при изу-

---

Наши читатели уже знакомы со снимками Марса, сделанными космическими аппаратами «Маринер-6 и -7» («Земля и Вселенная», № 1, 3, 1970 г.). Статья руководителя этого эксперимента Р. Лейтона («Scientific American», № 5, 1970 г.) интересна тем, что дает подробное описание опыта фотографирования и содержит ряд впервые публикуемых подробностей. Часть снимков воспроизведена по «Journal Geophysical Research» (Special Supplement, December, 1970 г.). Сокращенный перевод Г. А. Лейкина.

чении небольших изменений частоты радиосигналов космических кораблей, когда они заходили за планету и минутами позже появлялись вновь. Наконец, точные данные о движении космических аппаратов использовались для проверки расстояний в солнечной системе и элементов орбит Марса, Земли и соседних планет.

«Маринеры-6 и -7» были запущены ракетой «Атлас — Кентавр», вторая ступень которой («Кентавр») работала на жидком водороде. Вес марсианского аппарата составлял около 380 кг, а вес научной аппаратуры по сравнению с «Маринером-4» увеличился с 40 до 115 кг. Это позволило снабдить аппарат двумя телевизионными камерами — широкоугольной и для крупномасштабной съемки.

Единственная телевизионная камера «Маринера-4» имела фокальное расстояние 305 мм и строила изображение на телевизионной трубке «видикон» с катодом площадью  $5,5 \times 5,5$  мм. Видикон развертывал каждое изображение на 200 строк по 200 элементов в строке, т. е. 40 000 элементов в кадре. Каждый элемент кодировался по 64 уровням яркости, что требовало для каждого элемента шести бит информации ( $2^6 = 64$ ). Общее число бит на кадр составляло таким образом  $40\,000 \times 6 = 240\,000$ . На ближайшем

к планете расстоянии (9850 км) камера «Маринера-4» вырезала на поверхности Марса квадрат со стороной около 300 км и выявляла кратеры диаметром до 5 км.

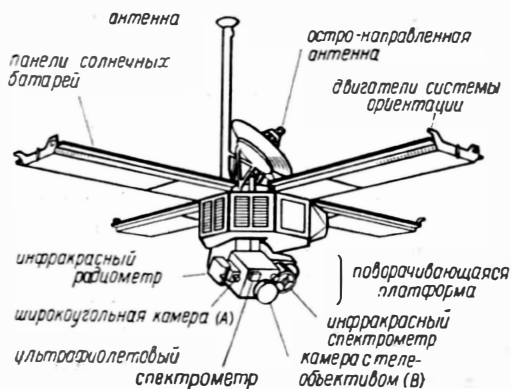
На «Маринерах-6 и -7» фокальное расстояние широкоугольной камеры (камера А) составляло 52 мм, крупномасштабной (камера В) — 508. На ближайшем к Марсу расстоянии (3500 км) камера В могла сфотографировать участок поверхности планеты площадью  $72 \times 84$  км, а камера А — участок со сторонами в десять раз больше. На крупномасштабных снимках видны кратеры поперечником до 300 м.

Камеры создавали на видиконе прямоугольную картинку размером  $9,6 \times 12,3$  мм. Она превращалась в телевизионное изображение, состоящее из 704 строк по 935 элементов в строке, т. е. всего из 658 240 элементов (коммерческое телевидение в США использует разложение в 525 строк примерно по 400 элементов в строке). Каждый элемент кодировался по 256 уровням яркости, что требовало восьми бит ( $2^8 = 256$ ). Таким образом, каждый кадр, снятый «Маринерами-6 и -7», содержал около 5 000 000 бит информации по сравнению с 240 000 бит для «Маринера-4». (Чтобы закодировать в цифровой форме один кадр коммерческого телевидения, нужно около 1 000 000 бит.) Из-за различных ограничений (о них еще будет сказано) снимки нельзя сразу передавать на Землю; их приходилось хранить в магнитной записи.

Объем магнитной памяти «Маринера-4» был около 5 000 000 бит; этого достаточно для 22 кадров. Позже эти кадры передавались на Землю с малой скоростью —  $8\frac{1}{3}$  бит в секунду, так что передача всей серии снимков потребовала более восьми часов. Для «Маринеров-6 и -7» мы выбрали систему с двумя магнитофонами: цифровым, емкостью в 13 000 000 бит, и аналоговым, эффективной емкостью около 120 000 000 бит. Различие в объеме памяти объясняется тем, что цифровой магнитофон используется для запоминания только одного бита (0 или 1) информации на каждом магнитном «пятне»: пятно намагничено или не намагничено, и неопределенность близка к нулю. В аналоговом устройстве степень намагниченности пятна может быть разной в зависимости от яркости элемента изображения.

Одно из более существенных различий между «Маринером-4» и «Маринерами-6 и -7» — двухтысячекратный рост скорости передачи данных:  $8\frac{1}{3}$  бит в секунду для первого полета и 16 200 бит в секунду для последующих. Этого удалось достичь благодаря тому, что в 1969 г. Марс был вдвое ближе к Земле, чем в 1965 г. Вдобавок, почти в 7 раз увеличилась площадь приемной антенны, в 2 раза — мощность бортовых передатчиков, а также была сужена диаграмма направленности передающей антенны. И все же скорость передачи информации на Землю оказалась значительно ниже скорости, с которой поставляли информацию камеры новых «Маринеров» — они давали более 100 000 бит в секунду. Вот поэтому-то и приходилось хранить в магнитной записи данные до их передачи на Землю.

По конструкции «Маринеры. 6 и 7» — братья предшественных «Маринеров», успешно летавших к Венере и Марсу. Правда, новые «Маринеры» имели центральное вычислительное устройство с программником — электронную систему, несущую в своей памяти программу действий аппарата во время полета. В систему до запуска закладывались две программы: стандартная и стра-



Устройство космического аппарата «Маринер»

ховочная. Стандартная программа, которая вводится в действие только по команде с Земли, предусматривает получение максимального числа изображений и передачу их с максимальной скоростью. Строчечная программа включается автоматически. Она рассчитана на получение лишь восьми изображений всего диска Марса и передачу их со скоростью 270 бит в секунду. Во время полета по желанию руководителей программы можно было изменить.

Для двух аппаратов выбрали различные траектории. «Маринер-6» должен был сблизиться с Марсом 31 июля и сфотографировать с близкого расстояния поверхность планеты между экватором и параллелью  $20^\circ$  ю. ш. Внутри каждого широкоугольного кадра один участок снимался крупномасштабной камерой. Широкоугольные снимки перекрывали друг друга, так что примерно половина отснятой территории фотографировалась дважды. В середине сеанса фотографирования движением платформы ось камеры отклонялась к северу, чтобы запечатлеть темное образование Sinus Meridiani. Экваториальный пояс снимков должен был охватить несколько хорошо изученных светлых и темных областей, два образования, известные марсианским картографам как оазисы Juventae Fons и Oxia Palus, а также меняющуюся светлую область Deucalionis Regio.

Пятью днями позже по более наклонной траектории к планете должен был приблизиться «Маринер-7». Участок планеты, который он фотографировал, начинался несколько севернее экватора и тянулся к юго-востоку. Сюда вошла область Hellepontus, которая темнеет сразу после того, как уменьшается полярная шапка, и пустыня Hellas. Мы собирались сделать три широкоугольных снимка южной полярной шапки. Однако, обнаружив на «дальних» снимках, переданных «Маринером-6», необычные атмосферные явления в этой области, мы попросили руководителей полета изменить программу, чтобы получить

пять широкоугольных снимков южной полярной шапки.

В ближнем сеансе фотографирования широкоугольная и крупномасштабная камеры работали попеременно с интервалом между экспозициями в 42 секунды. Широкоугольная камера имела красный, зеленый и синий фильтры, а крупномасштабная камера — только желтый фильтр, чтобы исключить влияние синей дымки, которая могла быть в атмосфере планеты.

«Маринер-6» был запущен 24 февраля 1969 г., «Маринер-7» — на 31 день позже. Но «Маринер-7» достиг Марса лишь на 5 дней позже «Маринера-6», поскольку его путь к планете был короче — 316 млн. км вместо 390 млн.

За пятьдесят часов до сближения с планетой бортовое программное устройство «Маринера-6» повернуло камеру к Марсу и включило датчик яркости, который направил крупномасштабную камеру на планету. Двамя часами позже начался сеанс фотографирования. В течение 20 часов камера с интервалами в 37 минут сняла и записала на магнитную пленку 33 снимка планеты. За это время Марс сделал  $\frac{5}{6}$  оборота, и расстояние между ним и космическим аппаратом уменьшилось с 1 241 000 до 725 000 км. После того как запись передали на Землю, ее стерли, и на расстоянии 561 000 — 175 000 км была сделана вторая серия из 17 снимков. Их также записали на магнитную пленку, потом передали на Землю, а запись стерли. На лучших из второй серии снимков всего диска Марса видны детали поперечником 25 км. На каких бы то ни было photographиях Марса, полученных с земными телескопами, можно различить детали поперечником лишь в 6 раз больше.

Эти пятьдесят общих видов Марса гораздо больше похожи на земные телескопические снимки, чем на рисунки. Обычно на рисунках границы между светлыми и темными областями планеты очень резкие, а на некоторых показана сложная сеть

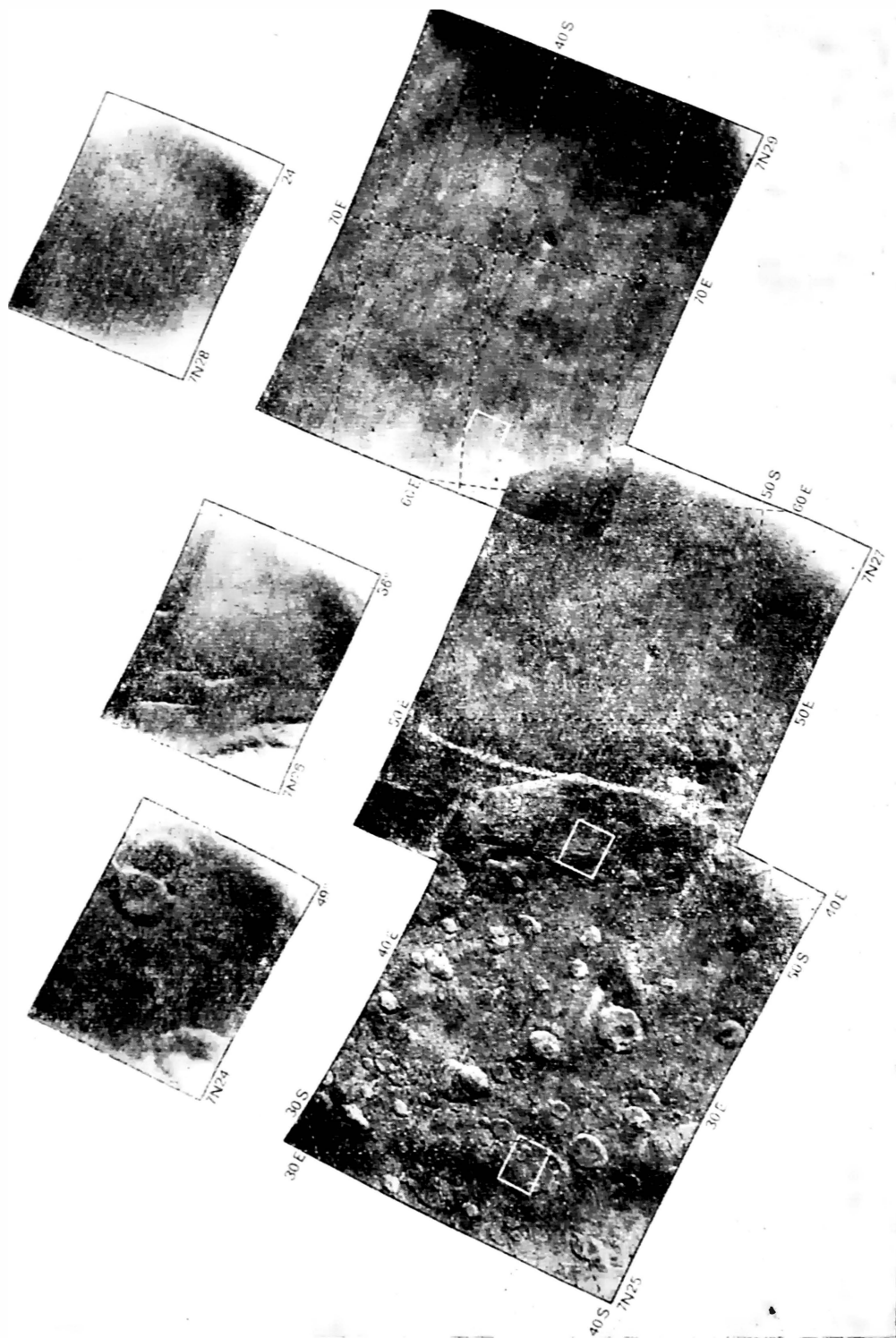
«каналов». Эти изображения планеты, несомненно, отягощены стремлением наблюдателей объединить тесно расположенные детали в непрерывный рисунок.

Безмятежность полета двух кораблей внезапно прервалась за несколько часов до того, как «Маринер-6» начал свои операции при сближении с планетой. Именно в этот критический момент, когда все внимание было сосредоточено на «Маринере-6», «Маринер-7» внезапно замолк на семь часов. Думали, что в него попал небольшой метеороид. Когда связь наладилась, по траекторным данным удалось установить, что аппарат замедлил свое движение и несколько отклонился от курса. Точка наибольшего сближения аппарата с планетой сместилась на 130 км к юго-востоку от первоначально намеченной. Сейчас мы думаем, что происшествие было вызвано не ударом метеороида, а взрывом батареи. При взрыве, вероятно, было выброшено некоторое количество газа, — достаточное, чтобы изменить траекторию аппарата.

«Маринер-7» сделал три серии снимков (93 кадра) за три 20-часовых периода. Расстояние между аппаратом и планетой во время съемки изменялось от 1 716 000 до 127 000 км.

«Дальние» снимки Марса, полученные «Маринером-7», укрепили нашу уверенность в интерпретации многих крупных образований на поверхности планеты. Большинство узловков в темных областях («морях»), видимых на земных photographиях Марса, в действительности оказались связаны с многочисленными кратерами, диаметры которых достигают нескольких сот километров. Границы морей в некоторых местах размыты, в некоторых — резки. Тут и там в светлые области встраиваются длинные темные «пальцы». Это согласуется со многими рисунками и земными photographиями Марса.

Мы особенно старательно искали, что могло бы соответствовать «каналам» — темным, часто размытым, более или менее линейным, обычно малококонтрастным образованиям.



Темный рукав *Hellasproutus* и пустыня *Hellas*. Здесь запечатлены два характерных для Марса типа ландшафта: «кратерный» (область *Hellasproutus*) и полностью лишённый кратеров (пустыня *Hellas*). Выделенные на нижних снимках прямоугольные участки поверхности фотографии провалялись крупномасштабной камерой (эти снимки приведены сверху). Снимки получены с космического аппарата «Маринер-7»



Некоторые из них, например Agathodaemon и Cerberus, можно обнаружить на земных фотографиях Марса. Они легко распознаются и на «дальних» снимках планеты, переданных космическими аппаратами. Другие «каналы» на этих фотографиях распадаются на темные пятна, различные по величине и контрасту. Резко выделяется на «дальних» снимках яркое пятно, известное как Nix Olympica. Это — кратер, диаметром около 500 км. Он много больше тех, что мы видим на Луне.

Изображения Марса, полученные «Маринером-4», создают впечатление, будто в камере или в атмосфере планеты что-то уменьшает резкость снимков. Ничего подобного нет на снимках, сделанных «Маринерами-6 и -7». На новых снимках обнаружена тонкая атмосферная дымка — слоистые полосы, примыкающие к лимбу планеты. Интенсивность рассеяния, по-видимому, меняется в зависимости от места и времени суток. Основной рассеивающий слой имеет толщину около 10 км и располагается на высоте 15—25 км над поверхностью.

Известно, что на многих фотографиях Марса, сделанных с Земли через синий фильтр, контраст между светлыми и темными образованиями очень незначителен. Но иногда контраст сильно увеличивается. Это так называемое синее просветление. Предполагалось, что за увеличение контраста ответствен рассеивающий «фиолетовый слой» в марсианской атмосфере. На снимках планеты, полученных через синий фильтр «Маринерами-6 и -7», нет следов понижения контраста по сравнению со снимками, сделанными через красный и зеленый фильтры. Поверхность планеты отчетливо видна во всех цветах. Тем не менее фотографии Марса, полученные в то же время с Земли, показывают в синих лучах обычную картину. Таким образом, мы знаем, что «Маринеры-6 и -7» подлетели к Марсу не в момент редкого «синего прояснения». Явление, наблюдающееся при фото-

графировании Марса с Земли через синий фильтр, остается необъясненным.

Тщательное сравнение снимков, сделанных «Маринерами-6 и -7» с интервалом в 5 дней (особенно, снимков всего диска), по-видимому, дает определенные доказательства атмосферной активности Марса. Отдельные участки северной полярной области, яркие на снимках «Маринера-6», кажутся гораздо более темными на снимках «Маринера-7». Поскольку эти участки неподвижны относительно поверхности, изменение яркости, возможно, связано с изменением количества замерзшего вещества на поверхности или с изменением облаков. Ближе к югу, особенно в окрестностях Tharsis, Candor, Tractus Albus и Nix Olympica, можно заметить небольшие области, которые становятся ярче марсианским утром и достигают максимума яркости спустя несколько часов.

Основной задачей «Маринеров» было фотографирование с близкого расстояния различных образований на поверхности Марса. Марсианские кратеры принадлежат к двум основным типам: большие, плоскодонные, эродированные или небольшие, без каких-либо следов эрозии и имеющие форму котелка. Последние напоминают первичные кратеры на Луне. Мы не нашли, однако, на снимках кратеров, подобных лунному кратеру Платон — старому, затопленному расплавленными и впоследствии отвердевшими горными породами. Мы не обнаружили на снимках Марса лучей или скоплений вторичных кратеров, сопутствующих большим ударным кратерам на Луне. Вокруг некоторых марсианских кратеров можно заметить отложения выбросов, правда, менее обширные, чем на Луне. На поверхности Марса нет именно тех образований, которые легче всего подвергаются эрозии или засыпаются. Не удивительно, что марсианские кратеры вообще мельче и более полные, чем лунные. На марсианский ландшафт, несомненно, оказывает влияние разреженная атмосфера планеты.

На некоторых снимках видны низкие неправильные валы, напоминающие валы в лунных морях, а также слабо выраженные мелкие линейные образования. Они похожи на плоскодонные грабенподобные трещины, прямые или искривленные, наблюдаемые на Луне. Вопреки ожиданиям, снимки последних «Маринеров» не показали ни одного прямого разлома, подобного тому, который прорезает один из кратеров, снятых «Маринером-4». Фотографируя площадь в 10 раз большую, мы надеялись обнаружить несколько таких разломов. Наконец, мы нигде не нашли признаков «земных» тектонических форм, которые могли бы быть связаны с образованием гор, островных дуг или деформациями, вызванными сжатием.

Планетологи, назвавшие Hellas пустыней, в известном смысле были правы. Вся эта круглая область поперечником примерно 1600 км лишена кратеров и других топографических форм размером больше 300 м — предела разрешения телевизионных камер. На Луне нет областей, сравнимых с Hellas по величине и структуре, на Земле с ней могла бы соперничать одна из больших пустынь или степей.

Примыкающий к Hellas темный рукав Hellepontus почти сплошь занят кратерами. Между Hellas и Hellepontus лежит изобилующая валами переходная область, ширина которой колеблется от 130 до 350 км, также покрытая кратерами и, по-видимому, несколько наклонная к Hellas. На протяжении всего 200 км кратеры исчезают.

Можно полагать, что кратеры некогда покрывали пустыню Hellas и исчезли в результате эрозии или процессов «отложения наносов», происходящих сейчас или длившихся вплоть до последнего времени. Каковы эти процессы? Возможно, они связаны с особенностями вещества поверхности в этом месте или местной картиной напряжений. Едва ли можно вообразить себе ветры, которые покрыли пылью Hellas (и, возможно, еще несколько областей, не попавших в объективы телевизионных камер), но оставили

«кратеры в других местах практически неприкосновенными.

Весьма предварительное предположение, которое мы называем гипотезой розовых кукурузных зерен, может быть, в дальнейшем и будет принято как объяснение, почему исчезли кратеры. Возможно, при ударе гигантского астероида (который, по-видимому, создал Hellas) породилось достаточно тепла, чтобы рас-

плавить горные породы и высвободить летучие компоненты, вызвав образование большого количества легкой пемзы и пепла. Частицы пемзы и пепла размером с кукурузное зерно оказались настолько легкими, что их может перемещать марсианский ветер, но слишком тяжелыми, чтобы он вынес их за пределы области. Эти гипотетические частицы могут быть розовыми. Тог-

да гипотеза согласуется с тем фактом, что Hellas часто имеет интенсивный розовый оттенок.

Ландшафт, который мы назвали хаотическим, выявился на снимках, полученных «Маринером-6». Геологи используют термин «хаотический», чтобы описать поверхность, занятую беспорядочно расположенными короткими хребтами и долинами. Судя по крупномасштабным фотографиям, хаотический ландшафт может простираться на 1 млн. км<sup>2</sup>. Эта поверхность не только покрыта короткими хребтами, но и практически лишена кратеров.

Хаотический ландшафт отличается строением и видом от тех лунных областей, где сходную картину порождают выбросы из кратеров. Создается впечатление, будто большая часть площади сжалась в результате вытеснения какого-то подстилающего вещества, быть может толстого слоя вечной мерзлоты. Другая возможность — вытеснение магмы или какое-нибудь иное, близкое к поверхности возмущение, связанное с вулканизмом. Однако отсутствие на поверхности других характерных вулканических структур, по-видимому, исключает это предположение.

Давно уже идет спор между сторонниками полярной шапки из обычного льда и снега и сторонниками замерзшей двуокиси углерода (сухого льда). Исследователи, работавшие над телевизионными снимками, отдают предпочтение гипотезе замерзшей двуокиси углерода.

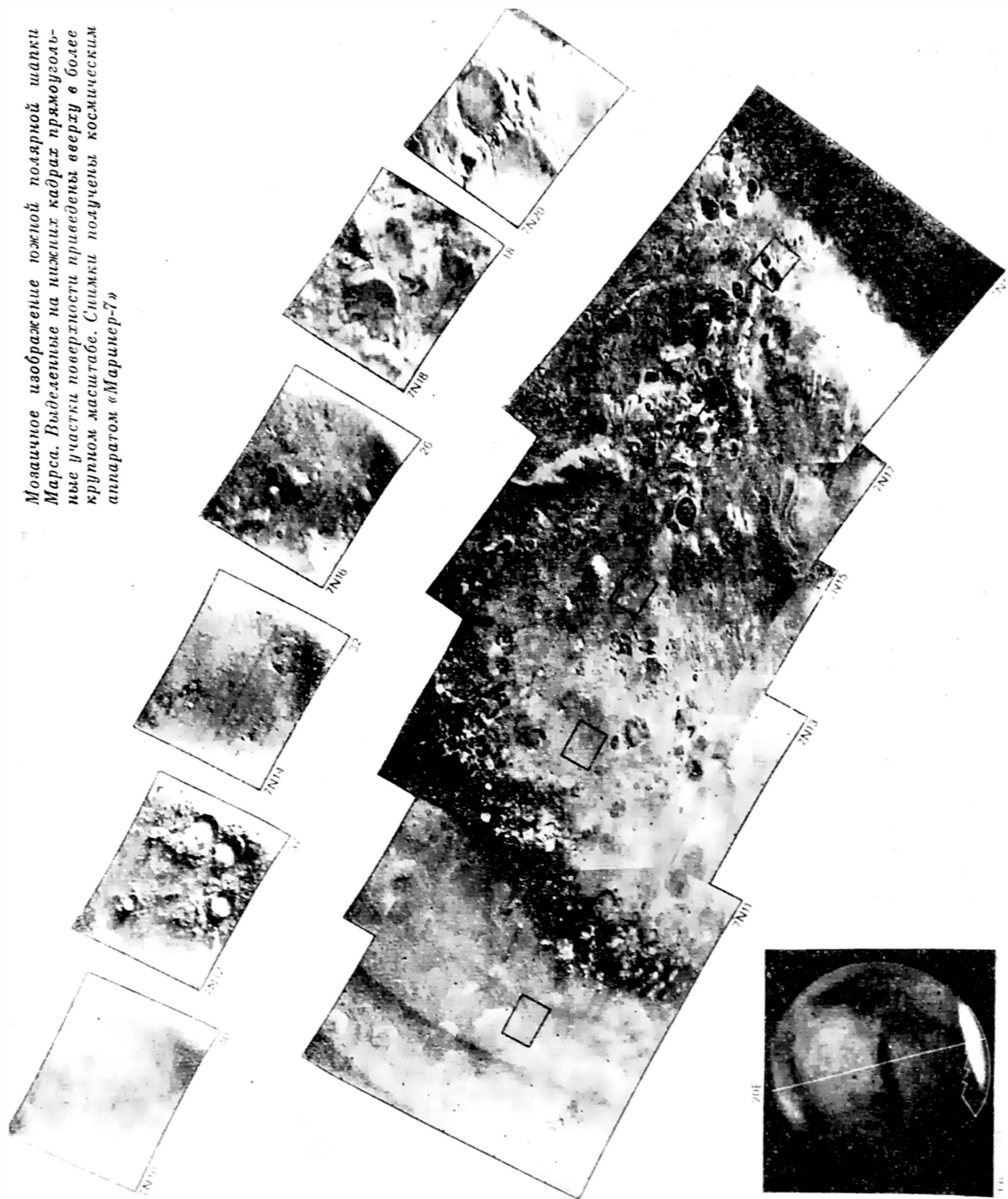
Наблюдавшуюся яркость полярной шапки мог создать тонкий покров из любого белого порошкообразного вещества. Однако некоторые особенности рельефа на крупномасштабных фотографиях полярной шапки (на фотографиях, относящихся к другим местам планеты, их нет) свидетельствуют, что снег — каким бы он ни был — образует сугробы высотой в несколько метров. Строение края полярной шапки подтверждает, что испарение, вызываемое лучами Солнца, играет большую роль, чем местные ветры.

Допуская, что скорость испарения



*Характерный для Марса хаотический тип рельефа. Хаотическое расположение горных хребтов на этих двух фотографиях не имеет себе подобного ни на Луне, ни на Земле. Снимки сделаны космическим аппаратом «Маринер-6»*

Мозаичное изображение южной полярной шапки Марса. Выделенные на нижних кадрах прямоугольные участки поверхности приведены сверху в более крупном масштабе. Снимки получены космическим аппаратом «Маринер-7»



определяется, в основном, дневным нагреванием, можно оценить суточные потери вещества полярной шапки. Испарение должно составлять около  $1 \text{ г с } 1 \text{ см}^2$  для твердой двуокиси углерода и  $0,1 \text{ г с } 1 \text{ см}^2$  для водяного льда. Полное испарение шапки на данной широте требует многих дней. Помножив скорость испарения на число весенне-летних дней (скажем, 100), мы получим оценку минимальной толщины шапки. Согласно расчетам, у шапки из замерзшей углекислоты на  $1 \text{ см}^2$  должно приходиться десятки граммов вещества, а у шапки из водяного льда — всего несколько граммов.

Естествен вопрос: способна ли марсианская атмосфера, состоящая, в основном, из двуокиси углерода с лишь незначительной примесью воды, переносить эти вещества от полюса к полюсу при смене сезонов? Даже то сравнительно небольшое количество воды, которое по нашим оценкам должно испаряться, сильно превосходит количество, которое способно удерживать атмосфера, а тем более перенести от полюса к полюсу. Переносить от полюса к полюсу двуокись углерода совсем не обязательно, поскольку атмосфера изобилует этим газом. Атмосфера должна просто несколько «сместиться». Таким образом, мы прихо-

дим к выводу, что марсианский снег, вероятно, почти полностью состоит из замерзшей двуокиси углерода.

На фотографиях полярной шапки многие кратеры имеют темное дно и яркий вал. Этого следовало бы ожидать на Земле, где снег откладывается и сохраняется преимущественно на больших высотах, но никак не на Марсе. Там снег должен откладываться главным образом в низинах, поскольку атмосферное давление в низких местах больше. Следовательно, приходится искать механизм переноса снега из низин вверх. Хотя твердая двуокись углерода может переноситься ветром, более вероятно, что она испаряется на дне кратера и конденсируется на больших высотах, где температура ниже. Другое возможное объяснение — дно кратера представляет собой гладкую поверхность замерзшей двуокиси углерода: ведь на Земле только что замерзшее озеро кажется черным.

Как и ожидалось, снимки, переданные «Маринерами-6 и -7», не дали прямых доказательств существования жизни на Марсе. Если жизнь там есть, то живые существа должны быть, по всей вероятности, одноклеточными и, следовательно, невидимыми. И все же: представляется

ли существование жизни на Марсе возможным? Судя по снимкам «Маринеров», наиболее серьезное препятствие для жизни, какой мы ее знаем, — крайний недостаток воды. Обилие кратеров и отсутствие тектонических структур, подобных земным, свидетельствуют, что на Марсе очень давно нет океанов, сравнимых по размеру с земными, а скорее всего, их никогда и не было. Разумеется, никто не знает, какой величины должен быть океан, чтобы в нем зародилась жизнь, и сколько времени он должен существовать. Используя наши представления о происхождении жизни, мы едва ли можем заранее утверждать, что Марс безжизнен.

Изучение снимков Марса, полученных аппаратами «Маринер-6 и -7», продолжается. Мы надеемся, что эти снимки помогут уточнить наши знания о размерах и форме планеты; получить карту планеты, привязанную к сети определенных опорных точек; уточнить направление оси вращения; измерить склоны и высоты; более точно определить цвет и отражательную способность вещества поверхности, а также рассеяние и поглощение в марсианской атмосфере. Все это имеет важное значение для понимания развития и строения нашего загадочного космического соседа.

---

---

## ВСПЫШКИ СВЕТА В ГЛАЗАХ КОСМОНАВТОВ

Во время лунного путешествия «Аполлона-11» космонавт Э. Олдрин наблюдал внутри корабля кратковременные, но интенсивные вспышки света.

С тех пор все члены экипажей «Аполлона-12» и «Аполлона-13» замечали вспышки. По описаниям космонавтов, они очень разнообразны: от ярких мгновенных, как бы проникающих в кабину и уходящих из нее, до узких, как карандашная линия, и вспышек, похожих на следы фейерверка. Космонавты видели вспышки независимо от того, открыты их глаза или закрыты. Обычная частота вспышек — одна в минуту.

С чем же может быть связано это необычное явление, не наблюдавшееся при кратковременных полетах на околоземных орбитах?

Американские ученые Дж. Фазло, Дж. Джелей и У. Чепмен считают, что вспышки вызваны первичными космическими лучами. Космические частицы проникают сквозь стенки в кабину корабля. Попадая в глаза космонавтов, они и порождают вспышки.

Известно, что если частица движется через среду со скоростью, превышающей скорость света в этой среде, то энергия ударной волны превращается в световую энергию.

Это эффект Вавилова — Черенкова. То же происходит и в стекловидном теле глаза, где космическая частица порождает ударную волну и черенковское свечение.

Предложено и еще одно объяснение вспышек. Они могут генерироваться при возбуждении космическими частицами нерва в сетчатке глаза или в области мозга, ассоциируемой со зрением. Космическая частица ионизует атомы, которые, возвращаясь в равновесное состояние, выделяют энергию. Она и реализуется в форме света.

«Nature», 228, 5268, 1970.

## Андрей Васильевич Пастухов

Исполняется 80 лет со времени первого восхождения на вершину величайшей горы в Европе — Эльбрус.

Высокая честь первопроходца принадлежит одному из отважнейших людей — русскому топографу и альпинисту Андрею Васильевичу Пастухову.

Андрей Васильевич Пастухов родился в августе 1860 г. в поселке Деркульского государственного конного завода (ныне Беловодский р-н Луганской области), в семье конюха. Рано потерявший родителей, он с малых лет испытал чашу жестокой нужды и лишений.

Обучившись грамоте и письму в начальной школе, Андрей становится писарем в канцелярии завода, а затем учится в Петербурге в Главном управлении государственного коннозаводства на письмоводителя. В 15 лет он уже писарь второго класса. В этом звании Андрей Васильевич возвращается на родину и служит в канцелярии Управления коннозаводства.

Вскоре осуществляется его мечта: он экстерном блестяще сдает экзамены в 3-ю Петербургскую военную гимназию и входит в состав «учебной команды военных топографов на правах вольноопределяющегося III разряда». Не замедлило и первое назначение на топографические съемки Курляндской губернии. После Прибалтики он едет на Кавказ. В Тифлисском юнкерском училище сдает с отличием экзамен на первый классный чин... С этих пор его судьба пожизненно связана с Кавказом.

А. В. Пастухов ведет топографические съемки в районе Военно-Грузинской дороги, работает в Дагестане, удивляя всех своим трудолюбием, завидной настойчивостью и талантом исследователя.

В 90-х годах прошлого столетия военно-топографические съемки в горных районах Кавказа проходили в очень трудных условиях. Тогда не было ни опытных проводников, ни исхоженных троп, ни проверенных маршрутов. Незведанные горные цепи пугали своей недоступностью. Приходилось проявлять инициативу, приобретать опыт ценой собственных, порой рискованных экспериментов, шаг за шагом осваивать неизвестное.

Много горных вершин покорила А. В. Пастухов. С 1883 по 1885 г. он впервые провел съемку Гимринского хребта и хребта Салатау в западной части Дагестана, а в 1886 г. изучил Андийский хребет, поднявшись на самые высокие его точки — Дитах-Корт и Кача. Прошло три года и послужной список отважно-



*А. В. Пастухов (1860—1899)*

го топографа пополнился еще одним подвигом — восхождением на Казбек (29 июля 1889 г.)\*.

«...Я еще раз оглянулся на Казбек, который в это время весь был залит лучами заходящего солнца, а на вершине его гордо развевался мой красный флаг. Глядя на эту картину, я невольно вспомнил стихотвор-

\* Здесь и далее все даты приведены по старому стилю.

рекие Лермонтова «Казбеку», где, между прочим, говорится:

Чадмою белою от века  
Твой лоб наморщенный увит,  
И гордый ропот человека  
Твой гордый мир не возмутит.

Теперь же не только был «возмущен его гордый мир», но и «чалам» была украшена султаном в виде красного флага\*.

Через год последовало еще более выдающееся событие величайшей вершины Кавказа — двуглавого седого великана Эльбруса.

Вот как это произошло. Ранним утром 28 июля 1890 г. Андрей Васильевич Пастухов в сопровождении четырех казаков Хоперского полка двинулся со стороны Баксанского ущелья в направлении западной вершины Эльбруса. По склону Гара-баши группа первопроходцев вышла к подножию Терскольского ледника и взяла курс на север, к базальтовым обледенелым глыбам. Здесь их ждали первые серьезные испытания. Проводником, как всегда, был Андрей Васильевич. Дважды расступались под его ногами коварные трещины; снежные мосты, возведенные метелями, не выдерживали тяжести идущего...

«...провалился в трещину, и, благодаря только тому, что нес с собою в горизонтальном положении длинный шест для флага, мне не пришлось попласться жизнью»\*\*.

Рубежом дня стала высота 12 040 футов (3612 м). Терскол синел уже внизу...

С восходом Солнца группа продолжила восхождение и успешно, пользуясь утренним морозом, преодолела фирновые поля. Однако за вторые сутки экспедиция поднялась всего лишь на 1069 м. Грянула гроза. На уровне 4681 м хребцов приютила и спасла от непогоды мощная скала, которую и по сей день называют «Приют Пастухова». Здесь часто отдыхают альпинисты.

На третий день экспедиция в полном составе добралась до седловины Эльбруса. Суровой была встреча с ней. Буран валил с ног. В жутких условиях отважные люди переждали ночь, и все же поутру решили не отступать, а штурмовать вершину! Как и на предыдущих этапах, прокладывал путь А. В. Пастухов, за ним неотступно двигались казаки. Шаг за шагом приблизились они к западной вершине и в конце концов одолели ее...

В ознаменование победы и торжества на самой высокой точке Эльбруса был установлен шест с флагом из кумача. Андрей Васильевич провел топографическую съемку восточной и западной вершин и перевала

Эльбруса, зарисовал очертания горных цепей, сфотографировал местность — восточную вершину этой горы и часть Главного Кавказского хребта, собрал образцы горных пород. В бутылку он вложил памятную записку: «31 июля 1890 года военный топограф Андрей Васильевич Пастухов в сопровождении казаков Хоперского полка взшли сюда в 9 часов 20 минут утра при температуре воздуха минус 5 градусов по Реомюру, имена казаков: Дорофей Мернов, Дмитрий Нехороший, Яков Таранов». На самой вершине около шеста с флагом под камнями спрятали бутылку для тех, кто в невесомом будущем поднимется сюда. Спустя 50 лет по счастливой случайности бутылку обнаружили участники Второй олимпиады ВЦСПС. Таким образом, еще раз был засвидетельствован подвиг первопроходцев.

Неутомимый исследователь и путешественник приобщал к своему послужному списку все новые и новые



Памятник А. В. Пастухову на вершине горы Машук. На южной стороне скромного обелиска надпись:

Военный топограф  
Андрей Васильевич Пастухов  
1860—1899

от военных топографов и родных  
А на северной стороне обелиска — памятные даты:

Казбек — 1889  
Эльбрус — 1890  
Арагат — 1898

\* А. В. Пастухов в Казбек и Эльбрус. «Нива». Ежемесячные литературные приложения. № 7. 1897 г. стр. 599.

\*\* Там же, стр. 610—611.

открытия. В 1891 г. А. В. Пастухов совершил восхождение на вершину горы Халацы, а в 1892 г. он обследовал гору Шаблуз-даг и наиболее высокогорные селения Дагестана, расположенные в отдаленнейших ущельях хребта, изучил вершины гор Вахчаг-даг, Качень-даг, гору Трофан.

Совершив восхождение на вершину Алагез, он провел топографическую съемку, сфотографировал кратеры. В глубине кратеров, вопреки утверждению ученых, он не обнаружил воды. Позднее А. В. Пастухов составил топографический план окрестностей Большого Арарата.

В августе 1896 г. покорилась и восточная вершина великана Эльбруса. Это было самое трудное и продолжительное восхождение\*. За 12 дней пришлось пройти пешком 325 верст и проехать на лошади 325 верст, поднимаясь на высоты более 5 верст. А. В. Пастухов стал первооткрывателем обеих вершин Эльбруса.

А. В. Пастухов был не только первопроходцем, но и альпинистом-исследователем. Он обладал исключительной широтой научных интересов. Каждое его восхождение приносило науке новые данные о природе Центрального Кавказа. В своей научной деятельности он много внимания уделял вопросам археологии, геологии, гляциологии и ботаники. Он опроверг господствовавшее утверждение, что перелетные птицы не поднимаются на большие высоты. При восхождении на Эльбрус А. В. Пастухов составил схемы расположения ледников и собрал встречающихся там насекомых, названных им «ледниковыми блохами», о существовании

которых ученые не знали. Он обследовал снежный покров, состояние оледенения, флору и фауну и проводил метеорологические наблюдения. Результаты этих наблюдений опубликовал А. И. Воейков. Много внимания уделял Андрей Васильевич вопросам этнографии. Собранные им материалы были первыми научными данными о населении высокогорных районов Северного Кавказа. Он оставил много фотографий, объективно подтверждающих научные данные о природе и жизни населения Малого и Большого Кавказа. Но главное его занятие — топографо-геодезические работы. Помимо съемок высокогорья Кавказа, он связал триангуляцию Северного Кавказа, берущую свое начало у Краснодара, с триангуляцией Закавказья, где был измерен Шамхорский базис. Эти материалы были использованы для составления изданных в 80-х годах прошлого века карт Кавказа, представляющих первую полную и достоверную информацию об этом крае. Картами пользовались многие годы и они не потеряли научного значения до сих пор. Работая топографом в Дагестане, Кабарде, Осетии, Грузии и Армении, А. В. Пастухов составил подробнейшие для своего времени географические описания этих мест.

Неутомимый путешественник был страшен безжалостным недугом в 39 лет. Его похоронили в Пятигорске, на южном склоне горы Машук. С этого места в хорошую погоду всегда виден красавец Эльбрус.

Героический облик русского ученого-топографа, отважного альпиниста, неутомимого путешественника близок нашему сердцу. Память о нем неуязвима.

А. В. Пастухову, несомненно, принадлежит одно из почетных мест среди славных имен русских геодезистов и топографов прошлого века.

Л. С. ХРЕНОВ  
доктор географических наук

\*А. В. Пастухов. Казбек и Эльбрус. «Нива». Ежемесячные литературные приложения, № 7, 1897 г., стр. 597—646.

## ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ С БОРТА КОРАБЛЯ «СОЮЗ-9»

В течение 18-суточного полета космического корабля «Союз-9» (1—19 июня 1970 г.), плотниреющего летчиком-космонавтом СССР А. Г. Николаевым, кандидат технических наук летчик-космонавт СССР В. И. Севастьянов выполнил ряд важных научных и технических экспериментов. Среди них уникальные наблюдения околоземного космического пространства. Так, впервые при визуальных наблюдениях ночного горизонта Земли был замечен светящийся «жгут» — достаточно яркий слой серого цвета с розовым оттенком. «Жгут» в виде тонкой нити расположен на высоте около 115 км над поверхностью Земли. Ниже «жгута» — более яркая дымка, вы-

ше — черное звездное небо. Предполагается, что «жгут» — следствие рассеяния света атмосферным аэрозолем, но, возможно, это явление связано с фотохимическими реакциями в верхней атмосфере.

Рассеянием и рефракцией света в земной атмосфере обусловлен, по-видимому, эффект «усов». «Усы» наблюдали во время восхода и захода Солнца. Например, во время восхода, когда высота Солнца достигает 8—15°, красочный ореол поверхности Земли как бы отрывается от ее поверхности в районе терминатора и строго по касательной уходит в зону черного неба на высоту 250—300 км.

В числе явлений, которые можно

было наблюдать с борта космического корабля «Союз-9», — серебристые облака, полярные сияния, метеоры. Метеорные следы, оказывается, отлично видны из космоса (сначала простым глазом, а затем еще продолжительное время через оптико-электронный прибор).

На космонавтов большое впечатление произвела «коричневая» Луна с белесоватыми пятнами над «голубым» горизонтом Земли. Это очень контрастное зрелище В. И. Севастьянов называет одним из наиболее впечатляющих. Кроме визуальных, выполнялись многочисленные фотографические и спектрографические наблюдения Земли. Обработка полученных результатов продолжается. «Вестник Академии Наук СССР»,

11, 1970.



## Уссурийская солнечная станция

Астрономы уже давно регулярно наблюдают за процессами, происходящими на поверхности Солнца. В последнее десятилетие, когда потребовались прогнозы солнечной активности для космических полетов, наблюдения за светилом стали непрерывными.

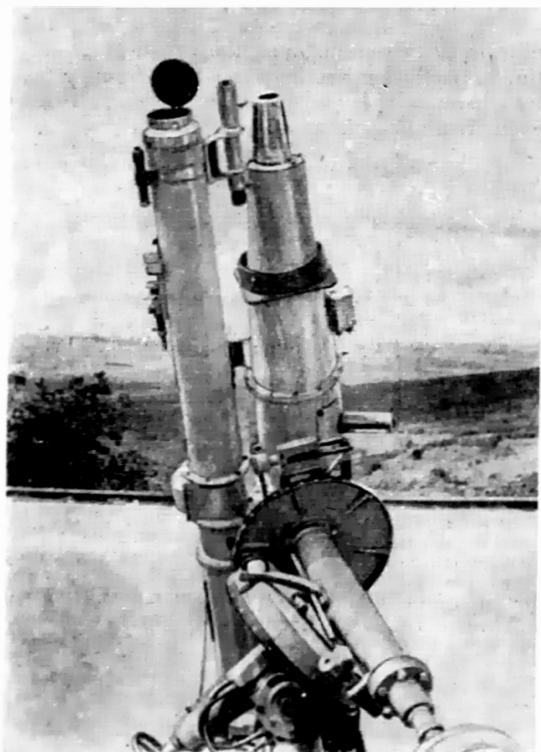
В Советском Союзе от восточных границ до западных, от Уссурийска до Львова расположились обсерватории Службы Солнца. Каждый день

первыми в нашей стране начинают наблюдать Солнце астрономы Уссурийской солнечной станции. Она была организована в 1954 г. Разместили ее на территории старейшего в Приморье академического учреждения — Горно-таежной станции имени академика В. Л. Комарова.

Раньше всех инструментов на станции был установлен фотогелиограф. Его монтаж и юстировку выполнил В. Г. Банин. В то время он только что окончил Томский государственный университет. В. Г. Банин побывал на Горной станции Главной астрономической обсерватории АН СССР (под Кисловодском), где ознакомился с методикой фотографических наблюдений Солнца. Это позволило ему довольно быстро организовать фотографирование Солнца и в Уссурийске. С января 1955 г. первые уссурийские астрономы В. Г. Банин и Л. Д. Распина начали регулярные наблюдения солнечных пятен. Нужно отдать должное мужеству и научной добросовестности этих людей, проводивших наблюдения в трудных условиях.

Новые инструменты появились на станции в период Международного геофизического года (1957—1959 гг.). Осенью 1957 г. был установлен хромосферно-фотосферный телескоп АФР-2, а в мае 1959 г. — радиотелескоп. С этими инструментами уссурийские астрономы наблюдают активные процессы в различных слоях солнечной атмосферы.

В 1962 г. на станции появился горизонтальный солнечный телескоп АЦУ-23. Через три года вступил в строй еще один, более крупный солнечный горизонтальный телескоп



*Хромосферно-фотосферный телескоп АФР-2*



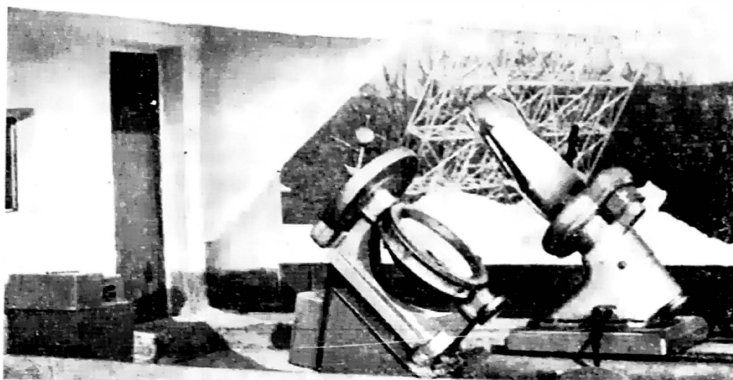
АЦУ-5. На станции начались спектральные наблюдения Солнца.

Монтаж и юстировку всех приборов выполнили сами сотрудники станции. Хорошее знание инструментов, постоянная забота о них помогают сотрудникам станции успешно выполнять программу наблюдений. Техническое обслуживание приборов осуществляет инженер Н. И. Осипенко.

В ясные дни, а таких дней на Уссурийской солнечной станции бывает за год в среднем 266, ведутся наблюдения на хромосферно-фотосферном телескопе. У телескопа две трубы — фотосферная и хромосферная — и работают на нем две группы наблюдателей. С помощью фотосферной трубы К. Г. Чистякова и В. Д. Дьяконова ежедневно делают снимки поверхности Солнца — фотогелиограммы. На них хорошо видна тонкая структура солнечной поверхности: грануляция, пятна, факелы. Фотогелиограммы используются для получения ежедневных характеристик пятен и факелов — их числа, координат, площади и структурных классов.

За хромосферными процессами на Солнце наблюдает группа молодых сотрудников станции: Л. Д. Сурков, В. З. Якубович, А. И. Мартынюк и В. С. Смелик. Их работой руководит Э. П. Сурков. Хромосферная труба телескопа снабжена интерференционно-поляризационным фильтром, позволяющим наблюдать вспышки и протуберанцы в лучах красной линии водорода  $H_{\alpha}$ . Основным методом наблюдений — киносъемка всего диска Солнца. Частота съемки — 2 кадра в минуту. Если погода безоблачная, то хромосферный патруль продолжается 4–6 часов ежедневно. Этот телескоп уже зарегистрировал более 1500 хромосферных вспышек. Уссурийские астрономы неоднократно были свидетелями грандиозных явлений на Солнце.

В пасмурную погоду радиотелескоп — единственный источник информации об активных процессах на Солнце. Радиоастрономы В. К. Веденева и Л. С. Пузырева наблюдают излучение Солнца на длине



*Уссурийская солнечная станция: вверху — павильон хромосферно-фотосферного телескопа (слева) и солнечного горизонтального телескопа АЦУ-5; в центре — целостная установка телескопа АЦУ-5, на заднем плане видна антенна радиотелескопа; внизу — павильон фотогелиографа, первого телескопа, установленного на станции*

волны 1,42 м (частота 208 Мгц). Радиоизлучение такой длины рождается в короне на высоте 100 000 км над солнечной поверхностью.

Спектральные наблюдения Солнца ведутся на двух горизонтальных солнечных телескопах. На одном из них (с диаметром главного зеркала 25 см) молодая сотрудница станции, выпускница Иркутского государственного университета Т. И. Редюк получает спектры пятен. Дисперсия спектрографа ДФС-13, присоединенного к этому телескопу, сравнительно невелика — всего 4 Å/мм в видимом диапазоне длин волн. Потери света в приборе столь незначительны, что снимки спектров пятен можно делать с очень короткими экспозициями. Благодаря этому атмосферные помехи почти не сказываются на качестве спектров. Телескоп снабжен двумя интерференционно-поляризационными фильтрами. С ними получают крупномасштабные фотографии Солнца в лучах линий водорода и ионизованного кальция.

На другом горизонтальном солнечном телескопе, диаметр главного зеркала которого 44 см, Л. Ф. Лазарева, С. Г. Лисица и В. А. Голубев изучают магнитные поля солнечных пятен. Для спектральных наблюдений применяется дифракционный спектрограф АСП-20.

Наблюдения по программе Службы Солнца — главная задача коллектива Уссурийской солнечной станции. Наряду с этими наблюдениями на станции проводятся и исследовательские работы: изучаются физические свойства пятен, их структура и динамика.

Уссурийская солнечная станция — единственная в Приморье астрономическая обсерватория. Ее работа вызывает живой интерес. Только в 1970 г. станцию посетили более 2500 экскурсантов. Сотрудники станции активно участвуют в пропаганде астрономических знаний. Почти все они — члены Уссурийского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

**В. Ф. ЧИСТЯКОВ**

кандидат физико-математических наук  
заведующий Уссурийской солнечной станции  
Дальневосточного филиала СО АН СССР



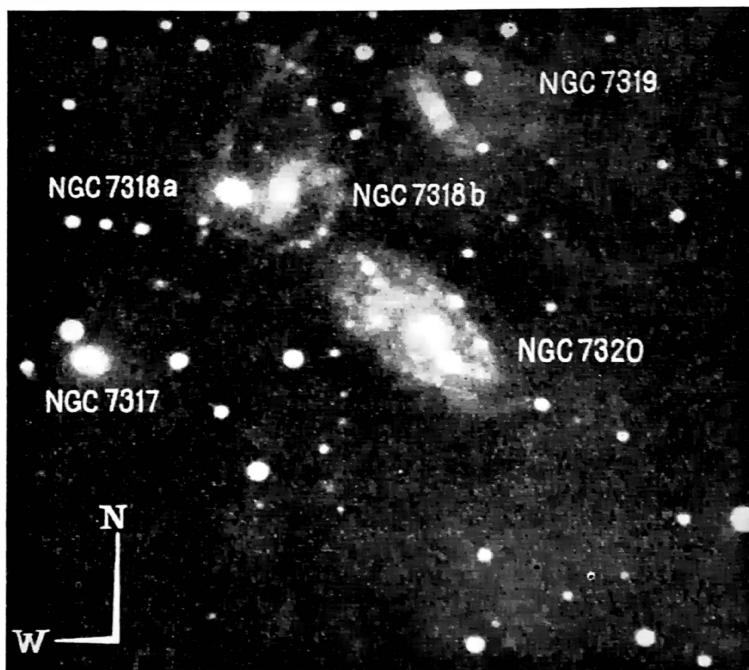
### «КВИНТЕТ» СТЕФАНА ОКАЗАЛСЯ ... «КВАРТЕТОМ»

Наверное, многим читателям знакома фотография группы взаимодействующих галактик, названной квинтетом Стефана. Эта группа занимает на небе примерно 40 квадратных минут дуги.

В новом «Каталоге галактик» (New Galaxies Catalogue) объекты из квинтета Стефана имеют номера 7317, 7318a, 7318b, 7319 и 7320. Интересно, что радиальная скорость удаления от наблюдателя первых четырех галактик равна примерно 6400 км/сек, в то время как у галактики NGC 7320 она не превосходит 800 км/сек. Если скорости удаления галактик обусловлены расширением Метагалактики, то мы неизбежно

приходим к выводу, что четыре галактики квинтета находятся от нас на расстоянии 64 Мпс (1 Мпс =  $3 \cdot 10^{24}$  см, константа расширения принята равной 100 км/сек/Мпс), а пятая — на расстоянии всего 8 Мпс. Казалось бы, квинтет надо считать квартетом.

Однако американские астрономы Дж. и М. Бербиджи показали, что вероятность наблюдения близкой галактики в направлении более далекой группы, занимающей на небе всего 10 квадратных минут дуги, очень мала (меньше 0,001). Поэтому Бербиджи все-таки считают NGC 7320 членом квинтета Стефана. Правда, сам квинтет, по их мне-

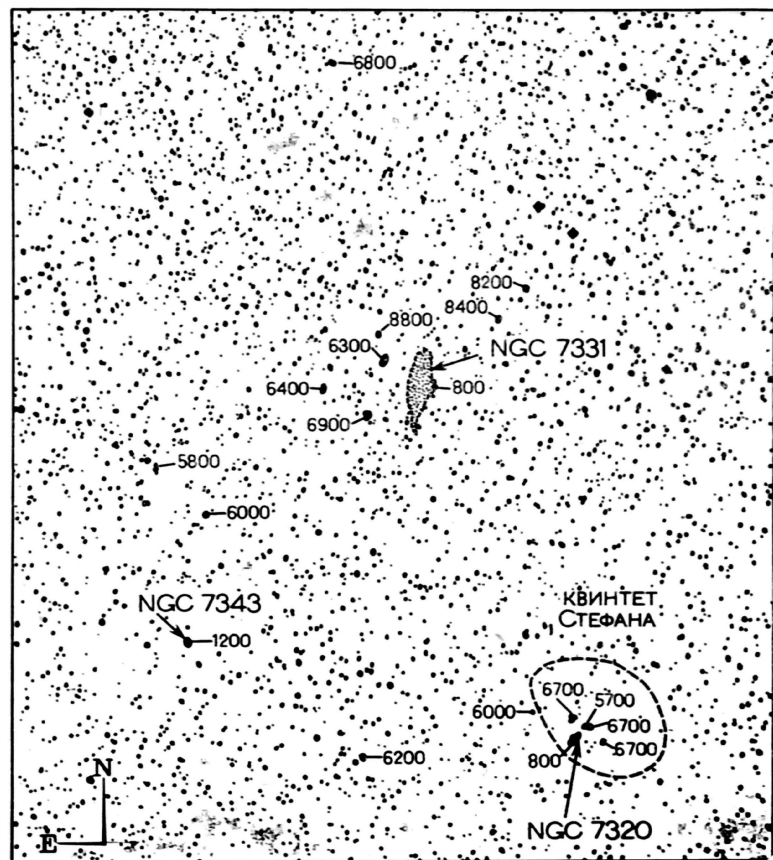


Квинтет Стефана. Фотография получена на 82-дюймовом телескопе обсерватории Мак-Доналд. Указаны номера галактик по «New Galaxies Catalogue»

нию, — гравитационно неустойчивое образование, и галактика NGC 7320 выброшена из него со скоростью не меньше 5600 км/сек. Такой же точки зрения придерживается известный американский астрофизик Х. Арп.

В последнее время появились работы, неопровержимо доказывающие, что галактика NGC 7320 не входит в квинтет Стефана. Одна из этих работ принадлежит голландскому радиоастроному Р. Аллену. На Медонской обсерватории (Франция) он наблюдал эту галактику в линии излучения нейтрального водорода с длиной волны 21 см. Если расстояние до галактики известно, то, измерив ее излучение в линии водорода и полную яркость, можно вычислить массу водорода, полную массу вещества и полное количество излучаемой галактикой энергии (ее светимость). Но именно расстояние и требовало уточнения: 8 или 64 Мпс? Аллен сумел ответить на этот вопрос. Для галактик определенного типа отношение таких величин, как масса водорода к полной массе вещества или полной массы вещества галактики к ее оптической светимости, имеет вполне определенные значения. А раз так, то, используя эти соотношения и измерив излучение галактики в линии водорода, можно оценить и расстояние до нее. Оно оказалось равным примерно 8 Мпс. Следовательно, NGC 7320 никак не связана с группой галактик, образующих квинтет, а вернее, квартал Стефана.

Американский астроном Р. Линдс также убедительно показал, что в квинтете Стефана нет пятой галактики. Он определял спектральным методом радиальные скорости удаления галактик, расположенных на небе вокруг гигантской спиральной галактики NGC 7331. Ее угловые размеры достигают 10 минут. В область неба, последующую Линдсом, попал и квинтет Стефана, находящийся на 0,5 южнее галактики NGC 7331. Линдс обнаружил, что радиальные скорости удаления NGC 7331 и NGC 7320 почти совпадают. И если вспомнить о слабом радиомоще, соединяющем обе га-



Участок неба, размером  $1^{\circ}3' \times 1^{\circ}3'$ , вокруг гигантской галактики NGC 7331. Числа возле галактик соответствуют их радиальной скорости удаления в километрах в секунду. Расстояние между NGC 7331 и ее спутниками NGC 7320 и NGC 7343 равно примерно 70 кпс

лактики, то безусловно можно согласиться с мнением Линдса, что галактика NGC 7320 — спутник галактики NGC 7331, хотя и удаляясь от нее почти на 70 кпс. У NGC 7331 есть еще один спутник — галактика NGC 7343. Их также разделяют примерно 70 кпс. Радиальная скорость удаления NGC 7343 равна примерно 1200 км/сек. Среди других галактик, расположенных вокруг NGC 7331, 18 имеют радиальные скорости разбегания, близкие к 7000 км/сек.

Итак, согласно Р. Линдсу, в области неба, где находится галактика NGC 7331, существуют две группы объектов: близкая (расстояние 8 Мпс), состоящая из трех членов —

NGC 7331, NGC 7320 и NGC 7343, и далекая (64 Мпс), в которую входит несколько десятков галактик, в том числе и квартал Стефана.

Случайно ли такое наложение групп галактик или, как думают Х. Арп и Е. Холмберг, галактики, удаляющиеся от нас с большими скоростями, выброшены из ядра гигантской звездной системы NGC 7331 — покажут дальнейшие исследования. Бесспорно, на наш взгляд, одно: квинтет Стефана в действительности оказался кварталом. И можно больше не сомневаться в гравитационной устойчивости этого образования.

Б. В. КОМБЕРГ

# Астрономия в Монголии

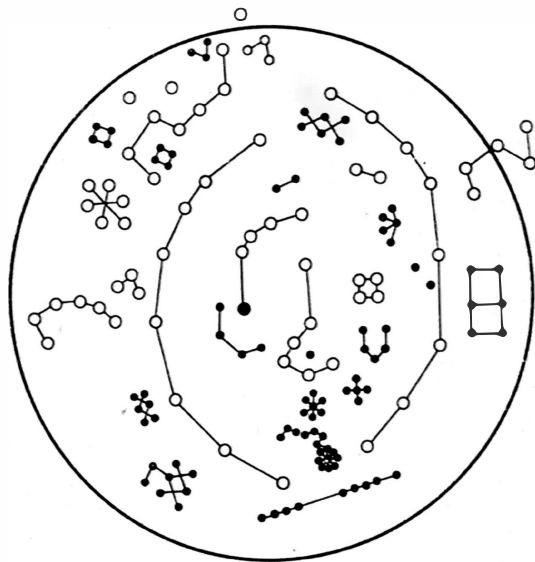
В ДРЕВНОСТИ... Старинные летописи содержат упоминания об уровне астрономических знаний в древнем монгольском государстве. Европейские историки еще в XIII в. со слов легендарного путешественника Марко Поло, прожившего 17 лет при дворе одного из прямых наследников Чингисхана — Хубилая, знали о развитии наук в Монголии. Хубилайхан слыл покровителем искусств и наук. Особое предпочтение он отдавал астрономии. Созданные во времена Хубилая громадные астрономические инструменты, представлявшие собой истинные произведения искусства, частично сохранились и до наших дней. К памятникам древней астрономии относится и обсерватория в Пекине, бывшем одно время резиденцией Хубилайхана.

Монгольские астрономы определяли высоту Солнца над горизонтом и получили величину угла наклона эклиптики к небесному экватору, лишь на 1',5 отличающуюся от современного значения. Многочисленные рукописные книги (ксилографы) астрономического содержания XI и более поздних веков, а также звездные атласы, выполненные на шелке, хранятся в Государственной библиотеке Улан-Батора.

С распространением в Монголии ламазма наука оказалась в руках служителей культа. В монгольских монастырях наряду с философией, медициной и мистико-магическими дисциплинами изучались астрономия и астрология, составлялись календари и гороскопы.

С 1027 г. и до недавнего прошлого летосчисление в Монголии проводилось по лунному календарю, известному своей сложностью. Календарь состоял из 60-летних циклов. Каждый большой цикл подраз-

*Карта околополярных созвездий, составленная монгольскими астрономами. Опубликована в 1712 г. в «Сочинениях о координатах». Созвездие, соответствующее Большой Медведице, носит название «Семь старцев». Другие созвездия не совпадают по очертаниям с европейскими*



делялся на пять 12-летних малых циклов. Каждый год внутри малого цикла имел название. Первый был годом мыши, второй — коровы, третий — тигра, четвертый — зайца, пятый — дракона, шестой — змеи, седьмой — лошади, восьмой — овцы, девятый — обезьяны, десятый — курицы, одиннадцатый — собаки, двенадцатый — свиньи. Календарь играл заметную роль в повседневном быту монголов. Хотя течению времени и не придавалось особого значения (родившиеся в пределах одного малого цикла считались сверстниками), символу того или иного года уделялось большое внимание. Например, заключение брака было возможно лишь в том случае, если жених родился в год более «мужской» по символу, чем невеста. В противном случае главенствующее мужское начало считалось утраченным, а будущий союз — неблагоприятным.

Не менее важным было в то вре-

мя и определение сроков наступления праздников. Монгольский Новый год — Цаган-Сар в соответствии с лунным летосчислением отмечался в начале февраля. Традиция этого веселого и доброго праздника жива до сих пор.

Помимо проблем летосчисления древняя астрономия решала задачу ориентирования жилищ и храмов по странам света. Согласно религиозной традиции, северная сторона всякой постройки — от храма до юрты скотовода-кочевника, была вместилищем алтаря. И правитель государства и простой арат, находясь под кровом храма или жилища, должны были садиться лицом к югу, чтобы не осквернить алтарь видом подошв своей обуви. Вход постройки всегда ориентировался на юг. Конечно, наибольшая точность ориентирования по странам света требовалась при строительстве капитальных сооружений: храмов, монастырей, дворцов.

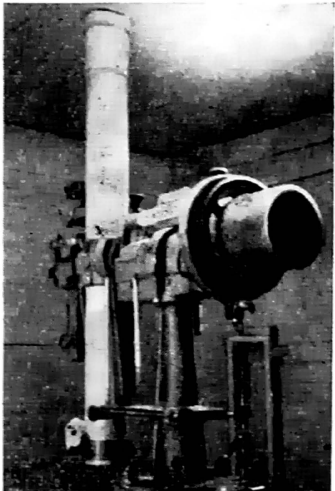
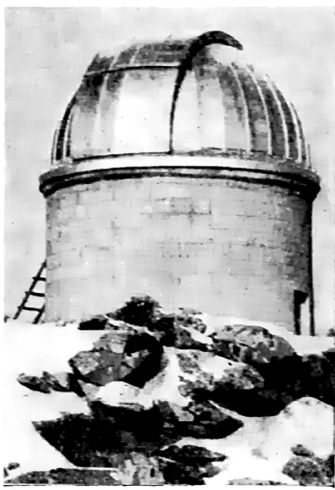
... И СЕГОДНЯ. Вплоть до начала нашего столетия астрономические знания оставались на том же уровне, что и в древности. В 1921 г. в первый год после народной революции, был создан Комитет наук, преобразованный впоследствии в Академию наук Монгольской Народной Республики. И только после ликвидации неграмотности в Монголии начали развиваться науки.

Около десяти лет назад в живописной местности Хурэл-Тогоот («Бронзовый котел») под Улан-Батором была основана астрономическая обсерватория. На высоте 1750 м над уровнем моря возведены научный и жилой корпусы, павильоны для астрономических инструментов, технические и хозяйственные постройки. Прозрачность и сухость воздуха, преобладание безветренной погоды — все это благоприятствует астрономическим наблюдениям. Правда, большинство ясных ночей (в году их бывает около 200) приходится на осень и зиму. А зима здесь суровая, и работать на открытом воздухе трудно: застывает смазка в инструментах.

Обсерватория Хурэл-Тогоот — один из секторов Института физики и математики Академии наук Монгольской Народной Республики. Исследования, проводимые в обсерватории, охватывают актуальные разделы современной астрономии.

Астрофизики Хурэл-Тогоота ведут службу Солнца. Они регулярно наблюдают светило на внезатменном коронографе — самом крупном инструменте, установленном на обсерватории.

Астрометрические работы выполняются по программе Службы широты и Службы времени. На зенит-телескопе начаты широтные наблюдения, охватывающие три нутационных периода. Точность определения широты, достигаемая в Хурэл-Тогооте, характеризуется средней квадратической ошибкой  $\pm 0'',190$ . Сухость воздуха в течение почти всех сезонов года особенно благоприятна для астрономических наблюдений еще и потому, что сохраняются в хорошем состоянии и долго служат нити микрометров.



Обсерватория Хурэл-Тогоот. Сверху вниз: главное здание обсерватории; башня внезатменного коронографа; зенит-телескоп фирмы К. Цейсса

На обсерватории установлены кварцевые часы, имеющие точность хода до 0,0002 секунды. Сигналы времени принимаются от станций Москвы, Иркутска, Новосибирска, Токио и других городов. Сейчас сотрудники Службы времени тщательно исследуют кварцевые часы обсерватории, после чего они собираются наладить собственную подачу сигналов времени.

Уже четыре года при обсерватории работает метеорологическая станция. Ее сотрудники занимаются изучением рефракции, прозрачности атмосферы, ореолов и т. п. Параллельные наблюдения астрономами и метеорологами за рефракцией позволяют существенно повысить точность астрономических измерений.

Ряд геофизических исследований проводится на сейсмической и магнитной станциях, также находящихся в ведении обсерватории Хурэл-Тогоот.

Наиболее молодая и современная отрасль науки — космические исследования — начала развиваться в Монгольской Народной Республике еще в 1958 г. Большую помощь в организации станции наблюдения искусственных спутников Земли оказал Астрономический совет АН СССР. На инструментах, изготовленных в СССР, ведутся визуальные наблюдения и фотографирование спутников.

В штате обсерватории около 30 научных сотрудников и технического персонала. Руководит обсерваторией кандидат физико-математических наук Басанжав — выпускник Государственного университета в Улан-Баторе и специалист по широтным наблюдениям. Большинство научных сотрудников обсерватории также окончили университет в Улан-Баторе. Работает на обсерватории и выпускник Ленинградского университета — астрофизик Цовоохуу. Сейчас в Советском Союзе учатся еще несколько студентов, которые в недалеком будущем пополнят ряды исследователей в обсерватории Хурэл-Тогоот.

Фото автора

В. В. ШЕВЧЕНКО  
кандидат физико-математических наук



## Юбилейный съезд ВАГО



У съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества был посвящен 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. Это нашло отражение в программе съезда и в выборе места проведения съезда. Съезд состоялся в Казани (23—28 ноября 1970 г.). С Казанью, с Казанской гимназией и Казанским университетом связаны страницы биографий многих писателей, ученых, деятелей культуры — Г. Р. Державина, С. Т. Аксакова, Н. И. Лобачевского, А. М. Бутлерова, Н. Н. Зинина, И. М. Симонова, В. М. Бехтерева, В. М. Лесгафта, А. В. Вишневого, Л. Н. Толстого, А. М. Горь-

кого, Ф. И. Шляпина. Осенью 1887 г. студентом Казанского университета стал Владимир Ульянов, а 5 декабря 1887 г. он уже был арестован и как один из организаторов студенческих волнений исключен из университета и выслан из Казани. Вернувшись в Казань из ссылки (октябрь 1888 г.), Ленин до переезда в Самару (1889 г.) продолжал работать в марксистском кружке Н. Е. Федосеева.

В актовом зале Казанского государственного университета имени В. И. Ульянова-Ленина, где происходило большинство заседаний съезда





Президиум съезда ВАГО

Фото А. Н. Подъяпольского

да, собралось свыше 300 делегатов и гостей. В «предактовом» помещении разместилась выставка работ членов ВАГО. Среди присутствовавших на съезде — известные астрономы и геодезисты, любители астрономии, умудренные долголетним опытом деятельности в ВАГО, молодые и даже юные любители астрономии. Старейшие участники съезда приблизились или уже отметили свое 80-летие, а самые юные — раз в пять моложе, им еще только предстоит впервые держать экзамены в восьмилетней школе... Участие в работе съезда молодежи — хороший признак, показывающий, что растет смена ветеранов ВАГО. Важно только, чтобы смена была хорошей, чтобы ее энергия расходовалась на пользу развития ВАГО, на пользу науки, а для этого, очевидно, придется больше уделять внимания воспитанию молодежи, ее идейной закалке, повышению ее научного уровня.

Программа съезда ВАГО была исключительно насыщенной: пленарные заседания, заседания секций, экскурсии (ознакомление с многочисленными достопримечательностями Казани, поездка в Энгельгардтовскую обсерваторию и т. д.). Цель данной статьи, представляющей заметки участника съезда, познакомить читателей с вопросами, обсуждавшимися на съезде ВАГО, имея в виду,

что наиболее интересные научные доклады будут опубликованы в последующих номерах «Земли и Вселенной».

#### ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

На шести пленарных заседаниях были заслушаны доклады, посвященные 100-летию со дня рождения В. И. Ленина, отчетные доклады о деятельности ВАГО за истекшие пять лет, научные доклады по астрономии и геодезии и, наконец, организационные вопросы: выборы почетных членов ВАГО, присуждение поощрительных премий ВАГО, выборы Центрального совета (ЦС) и Центральной ревизионной комиссии ВАГО (ЦРК).

С большим вниманием делегаты и гости прослушали яркие приветственные речи, произнесенные академиком Б. М. Кедровым, ректором Казанского государственного университета профессором М. Т. Нужиным и заведующим отделом науки Татарского областного комитета КПСС М. Х. Хасановым. На первом же пленарном заседании съезда академик Б. М. Кедров сделал доклад «Ленин и революция в естествознании», профессор Р. И. Нафиков — «Казанский период в жизни и деятельности В. И. Ленина», профессор В. В. Радзиевский — «Диссертация

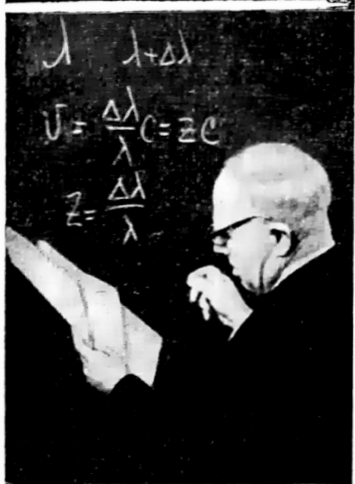
И. Н. Ульянова, выполненная в Казанском университете».

Анализ научной и организационной работы ВАГО за пять лет содержится в докладе президента ВАГО Д. Я. Мартынова. Профессор Д. Я. Мартынов подчеркнул, что истекшее пятилетие было насыщено важными политическими событиями в жизни нашей страны и братских социалистических стран. Эти события, а также выдающиеся достижения СССР в освоении космического пространства нашли широкий отклик во всем мире.

Президент ВАГО кратко охарактеризовал работу всех секций ВАГО (организационной, астрономической, геодезической, учебно-методической, массовой, юношеской и редакционно-издательской)\*.

За отчетный период число отделений ВАГО возросло с 44 до 55, число действительных членов с 3464 до 5638, число членов-коллективов со 113 до 197. Развивались международные связи общества: переписка и обмен методическими материалами и изданиями; встречи с любителями астрономии Болгарии, ГДР, Чехословакии, Польши, Румынии, Венгрии, Югославии, Голландии, ФРГ,

\* Полный текст «Отчета о работе ВАГО за 1966—1970 гг.» опубликован в «Циркуляре ВАГО», № 19, 1970 г.



На трибуне съезда (сверху вниз): академик Б. М. Кедров, профессор А. А. Нефедьев, профессор Д. Я. Мартынов, профессор В. Д. Большаков  
Фото И. И. Неяченко

Японии и других стран. ВАГО сыграло положительную роль в разрешении вопроса об упорядочении оплаты труда сотрудникам университетских обсерваторий; в созыве I Всесоюзного совещания по геодезическо-маркшейдерским работам в строительстве; в развитии научно-любительских астрономических наблюдений и, в частности, массовых наблюдений метеоров, серебристых сбляков, солнечных затмений (1966 и 1968 гг.); в разработке новой программы по астрономии для средней школы; в организации и успешном проведении I Всесоюзной конференции юных любителей астрономии; в борьбе со всякого рода антинаучными сенсациями, время от времени находящими себе приют на страницах некоторых газет, журналов, книг. Возросло внимание к работе общества со стороны Академии наук СССР (деятельность ВАГО обсуждалась на бюро Отделения общей и прикладной физики АН СССР и получила положительную оценку; увеличена материальная помощь обществу; созданы и выпускаются издательством «Наука» журналы «Астрономический вестник» и «Земля и Вселенная»; в этом же издательстве выходят в свет брошюры и книги членов ВАГО).

Оживилась работа отделений ВАГО. Наиболее успешно работали Ашхабадское, Горьковское, Казанское, Киевское, Крымское, Латвийское, Ленинградское, Московское, Одесское, Рязанское, Свердловское, Ярославское и ряд других отделений. Так, за истекшие пять лет Крымское отделение ВАГО организовало и провело с помощью Крымского областного отдела народного образования 14 метеорных экспедиций, в которых участвовало около 500 наблюдателей. Во время этих экспедиций удалось собрать обширный наблюдательный материал (свыше 50 000 наблюдений метеоров, что значительно превосходит материал, собранный за предыдущие 10 лет).

Отчетный доклад Д. Я. Мартынова дополнили казначей ЦС ВАГО Н. А. Поляков и председатель ЦРК ВАГО К. Н. Шистовский. Выступившие в

прениях делегаты и гости съезда положительно оценили основные направления деятельности ВАГО за истекший период, высказали критические замечания в адрес ЦС ВАГО и немало пожеланий о дальнейшем улучшении работы общества.

Из научных докладов, прочитанных на пленарных заседаниях съезда, особый интерес вызвали доклады профессора Д. Я. Мартынова «Астрономия в середине XX столетия», профессора В. Д. Большакова «Проблемы и методы картографирования Луны», профессора А. А. Нефедьева «Развитие астрономии в Казанском университете». Мы не останавливаемся на изложении этих докладов только потому, что статья А. А. Нефедьева на эту же тему опубликована в «Земле и Вселенной» (№ 2, 1970), а доклады Д. Я. Мартынова и В. Д. Большакова будут опубликованы в ближайших номерах журнала.

V съезд ВАГО избрал новый состав ЦС ВАГО (56 человек) и ЦРК (9 человек). Отличительная особенность новых руководящих органов ВАГО — избрание в них на паритетных началах астрономов и геодезистов. На I пленуме ЦС ВАГО, состоявшемся сразу после окончания работы съезда, был избран президиум ЦС ВАГО, в который вошли 8 астрономов и 8 геодезистов. Президентом ВАГО вновь единогласно выбран заслуженный деятель науки РСФСР, доктор физико-математических наук, профессор Д. Я. Мартынов. Вице-президентами стали член-корреспондент АН СССР В. В. Федьинский, член-корреспондент АН СССР О. А. Мельников, профессор В. В. Радзиевский, профессор Л. С. Хренов, инженер Е. В. Громов.

Значительно пополнился список почетных членов ВАГО. Среди вновь избранных почетных членов С. Г. Судаков, члены-корреспонденты АН СССР В. В. Федьинский, О. А. Мельников, Э. Р. Мустель, член-корреспондент АН УССР В. П. Цесевич, академик АН УзССР В. П. Щеглов, академик АН ГрузССР Е. К. Харадзе, профессора Д. Я. Мартынов, А. А. Изотов, Л. А. Демин, М. С. Навашин, К. Ф. Огородников, К. Л. Про-





На трибуне съезда (сверху вниз): профессор Л. С. Хренов, кандидат физико-математических наук О. Б. Длу-  
жневская, инженер А. С. Земцев, кандидат физико-математических наук В. Ф. Соловьев

Фото И. И. Неяченко

воров, Н. К. Мигаль, кандидат физико-математических наук К. Н. Шитовский и летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза А. А. Леонов. Съезд избрал 8 иностранных почетных членов ВАГО: астронома, члена-корреспондента Академии наук Болгарии профессора Н. Бонева; чехословацкого астронома, геодезиста и геофизика, профессора Э. Бухара; французского астронома, профессора О. Дольфюса; действительного члена Королевского астрономического общества, известного английского популяризатора астрономии и астроном-наблюдателя П. Мура; болгарского геодезиста, инженера и профессора В. Пеевски; польского астронома, профессора Е. Рыбку; президента Чехословацкого астрономического общества, доктора Б. Штернберка. Почетным членом ВАГО посмертно избран известный голландский астрофизик, профессор М. Миннарт (1893—1970), прекрасный популяризатор науки, человек, много сделавший для развития астрономического образования.

Съезд одобрил решение экспертной комиссии (председатель профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов) и Пленума ЦС ВАГО о присуждении поощрительных премий ВАГО за 1970-й год. Первая премия присуждена любителям астрономии из Крымского отделения ВАГО — В. Г. Выборному, В. В. Арсентьеву, Н. Е. Турчанинову за создание фотоэлектрического метеорного патруля, спектрального метеорного патруля и 267-миллиметрового рефлектора. С новыми инструментами уже выполнен ряд наблюдений. Третью премию получила В. Д. Безуглова (Крымское отделение ВАГО) за серию работ по визуальным наблюдениям Юпитера. Вторая премия осталась неприсужденной.

#### РАБОТА СЕКЦИЙ

Хотя многие доклады, сделанные на астрономической секции (председатель профессор В. В. Радзиевский), представляют интерес для читателей «Земли и Вселенной», здесь мы вынуждены ограничиться лишь перечислением их тем: «Новейшие иссле-

дования Луны» — кандидат физико-математических наук Е. Л. Рускол, «Задачи наблюдений покрытий звезд Луной» — профессор А. А. Нефедьев и М. И. Шпекин, «О моментах инерции Луны» — профессор Д. В. Загребин, «Исследование метеорной материи» — член-корреспондент АН СССР В. В. Федынский, «Кометы последнего времени и проблемы солнечной системы» — профессор С. К. Всехсвятский, «Некоторые переменные проблемы изучения переменных звезд» — профессор В. П. Цесевич, «Взаимодействие звезд с межзвездной средой» — профессор В. В. Радзиевский, «Эволюция дозвездного вещества и проблемы гравитации» — профессор К. П. Станюкович, «Новые представления о пекулярных и взаимодействующих галактиках» — кандидат физико-математических наук А. В. Засов.

Из докладов, прочитанных на заседаниях геодезической секции (председатель профессор В. Д. Большаков), хотелось бы отметить доклад профессора Л. С. Хренова о подготовке инженеров-геодезистов в Венгрии\*, доклады кандидата технических наук А. З. Сазонова о точности измерений в астрономо-геодезической сети СССР и инженера Г. Д. Сатина о фототеодолитной съемке, применяемой для составления топографических планов масштаба 1 : 10 000—1 : 500.

Учебно-методическая секция (председатель профессор Р. В. Куницкий, заместитель председателя доцент А. Б. Маринбах) на своем заседании обсуждала вопросы преподавания астрономии в средней и высшей школе. В докладе автора этой статьи была обоснована актуальность дальнейшего совершенствования астрономии как самостоятельного учебного предмета в общеобразовательной средней школе, сформулированы основные направления научно-исследовательской работы в области методики преподавания астрономии, отмечена назревшая необходимость создания научной школы советских

\* На пленарном заседании съезда Л. С. Хренов сделал доклад на тему «Научно-техническая программа и пути развития инженерной геодезии».



Член-корреспондент АН УССР  
В. П. Цесевиц с дипломом почетного  
члена ВАГО

Фото И. И. Неяченко

методистов, занимающихся разработкой проблем астрономического образования. Доцент В. И. Курюшев рассказал о роли астрономических наблюдений в процессе формирования диалектико-материалистических убеждений учащихся. Доцент А. Д. Марленский и Э. Ф. Бражникова посвятили свой доклад современному состоянию и перспективам снабжения школ учебно-наглядными пособиями по астрономии. Доцент Е. А. Корякина сообщила о созданном ею фотографическом атласе звездного неба. На совместном заседании учебно-методической и массовой секций было заслушано два доклада: доцент А. Б. Маринбах — «Организация системы рецензирования массовых лекций» и К. А. Порцевский — «О методике подготовки и проведения в планетариях циклов учебных лекций в помощь школе».

Среди докладов, обсужденных на заседании массовой секции (председатель К. А. Порцевский), отметим доклады: кандидата физико-математических наук К. Н. Шистовского о научно-популяризаторской и массовой работе в системе ВАГО, кандидата физико-математических наук В. А. Бронштана и архитектора И. М. Безчастнова о развитии сети народных обсерваторий в СССР. К. А. Порцевский посвятил свое выступление проблеме строительства планетариев в СССР. М. М. Шемякин рассказал о советском любительском телескопостроении. И. А. Стамейкина сообщила об опыте организации вечеров эс-

тественно-научной пропаганды. В. И. Прянишников сделал доклад на тему «Уголок занимательной науки в школе и массовой аудитории».

Основным на заседании юношеской секции был доклад председателя секции Б. Г. Пшеничника «Система работы с юными астрономами и перспективы ее развития в СССР». Докладчик предложил уделить особое внимание расширению сети юношеских и детских астрономических коллективов, существующих на базе различных внешкольных учреждений. Опыт создания и многолетней работы хорошо оснащенной астрофизической лаборатории для школьников при московском Дворце пионеров свидетельствует о том, что настало время резко повысить научный и научно-методический уровень работы детских коллективов, что ее содержание можно привести в соответствие с современной астрофизикой, а формы и методы — в соответствие с современной педагогикой. Кандидат физико-математических наук В. Ф. Чистяков рассказал о возможностях научно-любительских наблюдений Солнца. С. Б. Новиков сообщил о тех астроклиматических наблюдениях, которые могут успешно выполнять юношеские коллективы любителей астрономии.

#### ВАГО В ПРЕДСТОЯЩЕМ ПЯТИЛЕТИИ

Какие задачи предстоит решить Всесоюзному астрономо-геодезиче-

скому обществу в 1971—1975 гг.? На этот вопрос отвечают два важных документа, принятых V съездом ВАГО — «Перспективный план ВАГО на 1971—1975 гг.» и «Резолюция V съезда ВАГО». Намечается увеличить численный состав общества и еще более активизировать его деятельность.

Астрономическая секция планирует наблюдать Марс в период великого противостояния (1971 г.); выполнять фотометрические наблюдения Луны во время полных затмений (прежде всего 6 августа 1971 г.); проводить регулярные наблюдения Солнца, метеоров и болидов, ярких комет, серебристых облаков, переменных звезд, покрытий звезд и планет Луной; участвовать в теоретических исследованиях в различных областях астрономии, астрофизики, истории астрономии; принять активное участие в юбилейных мероприятиях, посвященных 400-летию со дня рождения Кеплера (1971 г.) и 500-летию со дня рождения Коперника (1973 г.). Дальнейшее развитие в ближайшие пять лет получит любительское телескопостроение. Успешная работа астрономической секции немислима без теснейшего контакта ВАГО с Астрономическим советом Академии наук СССР и ведущими советскими обсерваториями. Поэтому не случайно в принятых съездом документах уделяется большое место вопросу дальнейшего укрепления связи ВАГО с профессиональными астрономическими учреждениями.



Президент ВАГО  
профессор Д. Я.  
Маргънов вручает  
диплом почетного  
члена ВАГО члену-  
корреспонденту  
АН СССР В. В.  
Федынскому

Фото  
И. И. Неяченко

Геодезическая секция считает необходимым реализовать рекомендации I Всесоюзного научно-технического совещания по геодезическо-маркшейдерским работам в строительстве, а также намечает проведение второго совещания. Геодезическая общественность нашей страны собирается и впредь ставить перед Госстроем СССР и другими организациями производственные вопросы, решение которых позволит ускорить темпы научно-технического прогресса. Научные исследования планируется проводить в области космической геодезии, аэрофотогеодезии, стереофотограмметрии, инженерной геодезии и т. д. Геодезисты намерены уделить большое внимание проблемам расширения и совершенствования геодезического образования (не только в высшей, но и в средней школе), а также популяризации достижений современной геодезической науки (выступления с лекциями и докладами, издание популярных книг и брошюр, публикация научно-популярных статей по геодезии в газетах и журналах).

Массовая секция, стремясь улучшить свою работу, планирует осуществлять в разнообразных формах пропаганду достижений советской науки в области астрономии и космонавтики не от случая к случаю, а систематически, организованно и на высоком научно-идейном уровне. Для этого нужно укрепить и расширить связи ВАГО с Всесоюзным обществом «Знание», Министерством культуры СССР и ВЦСПС. При содействии этих организаций ВАГО надеется добиться решения очень важного вопроса, касающегося строительства сети планетариев и народных обсерваторий в нашей стране. Большую помощь народным обсерваториям могут оказать любители

телескопостроения: лучшие из их телескопов не должны лежать без дела, эти инструменты могут оказать неоценимую услугу не только в работе среди населения, но и в научно-любительских наблюдениях членов ВАГО, а также в учебной работе со школьниками.

Учебно-методической секции предстоит продолжить свою деятельность, направленную на улучшение состояния преподавания астрономии в высшей и средней школе. Съезд ВАГО постановил обратиться в директивные органы с просьбой о принятии самых решительных мер к улучшению астрономического образования в СССР. В «Резолюции» четко обозначен тот круг вопросов, которые в общественном порядке могут быть решены силами учебно-методических секций ЦС ВАГО и отделений ВАГО (составление программ по основным и факультативным курсам; активное участие в создании, рецензировании и обсуждении учебников, методических руководств и учебного оборудования; проведение семинаров, лекций и консультаций для учителей астрономии; проверка состояния преподавания астрономии; организация и проведение астрономических олимпиад). Однако ВАГО, являясь общественной организацией, не может принимать на себя ответственность за ту работу, которую обязаны выполнять Министерство просвещения СССР, Академия педагогических наук СССР, институты усовершенствования учителей и т. д. Именно эти ведомства и учреждения должны, наконец, прислушавшись к рекомендациям астрономической общественности, обеспечить необходимый контроль за состоянием преподавания астрономии и научно-методическое руководство процессом обучения, объявить кон-

курс на учебник по астрономии, учредить журнал «Астрономия в школе», обеспечить педагогические институты квалифицированными кадрами преподавателей, ввести хотя бы в ряде педагогических институтов специальности «физика-астрономия» и «математика-астрономия». Совместная работа органов народного образования и ВАГО может уже в ближайшие годы дать плодотворные результаты.

Юношеская секция намерена организовать координированную работу многочисленных коллективов юных астрономов. Для этого планируется не только оживить деятельность юношеских секций отделений ВАГО, но и совместно с Министерством просвещения СССР, ВЦСПС, ЦК ВЛКСМ, ВДНХ и другими организациями регулярно проводить конференции и слеты юных любителей астрономии, очные и заочные олимпиады и викторины, привлекать юных астрономов к научно-любительской работе (различные виды астрономических наблюдений, обработка наблюдений). Намечено добиться создания Центральной юношеской астрономической обсерватории и использовать в качестве организационно-методических центров по работе с юными любителями астрономии детские обсерватории в Симферополе, Новосибирске, Уфе, Алма-Ате.

В предстоящем пятилетии будет продолжаться своя работа редакционно-издательская секция, которая намечает подготовить к печати и выпустить в свет более 30 книг и брошюр членов ВАГО.

Таковы планы. Они намечены V съездом ВАГО. Их выполнение во многом зависит от активности вновь избранного Центрального совета ВАГО и Президиума ЦС ВАГО.

Е. П. ЛЕВИТАН  
кандидат педагогических наук

## У истоков практической космонавтики

Выдающийся ученый и инженер Фридрих Артурович Цандер внес существенный вклад в становление космонавтики. Разработке научного наследия и развитию его идей были посвящены первые Чтения, состоявшиеся в мае 1970 г. в Риге. Кроме латвийских ученых в Чтениях приняли участие более ста научных работников, прибывших из Москвы, Ленинграда, Калуги и других городов нашей страны. Чтения проходили на пленарных заседаниях и в четырех секциях: «Исследование научного творчества Ф. А. Цандера», «Системы жизнеобеспечения и астроботаника», «Теория и конструкция двигателей», «Астродинамика».

Ученые, выступившие на открытии Чтений с приветствиями и пожеланиями успешной работы, единодушно подчеркнули большое значение идей и разработок Ф. А. Цандера в развитии космонавтики.

Фридрих Артурович Цандер родился 23 августа (11 августа по старому стилю) 1887 г. в семье доктора медицины. Рижский период жизни Ф. А. Цандера (1887—1915 гг.), исследованию которого был посвящен доклад Я. П. Страдыня, имел большое значение для формирования его и как молодого исследователя, и как прогрессивно настроенного человека. В Риге Фридрих Артурович родился, там он провел детство и юность, там получил образование, там же возникли его первые идеи и проекты межпланетных полетов. Стец юного Фридриха интересовалась астрономией и зарождавшейся тогда авиацией, он собрал большую библиотеку, зачитывался научной фантастикой. Ко всем своим начинаниям привлекал и сына. Вот как об этом вспоминает Фридрих Артурович: «Рассказы про полеты О. Лиллентала в Германии и пушечные отход высоко воздушные змеи возбудили во мне рано вопрос о том, нельзя ли будет мне самому добиваться перелета на другие планеты. Эта мысль меня больше не оставляла».

В Рижском реальном училище Фридрих Цандер впервые узнает о знаменитой работе К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами», написанной в 1903 г.

В последующие годы Ф. А. Цандер учится в Высшем техническом училище в Данциге и Рижском политехническом институте, который он с отличием оканчивает в 1914 г. В этом же году он поступает на завод резиновых изделий «Проводник», намереваясь «изучать качества резины, которая должна играть большую роль при изготовлении воздухопроницае-



*Ф. А. Цандер в 1913 г.*

мых одежд и т. п., необходимых для межпланетных путешествий предметов», и с 1915 г. постоянно живет и работает в Москве.

Первые научные изыскания Ф. А. Цандера в области межпланетных полетов относятся к 1907—1908 гг. Его внимание привлекают вопросы конструкции космического корабля, выбор движущей силы, способы очистки атмосферы на корабле и ряд других. В 1909 г.

он впервые высказывает мысль о том, что в качестве горючего целесообразно использовать элементы конструкции межпланетного корабля. В 1900—1911 гг. он производит ряд вычислений, относящихся к определению «работы для подъема на большие высоты», «реактивного двигателя» и некоторые другие, а с 1917 г. приступает к систематическим углубленным исследованиям межпланетных сообщений.

Разработка научного наследия крупного ученого, каким был Ф. А. Цандер,— сложный и ответственный процесс. Здесь и трудности, связанные непосредственно с анализом документальных материалов, которых, как показала Л. Г. Самохвалова, в архиве Академии наук СССР содержится около 700. Но объемность документального материала — это не единственная трудность. Значительная часть работ Ф. А. Цандера находится в стенографической записи (около 160). Для усвоения письма примерно с 1907—1908 гг. Ф. А. Цандер пользуется немецкой системой стенографии Габельсбергера. Ныне эта система практически забыта. Поэтому особый интерес проявили участники Чтенный к докладу Ю. В. Клычкова, сообщившего предварительные результаты расшифровки стенографических записей Ф. А. Цандера и о переводе этих расшифровок с немецкого языка на русский.

Но, естественно, самая сложная и самая ответственная задача разработки научного наследия Ф. А. Цандера, на наш взгляд — воссоздание той части единого исторического процесса развития космонавтики, которая гармонично включает в себя и результаты деятельности Ф. А. Цандера и, собственно, процесс получения этих результатов. Подобный комплексный подход позволит объективно показать роль Ф. А. Цандера в науке и значение его деятельности для развития ракетно-космической техники. Нельзя понять глубину и смелость научных достижений ученого и изобретателя, не учитывая его умения преодолевать трудности, его целеустремленности, колоссальной работоспособности и тщательности в проведении исследований.

Пока не представляется возможным полностью решить эту задачу. В настоящее время усилия исследователей сосредоточены, главным образом, на изучении отдельных работ и некоторых сторон деятельности Ф. А. Цандера, а также на дальнейшем развитии его идей.

Для творчества Ф. А. Цандера характерен самостоятельный и оригинальный подход и последовательность в решении разнообразных проблем космонавтики, способность находить оптимальные (при существовавших тогда условиях) решения. Творческому стилю Цандера присущи и громадная работа по изучению литературы, и проработка многочисленных вариантов одного решения, и отсутствие спешных выводов. Достаточно вспомнить проект межпланетного корабля — аэроплана Цандера. О новизне, оригинальности и некоторых особенностях этого корабля рассказали Т. М. Мелькумов, И. А. Меркулов, Ю. В. Би-

рюков и другие. Впервые в печати сведения об аэроплане Цандера появились в 1924 г. в первой научной публикации Фридриха Артуровича по проблемам космонавтики. Статья называлась «Перелеты на другие планеты». Проект межпланетного корабля удивительно органично включал ряд оригинальных представлений автора, например, идею использования аэродинамического качества при подъеме и спуске в атмосфере. Тщательно исследуя преимущества, которые открывает реализация его проекта, Ф. А. Цандер считал необходимым одновременно использовать «огромный опытный материал, накопленный авиацией». Все это иллюстрирует высокий уровень постановки исследовательской задачи, умение Ф. А. Цандера решать проблему в самых разных аспектах: и в чисто теоретическом, и в конструктивном, и даже в производственном и технико-экономическом. Насколько глубоко и тщательно рассматривался экономический аспект разработки ракетно-космической техники в трудах Ф. А. Цандера, было сообщено в докладе О. А. Яранцева и Э. Б. Деруновой.

В научной деятельности Фридриха Артуровича можно, хотя и условно, выделить три основных направления: первое — теоретические вопросы астронавтики; второе — создание основ теории расчета и конструкции космических летательных аппаратов и реактивных двигателей; третье — исследования, связанные с разработкой отдельных систем космических кораблей, в частности, по созданию систем жизнеобеспечения.

Названные направления и были в центре внимания прошедших Чтенный. Оценивая деятельность Ф. А. Цандера, необходимо иметь в виду, что он только подходил к инженерному решению проблем ракетно-космической техники. Поэтому логично оценивать не столько результат, сколько оптимальность постановки задачи, так как последующее развитие космонавтики, естественно, не могло не внести корректив в прогнозы и предложения Цандера.

Рассматривая теоретические проблемы астронавтики, Ф. А. Цандер еще в 1908 г. исследовал, например, условия перемещения в пространстве с минимальной затратой работы и в наиболее короткое время. В последующие годы он неоднократно возвращался к проблемам астронавтики. К середине 20-х годов Ф. А. Цандер уже довольно подробно исследовал вопросы, представляющие большой научный интерес и сейчас. Это — движение космического корабля в гравитационном поле Солнца, планет и их спутников, расчет траекторий и продолжительности полетов при различных условиях и некоторые другие.

Отыскивая оптимальные траектории полета, Ф. А. Цандер рассматривал, как можно уменьшить расход рабочего тела, если использовать сложную структуру гравитационного поля планет и их спутников. Эту идею Цандера с современной точки зрения анализировали в своем докладе М. Е. Гиверц и Х. М. Раскин.



В 1924 г. в журнале «Техника и жизнь» № 13 была опубликована первая работа Ф. А. Цандера по проблемам ракетно-космической техники, «Перелеты на другие планеты». Статья подводила итог многолетних исследований ученого

Исключительно плодотворным оказалось предположение Цандера об использовании атмосферы планет при посадке космического корабля. Прошло немногим более сорока лет и мысль воплотилась в реальность. Один из вариантов решения этого вопроса в современных условиях был представлен П. Е. Эльясбергом и Н. А. Эйсмонтом. В. Л. Калачев посвятил доклад другому аспекту этой задачи — исследованию геометрических видов трасс искусственных спутников.

Комплексно и последовательно разрабатывая проблемы космонавтики, Ф. А. Цандер, естественно, не мог оставить в стороне проблему обеспечения жизнедеятельности и безопасности человека в космосе. Ф. А. Цандер называет 1915-й год как дату своих экспериментов над «оранжереей авиационной легкости». Стремление решить задачу «О возможности жить неограниченное время герметически закрыто, получая извне лишь энергию» привело Ф. А. Цандера к необходимости разработать систему жизнеобеспечения межпланетного корабля. Система была основана на использовании процессов циркуляции веществ в замкнутом объеме жилых отсеков путем переработки продуктов жизнедеятельности человека. И если сам принцип биологического круговорота веществ для обеспечения жизнедеятельности экипажей космических кораблей был предложен К. Э. Циолковским, то углубленный теоретический подход и первые попытки экспе-

риментальной проверки этого принципа были выполнены Ф. А. Цандером. В своей «оранжерее» он провел успешные опыты по выращиванию гороха, капусты и других овощей на искусственных заменителях почвы, используя для их питания продукты жизнедеятельности человека. Постоянно совершенствуя свои эксперименты, Ф. А. Цандер пришел фактически к разработке метода аэрономики, который считается весьма перспективным даже с современной точки зрения.

Исключительно большое внимание уделял Ф. А. Цандер вопросам регенерации атмосферы космических кораблей и защиты космических объектов от неблагоприятного воздействия космического пространства. Доклады, прочитанные на секции «Системы жизнеобеспечения и астроботаника», касались идей Ф. А. Цандера и их развития в области биоастронавтики.

Начиная с 20-х годов, Ф. А. Цандер наряду с исследованием проблем межпланетных сообщений все большее внимание начинает уделять разработке теории и расчета двигателей для межпланетных путешествий. Он предлагает схему и конструкцию двигателя внутреннего сгорания, который не нуждается в атмосферном воздухе; выполняет ряд теоретических расчетов эффективности ракетных двигателей различных схем; пишет несколько работ по вопросам конструирования двигателей.

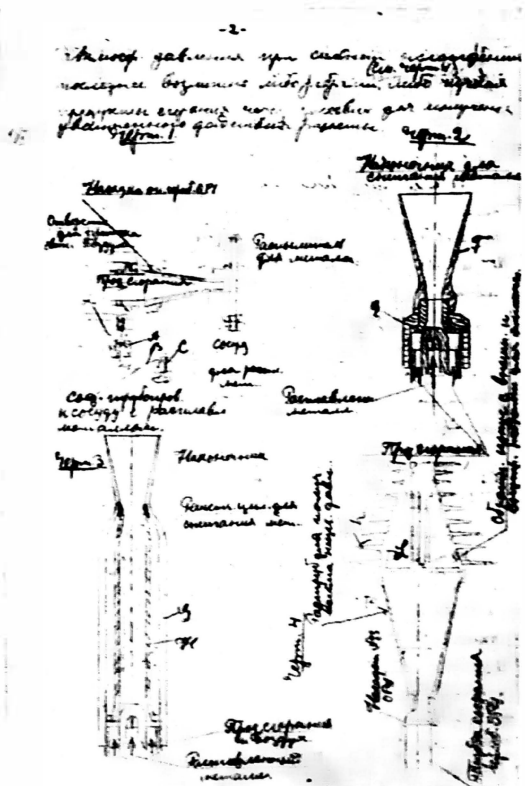
Но пожалуй, самая плодотворная идея Ф. А. Цандера в области ракетных двигателей — использование атмосферного воздуха как окислителя в двигательных установках для существенного улучшения их экономичности в сравнении с чисто ракетными системами.

Предложение Ф. А. Цандера об использовании энергетических ресурсов атмосферы во время космических полетов и соответствующие научно-технические проблемы рассматривались практически во всех докладах, касающихся научного наследия и развития идей Ф. А. Цандера в области теории и конструкции двигателей.

Ф. А. Цандер, целиком посвятив себя решению проблем межпланетных полетов, не мог не предвидеть, что химические и даже более эффективные, с

его точки зрения, металлические виды топлива не могут решить проблему сверхдальних космических полетов. Поэтому нельзя считать случайной его попытку кардинально решить вопрос о применении других видов энергии. В статье «Перелеты на другие планеты» он писал: «...в межпланетном пространстве при его огромных расстояниях и полной возможности применения малых толкающих сил гораздо лучше воспользоваться даровым световым давлением...» Следует заметить, что подобные схемы, известные под названием «солнечный парус», рассматриваются в настоящее время как вполне осуществимые.

В поисках новых видов энергии, Ф. А. Цандер мечтал «О достижении других солнечных систем внутриватомной энергией или в специальности энерги-



Еще в 1909 г. Ф. А. Цандер высказал «мысль о желательности использования всей массы ракеты в качестве горючего» и позднее неоднократно возвращался к ней. На эскизах Цандера можно видеть элементы конструктивной разработки этого предложения

Много сил отдал Ф. А. Цандер проектированию и постройке реактивных двигателей, использующих атмосферный воздух. Здесь приведен конструктивный узел воздушно-реактивного двигателя



*Ф. А. Цандер в 1922 г.*

ей разложения радия», предполагая возможность полета со скоростью, близкой к скорости света.

С 1928 г. Ф. А. Цандер приступает к практическому осуществлению своих замыслов в области ракетной техники. Он начал с проектирования своего первого реактивного двигателя ОР-1, который был построен в 1929—1932 гг. В качестве горючего в ОР-1 использовался жидкий бензин, а в качестве окислителя — газобразный воздух.

В 1932—1933 гг. под руководством Ф. А. Цандера разрабатывается жидкостный ракетный двигатель ОР-2, предназначенный для пилотируемых реактивных летательных аппаратов.

Ф. А. Цандер прекрасно понимал масштабность поставленных им проблем. Он знал, что решение этих проблем под силу лишь большим коллективам исследователей. Поэтому еще с 1923—1924 гг. Ф. А. Цандер, желая как можно шире популяризировать идеи межпланетных полетов и привлечь как можно больше энтузиастов, ведет большую пропагандистскую работу. Он выступает с лекциями на авиазаводе имени Фрунзе, в Московском обществе любителей астрономии, в Ленинграде, Харькове и других местах. В 1930—1931 гг. Ф. А. Цандер занят педагогической и научной работой в Московском авиационном институте, а с 1932 г. работает в Группе по изучению реактивного движения. В том же году выходит его первая книга «Проблема полета при помощи реактивных аппаратов». В докладах И. Н. Тарасенко и В. М. Комарова показано, насколько многогранной и

насыщенной была научно-организационная и общественная деятельность Ф. А. Цандера. Преждевременная смерть Фридриха Артуровича Цандера (а умер он 28 марта 1933 г. в Кисловодске) не позволила завершить многое из его замечательных начинаний. Энтузиасты ракетной техники, соратники Фридриха Артуровича, в том числе К. Э. Циолковский, С. П. Королев, Ю. А. Победоносцев, так отмечали его заслуги в создании одной из ведущих ракетных организаций: «Последний год своей жизни Фридрих Артурович целиком отдал практической работе по созданию реактивных двигателей. Он принял деятельное и непосредственное участие в организации центральной группы изучения реактивного движения ЦС Осоавиахима СССР (ЦГИРД)».

Мы чтим память Ф. А. Цандера как крупнейшего теоретика проблемы реактивного движения, как ученого, создавшего школу в области теории и конструирования реактивных двигателей на основе своих работ.

Закончившиеся Чтения, естественно, не могли осветить все проблемы богатого научного наследия одного из основоположников ракетно-космической науки и техники. Однако широкий обмен мнениями и строгий научный подход позволили более глубоко и объективно оценить вклад, внесенный Ф. А. Цандером в развитие космонавтики. Результаты научных дискуссий на Чтениях — новые перспективы для дальнейшей работы.

**Ю. С. ВСРОНКОВ**  
кандидат технических наук





## Электрические поля в магнитосфере Земли

В последнее время внимание многих космофизиков привлечено к проблеме изучения электрических полей в магнитосфере Земли. Многочисленные исследования распределения потоков заряженных частиц в магнитных полях, проведенные на искусственных спутниках Земли, позволили получить представление о структуре околоземного космического пространства и накопить данные о происходящих в нем физических процессах.

При обтекании земного магнитного диполя солнечным ветром образуется полость, называемая магнитосферой Земли. По своей конфигурации она напоминает комету с магнитным хвостом, вытянутым в сторону от Солнца. В центре ее «головы» находится Земля. Радиус «головы» составляет приблизительно 100 000 км (10—14 радиусов Земли), а длина хвоста — миллионы километров. Перед магнитосферой образуется стоячая ударная волна. От границы магнитосферы — магнитопаузы — ее разделяют приблизительно 20 000 км.

Толщина магнитопаузы, которая как бы служит разделом нагретого на ударной волне потока солнечного ветра и магнитосферы, весьма мала и до недавнего времени считалась «непроницаемой» для частиц солнечного ветра.

Характеристики набегающего потока плазмы, его скорость, плотность, температура, относительный состав частиц в нем, величина и направление магнитного поля в плазме подвержены постоянным изменениям, что в свою очередь приводит к изменению размеров магнитосферы и по-

явлению в ней различного рода возмущений.

Конфигурация магнитных полей в магнитосфере изучена довольно подробно. Внутренняя область, простирающаяся от Земли на 4 земных радиуса, относительно стабильна и заполнена энергичными заряженными частицами, которые составляют радиационный пояс Земли. Частицы получили ускорение во время диффузии из внешних областей магнитосферы. Движение частиц здесь контролируется в основном градиентом магнитного поля. Самые внешние магнитные оболочки, конфигурация которых деформирована потоком солнечного ветра, периодически заполняются интенсивными потоками заряженных частиц небольших энергий. Происхождение этих частиц не вполне установлено: либо они приходят из солнечного ветра, проникая прямо через магнитопаузу, либо из плазменного слоя магнитного хвоста Земли. Магнитный хвост состоит из двух трубок магнитных силовых линий противоположного знака. Это как бы продолжение силовых линий, которые выходят из примыкающих к магнитным полюсам областей Земли. Плотная плазма, постепенно накапливающаяся в хвосте и на внешних оболочках собственно магнитосферы, видимо, и служит источником основных возмущений в околоземном космическом пространстве.

Несколько лет назад известный американский геофизик Мак-Илвейн высказал предположение, что магнитные бури и полярные сияния происходят в результате развития неустойчивостей во внешних обла-

стях магнитосферы, когда плотность постепенно накапливающейся перегретой плазмы становится сравнимой с плотностью энергии магнитного поля. Основные энергетические процессы в магнитосфере Земли определяются движением частиц малых энергий. В свою очередь, это движение контролируется не только конфигурацией магнитного поля, но должно в большей мере определяться напряженностью электрического поля в магнитосфере Земли. Существование электрического поля в околоземном космосе стало очевидным уже при анализе магнитных возмущений на поверхности Земли, интерпретируемых как следствие токов, текущих в ионосфере Земли на высотах 100—150 км.

Если проводимость плазмы вдоль магнитных силовых линий, которые соединяют ионосферу и магнитосферу, достаточно велика, то следует признать необходимость существования электрических полей в магнитосфере. Анализ различных геофизических явлений, наблюдаемых на поверхности Земли, позволял оценить величину поля в  $1 \div 10$  в/км. Аналогичный вывод следует из анализа некоторых аномалий распределения энергичных заряженных частиц в магнитосфере Земли, полученных по измерениям советских и американских искусственных спутников Земли еще в 1962—1965 гг.

Непосредственное измерение электрического поля указанной величины провести довольно трудно. В последние годы для измерений применяется метод инъекции светящихся плазменных облаков. Суть метода заключается в наблюдении дрейфа



*Искусственное плазменное облако, выпущенное в ионосфере над Кируной (Швеция) 23 октября 1967 г. Свечение, видимое на фоне сумеречного неба, обусловлено рассеянием солнечного излучения бариевыми ионами. Неоднородности в облаке вытянуты вдоль магнитных силовых линий. Следы звезд также вытянуты из-за суточного вращения Земли за время экспозиции. Эксперимент проведен сотрудниками Института внеземной физики в Мюнхене. Снимок любезно предоставлен автору Т. Херенделем*

облака в скрещенных электрических и магнитных полях. Применение метода ограничено, поскольку измерение электрического поля производится лишь вдоль дрейфовой траектории облака, а техника инжекции и оптических наблюдений лимитирует область постановки эксперимента в основном областью солнечной полутени (сумерек). Тем не менее метод

позволил получить надежные, хотя и неполные данные об электрических полях. Сейчас ежегодно выпускаются не менее нескольких десятков плазменных облаков.

Метод непосредственного измерения электрического поля на космических аппаратах еще недостаточно освоен и совершенствуется во многих странах.

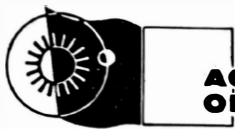
Весьма мощным средством изучения электрических полей остается анализ тонких характеристик распределения заряженных частиц в магнитосфере. На очередном Международном симпозиуме по солнечно-земной физике, происходившем в мае 1970 г. в Ленинграде, были доложены работы, выявившие новые данные об электрических полях в магнитосфере.

Группа профессора К. Мак-Илвейна провела измерения потоков заряженных частиц на стационарном спутнике, обращающемся по круговой орбите с радиусом в 6,6 раза больше радиуса Земли.

Остроумный анализ данных наблюдений позволил обнаружить многокомпонентную структуру плазмы на внешних оболочках магнитосферы и по измерениям характера энергетических спектров сделать заключение о характере дрейфа многих облаков плазмы в магнитосфере Земли. Хотя измерения проведены одним спутником и не дают точных количественных оценок, результаты работы продемонстрировали влияние электрического поля на движение плазмы в магнитосфере. Очевидно, необходимо изменить многие упрощенные представления об этой области пространства.

Интересны исследования быстрых изменений энергетических спектров заряженных частиц в высоких широтах, выполненные на ракетах группой профессора Ф. Камбу из Тулузского центра по исследованию космических лучей. Сотруднику этого центра А. Рему удалось оценить разность потенциалов вдоль магнитной силовой линии в 1—2 мкс между источником частиц и точкой наблюдения, а также определить ориентировочно расстояние до слоя перепада потенциала (несколько сот километров над ракетой). Полученный результат важен для изучения электрических токов вдоль силовых линий магнитного поля Земли, возможность существования которых признается сейчас многими исследователями.

**О. Л. ВАЙСБЕРГ**  
кандидат физико-математических наук



## Как улучшить преподавание астрономии в педагогических институтах?

Проблемы улучшения преподавания астрономии в педагогических вузах страны остаются острыми и актуальными уже в течение многих лет. Как ни парадоксально, но в наше время бурного освоения космоса им уделяется недостаточно внимания. В частности, мало изучен вопрос о состоянии преподавания астрономии в педагогических вузах и фактически совсем не изучены возможности участия вузов в научных астрономических исследованиях.

Мы попытались выяснить, как ведется преподавание астрономии в педагогических институтах. С этой целью мы около двух лет назад разослали анкеты во все 180 институтов, где изучается астрономия. Ответы пришли из 100 педагогических институтов.

Первый вопрос анкеты — «При какой кафедре ведется преподавание астрономии?». Самое поразительное в ответах, которые мы получили, — разнообразие кафедр, где преподается астрономия. Хотя астрономия, казалось бы, должна изучаться на физико-математических кафедрах, она курируется кафедрами географии и даже... электротехники. Это вызвано, по-видимому, недостатком квалифицированных преподавателей астрономии, вследствие чего лекции по астрономии служат дополнительной нагрузкой преподавателям другого профиля.

Такой вывод подтверждают ответы на второй вопрос анкеты: «Каков состав преподавателей астрономии

по образованию и квалификации?». Оказывается, только 15% преподавателей астрономии — квалифицированные специалисты в этой области, 19% — преподаватели высшей квалификации, но... не астрономы, а подавляющее большинство (66%) преподавателей астрономии не имеют специальной астрономической подготовки.

Правда, многие преподаватели астрономии педагогических вузов занимаются на курсах повышения квалификации, например при Московском государственном университете. Это, конечно, некоторый вклад в решение проблемы улучшения преподавания астрономии, но отнюдь не ее решение.

Несомненно, на качестве преподавания астрономии в педагогических институтах сказывается крайне скудная наблюдательная база для лабораторных и практических занятий, а также для научных исследований. Как следует из ответов на вопросы анкеты «Есть ли в институте астрономическая площадка?» и «Есть ли в институте кабинет астрономии?», в 43% педагогических институтов астрономической площадки нет и наблюдения проводятся во дворе (?!), а кабинетами астрономии располагают только 54% институтов.

Можно ли подготовить квалифицированного учителя астрономии в институте, где нет даже образцового кабинета по школьной астрономии? Отметим также, что (по неполным

сведениям) среди лаборантского состава кабинетов астрономии специалистов-астрономов нет.

Астрономическое оборудование педагогических институтов, согласно анкете, чрезвычайно разнообразно. В 30 институтах есть телескопы АВР-3 (или аналогичные им), причем в четырех они еще не установлены (негде!). Итак, 26 действующих телескопов приходится на 100 институтов. Правда, многие институты имеют в достаточном количестве школьные телескопы-рефракторы, но в отдельных институтах, как например в Гурьевском, нет даже и таких инструментов. Некоторые институты (но их очень мало, всего 15%) располагают специализированным астрофизическим оборудованием. Пять педагогических вузов пользуются оборудованием университетских обсерваторий. Значительное большинство (72%) преподавателей астрономии имеют возможность использовать оборудование физических или фотолабораторий.

На вопрос анкеты «Занимаются ли преподаватели астрономии (и могут ли заниматься) научной работой?», 13 преподавателей ответили, что они ведут научную работу, 55 преподавателей написали, что могут проводить (но не проводят) работу методического характера или простые наблюдения, а 27 преподавателей, по их словам, не имеют условий для научной работы.

Не претендуя в настоящей статье на полноту анализа преподавания

астрономии в педагогических институтах и на выяснение всех путей его улучшения, попытаемся тем не менее сформулировать основные проблемы, которые стоят перед астрономическими отделениями институтов.

На наш взгляд, таких проблем три. Первая — привлечение к преподаванию астрономии квалифицированных кадров. Вторая — обеспечение институтов необходимым астрономическим оборудованием. Третья — организация научной работы по астрономии силами преподавателей институтов. (Мы намеренно не касаемся учебных планов и программ по астрономии, поскольку этими вопросами достаточно много занимаются специальные методические комиссии.)

Министерства просвещения, по существу, не интересуются комплектованием педагогических институтов специалистами-астрономами. Так могло случиться лишь потому, что сами институты, не имеющие преподавателей астрономии высокой квалификации, не ставят перед своими министерствами вопрос о направлении к ним молодых специалистов. Это отражается и на общем плане подготовки астрономов в университетах.

Между тем, повышение квалификации молодых специалистов-астрономов, направленных на работу в педагогические вузы, может проходить скорее и с меньшими затратами, нежели повышение квалификации преподавателей без астрономического образования.

Переходим к обсуждению второй проблемы. Ректораты большинства институтов положительно относятся к приобретению астрономического оборудования. Они хотят иметь в своих астрономических кабинетах планетарии, различные телескопы, хронометры, секстанты, спектрографы, микрофотометры, фотоэлектрические астрофотометры и многое другое. Но беда в том, что астрономические инструменты, нужные как педагогическим институтам, так и народным обсерваториям, никто не изготавливает. Например, в каталоге-прейскуранте Учколлектора № 3

Министерства просвещения РСФСР почти нет астрономического оборудования.

Выход из создавшегося положения напрашивается сам: педагогические институты должны иметь рекомендации по комплектованию оборудования для кабинетов астрономии и учебных обсерваторий и полную информацию о порядке приобретения приборов. Такие рекомендации могут быть в кратчайший срок выработаны соответствующими методическими комиссиями Министерства просвещения СССР. Нам представляется, что рекомендации должны содержать два основных раздела: оборудование для занятий по учебным программам (включая наглядные пособия) и оборудование для научной работы. Каждый институт, руководствуясь своими финансовыми возможностями и выработанным направлением научной работы, составит список необходимого ему астрономического оборудования.

Министерство просвещения, рассмотрев эти списки, вероятно, сможет дать централизованный заказ предприятию-изготовителю. И тогда в ближайшие годы удастся хотя бы частично утолить голод педагогических институтов в астрономических приборах.

Теперь остановимся на проблеме организации научной работы по астрономии в педагогических вузах. Как показала анкета, преподаватели астрономии (доктора и кандидаты наук — астрономы) ведут научные исследования по актуальной тематике, преподаватели же, не имеющие специальной подготовки (а таких большинство), научной работы по астрономии, за редким исключением, не ведут. В чем же дело? Оказывается, они хорошо понимают, что для квалифицированной научной работы нужна астрономическая подготовка и (или) дорогостоящие астрономические инструменты. В то же время они не представляют, какал научная работа по астрономии (будь то методическая или просто наблюдательная) им по силам. Другими словами, 55% преподавателей попросту не знают, какими научными исследованиями они могли бы заняться.

Мы не будем рассказывать о всех направлениях научных исследований или работах в области методики преподавания астрономии, которые могут проводиться в педагогических институтах. Настоятельно рекомендуем преподавателям астрономии наблюдать переменные звезды. Фотографические и визуальные наблюдения этих объектов не требуют крупных телескопов, просты по своей сути и могут даже проводиться не специалистами-астрономами. Визуально наблюдать переменные звезды с успехом можно и в школьные рефракторы.

Наиболее эффективно участвовать в наблюдениях переменных звезд могут те педагогические институты, где создана фотографическая служба неба\*. Пока что она охватывает 40 институтов. В ближайшее время все эти станции начнут работу по единой программе.

Мы считаем, что для координации научных исследований в педагогических институтах страны целесообразно в Министерстве просвещения СССР иметь специальную штатную должность научного сотрудника. Такой сотрудник (один на 180 вузов) мог бы также выяснять возможности и потребности институтов в астрономическом оборудовании.

В заключение хотелось бы упомянуть еще об одном желании, высказанном в нашей анкете почти всеми преподавателями, — нужны взаимные контакты преподавателей астрономии. Контакты могут быть самыми разнообразными: от совещаний до участия в работе методического журнала по астрономии, которого, правда, в СССР пока нет.

Мы надеемся, что своевременное решение поднятых нами вопросов будет способствовать повышению уровня преподавания астрономии и развертыванию научной работы в педагогических институтах.

В. П. ЦЕСЕВИЧ  
член-корреспондент АН УССР  
А. Б. ПАЛЕЙ  
старший преподаватель  
Ивановского педагогического института  
имени Д. А. Фурманова

\* А. Б. Пале́й. Фотографическая служба неба. «Вестник высшей школы», № 10, 1965 г. (Прим. ред.)



Журналист Александр Чернов рассказывает читателям о работах Лаборатории подводных исследований Ленинградского гидрометеорологического института. Это не первое его выступление в нашем журнале. А. Чернов — член комитета информации Федерации подводного спорта СССР. Он автор около 300 статей и корреспонденций, опубликованных в различных газетах и журналах. Их объединяет одна тема — подводные исследования. В книге А. Чернова «Гомо акватикус» (Издательство «Молодая гвардия») читатели могут вновь встретиться с героями «Садко».

## Быль о «Садко»

Подводные исследования окутаны дымкой романтичности, а сообщения о них, время от времени появляющиеся в прессе, читаются с неменьшим интересом, чем фантастические романы. И деятельность Лаборатории подводных исследований Ленинградского гидрометеорологического института, по выражению одного из акванавтов, не представляет исключения. Исследователи-подводники ЛГМИ в числе первых в нашей стране поставили на службу науке легководолазное снаряжение.

Три года ленинградцы работали на Каспии, на Нефтяных Камнях. Это исключительно интересное место для подводников-легководолазов. (Скафандровые водолазы здесь беспомощны). Акванавты исследовали подводные сооружения — опоры эстакад и буровых «островов», а также подводные устья скважин. Еще была командировка к берегам Дании, где затонул советский рыболовный траулер «Тужан» во время жестокого шторма на Северном море. Без помощи акванавтов было бы трудно обследовать это судно.

Помогали акванавты и гидростроителям. На этот раз далеко уезжать не пришлось, даже трамвай не потребовалось. Во время зимнего ледохода на Неве сильно пострадали сваи опор моста Александра Невского. На фотографиях, сделанных под водой, были отчетливо видны пробиты в теле свай, нанесенные ударами дрейфующих льдин. Что было делать: ремонтировать сваи или

взорвать, а на их место поставить новые? Скафандровые водолазы ничего сделать не смогли. Тогда по просьбе строителей под воду спустились акванавты.

Не забыть и археологической экспедиции на дно Сухумской бухты. Акванавты исследовали затопленные руины древнего города Диоскурии. И вот — первая экспедиция с участием подводного дома...

### «САДКО» — ГОСТЬ ПОДВОДНЫМ

Акванавты Ленинградского гидрометеорологического института нарекли своего первенца «Садко». Он необычен по конструкции — круглая стальная «голова» диаметром в три метра. Тесноватое, но для двух человек места хватает. Внизу маленькая прихожая. На стальной подставке аварийный запас воздуха — три 40-литровых баллона. Электроэнергия, сжатый воздух и пресная вода — все это подается с берега.

Первое погружение «Садко» состоялось в 1966 г. и прошло вполне успешно. От дома к мертвому якорю тянется трос. Если его стравить, «Садко» всплывет. При обратном ходе лебедки дом медленно погружается: это свойство выгодно отличает «Садко» от других подводных домов.

Погружение «Садко» ограничили двенадцатью метрами. А потом, то поднимали его до глубины 10 м, то вновь опускали на 30—40 м. Первыми обитателями стали два кролика и собака. Два дня они пробыли под

водой, а следующие сутки — в барокамере.

Наступила очередь акванавтов. В подводном доме побывали восемь экипажей. Каждый провел там по шесть часов. Из подводного дома акванавты уходили на глубину до 45 м.

Злой 1966—67 г. акванавты, подгвавливаясь к очередной экспедиции на юг, провели исследования на Голубых озерах под Ленинградом. Что и говорить, работать с акванавтом в таких условиях нелегко. Но ведь и в теплых, южных морях на большой глубине вода холодна, как лед.

## ГНЕВ И МИЛОСТЬ ЦАРЯ МОРСКОГО

Погружение «Садко-2» в Сухумской бухте стало настоящим праздником. По старинной морской традиции о стены подводного дома — теперь он уже имел два сферических этажа — разлили бутылку с шампанским... Настроение у всех радостное, приподнятое. Да и денек выдался замечательный — погожий, солнечный.

Первая стоянка — на одиннадцати метрах. Обжив подводный дом, акванавты запросились на глубину двадцать пять метров. На такой глубине в нашей стране никто еще раньше не жил.

В состав экипажа «Садко-2» вошли инженер Вениамин Мерлин и океанолог Николай Немцев. Их дублерами были акванавты Владимир Бурнашев и Валентин Беззаботнов.

Любопытными оказались наблюдения за слоем скачка в море. Этот слой еще называют термоклином, так как здесь резко меняется температура, соленость и плотность воды. Его хорошо чувствует пловец, когда он попадает в холодную воду, словно в колодец. Термоклин можно и увидеть: обычно в нем оседают планктон, медузы, отмершие водоросли.

Акванавты применили красящие индикаторы. Краситель в термоклине делал зримой всю динамику слоя. Наблюдалась удивительная явления: в слое толщиной всего полтора метра — на его верхней и нижней границах — вода текла в противоположных направлениях.

В своем доме акванавты не почувствовали сильнейший шторм. Мерлин и Немцев даже не проснулись. Морская буря, не причинившая жителям глубин никакого вреда, не пощадилась, однако, лагерь на берегу, который буквально валил на воздух...

— Видно не зря называли наш дом именем новгородского гостя, — шутили акванавты.

Владыка морской не изменил своего доброго расположения к «Садко» до самого конца эксперимента. Дом стоял так же прочно, и ни у кого не было сомнения в успешном окончании начатого дела.

К исходу седьмого дня была отдана команда приготовиться к декомпрессии. Таблицы были рассчитаны с большим запасом.

На десятые сутки Вениамин Мерлин и Николай Немцев, счастливые, поблудневшие, ступили на твердую землю.

## ОХОТНИКИ ЗА ГОЛОСАМИ

Хлопоты об аппаратуре, монтажные приготовления, то да се — все это отняло уйму времени. Новый подводный дом был готов только к осени 1969 г.

Подводный дом «Садко-3» трехэтажный. Первый этаж водолазный, второй и третий, защищенные обтекателем, — жилье. Капсулы, примкнувшие к нижнему отсеку, придают «Садко» внешнее сходство с ракетой.

Система коммуникаций подводного дома заметно упростилась. «Садко-3», снабженный балластными цистернами, всплывал и погружался, как подводная лодка. Первыми на дне бухты поселились Всеволод Джус — автор проекта «Садко-3» и

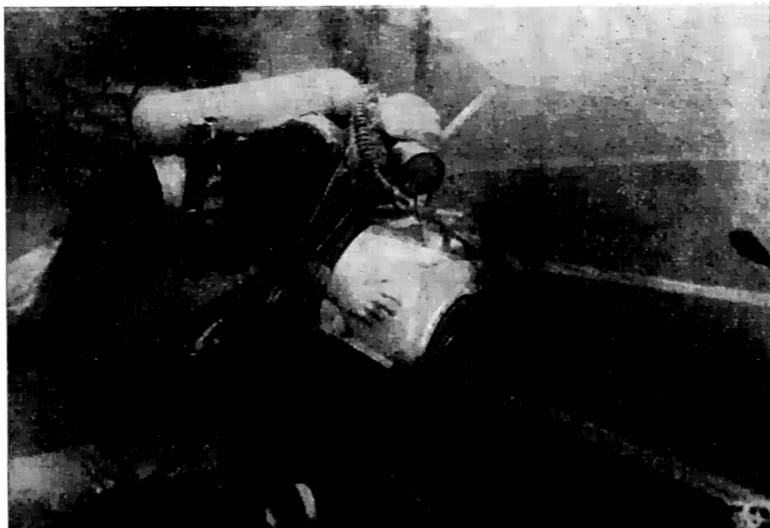
командир экипажа, Джон Румянцева и Александр Монкевич.

«Садко-3» обосновался на глубине двадцати пяти метров. Напомним, что глубина погружения подводных домов измеряется от Уровня «жидкой двери». Дом могли установить вдвое и втрое глубже, но акванавты не ставили перед собой цели рекордного погружения. Задача «Садко» ясна. Об этом и пойдет речь.

К исходу третьих суток под водой акванавты получили приказ перейти в водолазный колокол, находящийся неподалеку от подводного дома. Включается лебедка. Колокол поднимается на поверхность моря и стыкуется с береговой декомпрессионной камерой. Акванавты переходят в эту капсулу и находятся там до тех пор, пока азот, насытивший их мышцы, кровь и мозг, постепенно не выветрится.

Первая стадия эксперимента подошла к концу. Испытательный экипаж, опробовав все системы подводного дома, выполнил свой долг. В тот же день на смену ему опустились акванавты Анатолий Игнатьев — командир экипажа, Евгений Савченко и Валентин Беззаботнов. Одновременно в подводном доме появился еще один жилец — котенок Кессонка.

В научной программе «Садко-3» — исследования по биоакустике. Пред-



Внимание! Идет киносъемка

Фото В. Джуса

полагалось записать голоса морских рыб, особенно их сольные исполнения. Ведь запись биозвуков только тогда имеет большую ценность, когда знаешь их авторов. Но этого мало.

Известно, что по крайней мере половина всех морских рыб издает различные звуки: они свистят, трещат, щелкают, хрюкают, барабают и даже всхлипывают. Нестройный хор рыб-барабанщиков часто можно слышать по вечерам у кавказских берегов Черного моря. Беспокойно ведут себя горбыли: ворчат, вздыхают, скрипят, по-вороньи каркают. Негромко пощелкивают малыши — морские коньки, правда, не все, а лишь некоторые их виды. Куда разговорливее морские петухи: они свистят, гудят, лают, кудахтают, как наседки. Но что передают эти звуки? Чувство удовлетворения, когда найдена пища, сигнал привлечения к себе сородичей, выражение угрозы при виде соперника, тревожный зов или, может быть, семейную перебранку?..

Чтобы удобнее наблюдать за морскими рыбами, под водой построили специальный вольер (его объем несколько сот кубических метров). В вольере созданы условия, близкие к естественным, только лишь зыбкие капроновые стенки отделяют их от родной стихии.

Но кто же они, обитатели вольера? Десятка три ставрид, кефали,

несколько скатов, пара черноморских акул катрахов и другие рыбы. Акванавты не только пассивно наблюдали за рыбами, населяющими вольер, но и воздействовали на них различными искусственными раздражителями — механическими, звуковыми, световыми, химическими.

Изучение подводного разноголосья поможет узнать много нового о жизни морских рыб. «рассекретить патенты» живой природы, окажет неоценимую услугу инженерам — создателям электронной рыбопоисковой аппаратуры.

Когда «языки» рыб будут понят, рыболовецкие флотилии уже не станут гоняться за рыбными стаями. Они смогут приманивать их, воспроизводя записанные на пленку сигналы привлечения рыб и, особенно, призывы собираться в косяки. Такой аппаратурой можно будет быстро и безошибочно определять скорость и направление передвижения рыбных косяков, их объем, а также выявлять породу и количественный состав рыб.

#### ВИЗИТ НА ДНО БУХТЫ

В подводном доме под наблюдением сотрудников Института медико-биологических проблем акванавты пытались специальные продукты,

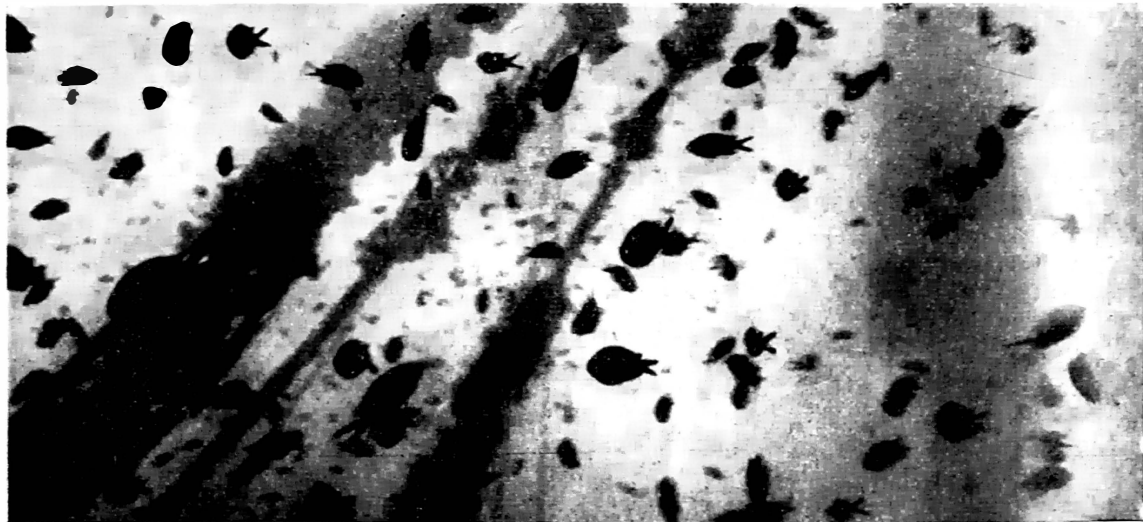
приготовленные по рецептам Всесоюзного научно-исследовательского института консервной овощесушильной промышленности. На девятые сутки подводной жизни «Садко» на носу второй визит акванавтам. Описав вираж вокруг подводного дома, в течение нескольких минут наблюдаю за пленниками, жгущими в вольере. Как видно, повесть дает о себе знать: на дне серебрятся несколько уснувших рыб.

Меня приглашают посетить подводный колокол. Подплываем к открытому люку. Просунув в него голову и сняв маску, вдыхаем несколько глотков воздуха. Затем опускаемся на самое дно, на 32-метровую глубину — к якорям, которые удерживают подводный дом. Несмотря на мутную воду, хорошо видно, на каком головокруглительном склоне обосновался «Садко».

На память о посещении подводного дома фотографируюсь с котенком Кессонкой. Тем временем с берега напоминают о том, что время нашего пребывания истекло, и мы, не мешкая, покидаем «Садко».

Из легочных автоматов за спиной с шумом вырываются пузыри отработавшего воздуха и, опережая нас, несутся к поверхности моря. По мере того как падает окружающее давление, они увеличиваются, напоминая опрокинутые вверх дном сверкающие чаши...

Вторник, 25 октября — последний



Стайки личинок около подводной лаборатории

день подводной вахты. Завершив намеченную программу исследований, акванавты не без грусти покидают свой дом. С ними и Кессонка, которая настолько привыкла к новым условиям жизни и к своему покровителю Беззаботову, что однажды, когда тот опустился в нижний отсек и надел акваланг, она преодолев вековую кошачью водобоязнь, отважно бросилась вслед за ним в открытый люк....

Эксперимент под водой закончен, но акванавтам, как прежде испытательному экипажу, еще предстоит провести немало времени в заточении.

А к вечеру на море разыгрался свирепый шторм. Его принес циклон, менее чем за сутки (быстрее курьерского поезда) примчавшийся сюда от границ Дании, где он зародился.

С невероятным грохотом обрушились на берег волны. Севернее Батуми косматые водяные валы громоздились на 9—10-метровую высоту!

Сквозь металлические стены декомпрессионной камеры хорошо было слышно, как беснуется шторм. Глухо отдавались удары приборов и доносились поскрипывание досчатых береговых построек.

Три дня даялась кутерьма на море. И вот снова тепло и солнечно, как будто ничего и не было.

30 октября срок пребывания в барокамере истек, и акванавты, отвыкшие от яркого дневного света, — среди тех, кто, не зная усталости, заботился о них.

Однако акванавты еще не раз навещали станцию под водой: из-за шторма дом сполз по склону на глубину 40 м. Он остался невредимым, но вольтер изрядно помяло, а все его обитатели разбежались кто куда.

Экспедиция подходит к концу. «Садко» уже на поверхности. «Чемоданное» настроение не покидает людей. Бережно упакованы бортовые журналы, фотографии и рулики с отснятой кинолентой. Акванавты возвращаются в Ленинград.

Весной 1970 г. мне довелось снова побывать в Сухумской бухте. У ширса института высплась необычная металлическая конструкция — новый вольтер со встроенным долозным колоколом. «Садко» же в этот раз останется на берегу.

Колокол — всего только времен-

ное убежище, акванавты заходят сюда лишь на несколько часов в сутки. Из колокола с его четырьмя полуметровыми иллюминаторами очень удобно вести кино съемку. На макушке колокола горит самолетная лампа-фара. Металлический протез ее можно повернуть и так и эдак, направив лучи в желаемом для съемки направлении.

Все остальные наблюдения за обитателями вольтера ведут приборы: гидрофоны, телекамеры, управляемые с берега.

Вольтер решил установить на глубине 12—15 м. (Приповерхностные, наиболее освещенные и прогретые солнцем слои воды благоприятны и для обитателей моря, и для акванавтов. Декомпрессии при возвращении с этих глубин либо вовсе не требуется, либо она непродолжительна и несложна). Вольтер снабжен балластными цистернами и парит в окружающих водах, удерживаемый на заданной глубине тросом, идущим к мертвому якорю. При сильном шторме, включив лебедку, акванавты подтягивают вольтер к дву, где уже не страшны никакие волны...

А. ЧЕРНОВ

## «Челленджер»

### (К СТОЛЕТИЮ ЭКСПЕДИЦИИ)

21 декабря 1872 г. из английской гавани Ширнесс вышло в море небольшое исследовательское судно «Челленджер». Этой экспедиции посвящен один из очерков книги «Исследователи моря», написанной Мюриэл Л. Гюберлет, которая в течение многих лет работала в Океанографической лаборатории во Фрайди-Харбор (США) и принимала участие в многочисленных экспедициях.

В 1871 г. известный шотландский натуралист Уайвилл Томсон получил от Королевского общества предложение возглавить экспедицию и совершить четырехлетнее кругосветное путешествие для изучения морских глубин. «Обойти вокруг света, побывать во всех местах, о которых

мечтал, увидеть новое, исследовать глубины океана. Что может быть чудеснее?» — спрашивал он себя.

Он хотел стать пионером в такой волнующей и совершенно новой области, как океанография, о которой заговорили теперь все ученые и не ученые. Однако Томсон не был уверен в своих силах. Ему было сорок лет. Здоровье неважное. Семья, ответственный пост в университете... С этим будет трудно расстаться. Однако ему так хотелось способствовать раскрытию тайн неведомых

морей... Не одну неделю он обдумывал полученное предложение. Наконец, согласился.

21 декабря 1872 г. Уайвилл Томсон, Джон Мёррей, Генри Ноттидж Мозли, Д. И. Бьюкенан, А. фон Виллемос-Зум, Д. Д. Уайд, Уильям Стерлинг и их помощники, а также 233 офицера и матроса выстроились на палубе «Челленджера». Утро выдалось холодное, дождливое. Каждый участник экспедиции был исполнен решимости довести до конца свою трудную миссию и узнать «все о

Отрывок из книги М. Гюберлет «Исследователи моря», подготовленной к печати Гидрометеорологическим издательством. Перевод с английского В. Я. Голанта.



море». Судно отвалило от причала. У многих уходивших в море повлажнели глаза и сдавило горло. Они долго махали платками оставшимся на пристани близким, с которыми расставались почти на четыре года.

Первые две недели плавания не принесли никаких результатов, но Томсон не давал себе поблажек. Он разработал для экспедиции более подробную программу работ, чем та, которая была получена от Королевского общества. Разве ему не было приказано узнать «все о море»? А это означало: изучить как биологические, так и физические особенности океанов; определить температуру воды на поверхности и в глубине; изучить течения, приливы и отливы; определить зависимость атмосферного давления от широты места, установить химический состав воды и, что важнее всего, собрать и классифицировать животных и растения во всех слоях океанической водной толщи.

На суше участникам экспедиции предстояло вести геологические исследования, изучать растения и животных, а также общественный строй, нравы и обычаи местного населения.

«Челленджер» должен был преодолеть большой и трудный путь. В программу работ экспедиции входило изучение океана в районе Португалии, Испании, Азорских островов и островов Зеленого мыса, в районе Мадейры, Вест-Индии, Бермудских островов, Южной Америки, Магелланова пролива, мыса Горн, Австралии, Новой Зеландии, Индийского океана, острова Новая Британия, Японии, «ледяного барьера, к которому надлежало подойти и возможно ближе», Алеутских островов, острова Ванкувер, Калифорнии. «Челленджеру» предстоял изгагообразный путь через Атлантику, Тихий, Индийский океаны и антарктические воды.

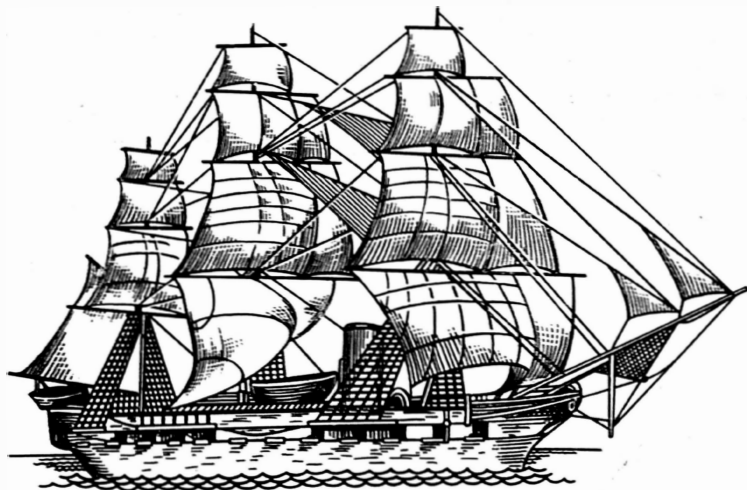
Голова шла кругом от одного знакомства с маршрутом и программой. Океаны обширны. Исследования оказались такими бесконечными и монотонными, а снаряжение столь примитивным, что нечего было и мечтать достигнуть всех поставленных целей. Даже и теперь, 100 лет спустя, океанографы, вооруженные самыми современными приборами и снаряжением, трудятся над составлением сводки о Мировом океане, а Уайвилл Томсон пытался

сделать это за четыре года. Тем не менее, хотя экспедиция и не выполняла своей программы, ее океанографические исследования поныне остаются образцом.

Бури преследовали «Челленджер». Люди пали духом, и Томсон решил предоставить им отдых в Лиссабоне, где природа вознаградила путешественников за прежние неудачи. За Лиссабоном исследователи опустились в море драги и с глубины 600 сажен \* подняли нежные кружевные горночарии. Широкие хрупкие веера, сидящие на тонкой осях, как на проволоке, опускали мягкий лиловатый свет.

Однажды вечером, выйдя из лаборатории на палубу, Томсон увидел, что поверхность моря сплошь покрыта, словно одеялом из блестящей чешуи, миллионами крохотных плавающих моллюсков, именуемых морскими бабочками (птероподами). Они сверкали в лунном свете. Когда морские бабочки движутся в воде, тела их ярко фосфоресцируют, испуская зеленый и синий свет. Томсон говорил потом, что это редкое и прекрасное зрелище.

На протяжении веков бесчисленное множество морских бабочек, умирая, опускалось на дно, образуя слой птероподового ила. Изучение морских бабочек привело Томсона и Мёррея к исследованию мягких глин, которые повсюду покрывают дно океана. В этом районе, на глубине 525 сажен, мешок драги наполнялся тем же материалом, какой доставлял на поверхность глубоководный лот. Этот материал из-за отсутствия лучшего термина Джон Мёррей называл илом. Всюду был ил и только ил. Мёррей часами просеивал его. Затем Мёррей и Томсон просиживали до поздней ночи, согнувшись над своими микроскопами. Они обнаружили, что слой, покрывающий дно, почти полностью состоит из скелетов малюсеньких животных, которые когда-то жили в поверхностных водах. Это подтвердило предположение о том, что слой образовывался на протяжении



Экспедиционное судно «Челленджер»

\* Морская сажень равна 1,83 м.  
(Прим. ред.)

весьма длительного времени: остатки микроскопических животных и растений падали на дно сквозь толщу вод глубиной порою в несколько миль\*. Больше всего распространены глобигериновый ил, состоящий из скелетов одноклеточных шаровидных организмов.

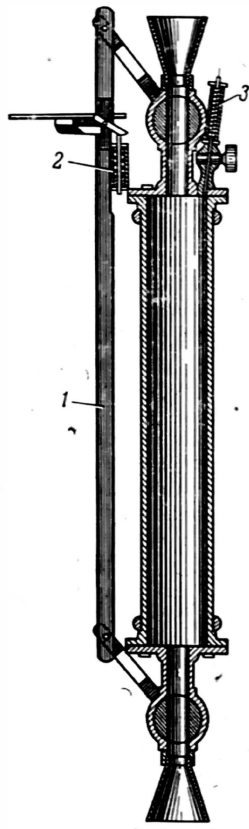
Томсон и Мёррей знали, что в минувшие геологические эпохи микроскопические растения и животные (ныне именуемые планктоном), из которых образуется ил, жили в поверхностных водах, точно пылинки во взвешенном состоянии. Хотя ко времени экспедиции на «Челленджере» о существовании планктона уже было известно, ученые уделяли так мало внимания его изучению, что даже слово «планктон» («то, что создано для скитаний») еще не вошло в обиход. Впервые его использовал в 1837 г. немецкий ученый Виктор Ганзен для обозначения всех живых существ, пассивно дрейфующих в поверхностных слоях моря.

Ученые на «Челленджере» поняли, что эти микроскопические существа служат пищей для морских животных. Поэтому на протяжении трех с половиной лет они собрали 4000 образцов планктона.

Мёррей полагал, что ил может рассказать многое и об истории жизни на нашей планете. Он попытался пробурить затвердевший слой осадочных отложений органического происхождения, но инструмент, которым он пользовался, углубился в дно только на два фута.

С тех пор как Томсон и Мёррей заинтересовались микроскопическим планктоном, изучение его приобрело все большее значение. Ныне это одна из важнейших задач морской биологии. Изобилие жизни в поверхностных водах рассматривается сейчас как первое звено в грандиозной пищевой цепи. Другими словами, планктон образует в океане пастбища лакомой пищи для многих морских животных — от самых больших до самых малых. Чудовища, вроде гренландского кита, так же как морские утки и мол-

\* Морская миля равна 1,85 км. (Прим. ред.)



Для отбора проб воды на «Челленджере» использовался батометр Бьюкенана. Медный цилиндр прибора закрывается кранами, которые соединены стержнем 1. К стержню прикреплена вращающаяся доска. При подъеме батометра доска принимает горизонтальное положение и, упирясь рычажком на пружину 2, опускает стержень 1. Краны оказываются закрытыми, а через предохранительный клапан 3 выливается избыток воды.

люски, питаются исключительно планктоном.

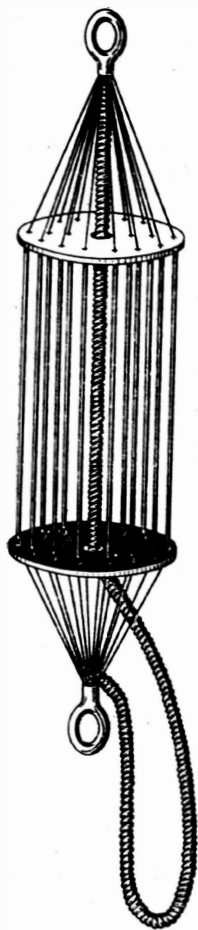
Для отлова более крупных обитателей морского дна Томсон применял драгу. На глубине 800—1000 сажен он обнаружил большое количество беспозвоночных. Нередко к драге прилипло снаружи больше морских звезд и ежей, крабов и губок, чем оказывалось внутри нее. Заметив это, он вспомнил о выдумке Карвера, капитана судна «Поркьюпан». Наблюдая, как матросы драят палубу, Карвер подумал: «А почему бы не использовать эти швабры для ловли животных? Надо привязать их к драгам». Сначала матросы удивлялись: для чего псадобились их швабры? Но, узнав, охотно пожертвовали ими ради прогресса науки.

Томсон снабдил драги «Челленджера» швабрами из канатов, которые захватывали все, что попадалось им на пути и могло сдвинуться с места. Они чистили дно океана так же основательно, как матросы палубу.

Драгирование было делом долгим и хлопотным. Чтобы получить образец донных пород с глубины 2000 сажен, нужно было потратить целый день. Только на то, чтобы драга достигла дна, уходило полтора часа. А чтобы протаскать ее по дну, требовалось еще несколько часов. В конце дня в течение трех или четырех часов трос, к которому прикреплялась драга, выбирали, укладывая на барабан. Нередко драга оказывалась настолько перегруженной образцами, что трос обрывался и драга со всем содержимым пропадала.

А в это время фпзпки и химики измеряли температуру водной толщи, вычисляли скорость течений, определяли химический состав морской воды и проводили другие исследования. Это называлось «выполнить станцию».

Уже на первой стадии исследования Томсон установил, что нет таких глубин, где можно было бы исключить возможность жизни. Он полагал, однако, что на больших глубинах живых существ не так много, как в поверхностных слоях, и что они там меньше размером и не



Во время спуска и подъема приборов случаются обрывы тросов. Чтобы предупредить возможный обрыв, следует смягчить рыбки, которые происходят при качке судна, при соприкосновении троса с неровностями дна. На «Челленджере» применялся так называемый аккумулятор, состоящий из двух дисков, соединенных между собой резиновыми шнурами

столь красочны. Однако факты опровергли это предположение: морские огурцы и креветки сохраняли свои нормальные размеры и цвет даже на глубине 3000 сажен, а с глубины 1500 сажен драга доставила прекрасную розовую губку, похожую на вазу из тонкого стекла. Узкая у основания, она постепенно расширялась и заканчивалась круглым отверстием со сложной оторочкой по краям. Вазу закрывала кружевная крышка. Даже венецианский стеклодув не смог бы создать более чудесного произведения искусства.

Как это ни странно, между Мадейрой и Бермудами море было почти пустынным. День проходил за днем, а участники экспедиции не видели ни одного живого существа — ни акул, ни дельфинов, ни черепах. Однако в районе Азорских островов появились летучие рыбы, мимо корабля проплывали дрейфующие водоросли (саргассум). Томсон, разумеется, слышал о них и с нетерпением стремился увидеть живое опровержение теории о том, что водоросли должны быть прикреплены к неподвижному предмету. В сотнях миль от суши, посреди Атлантики, где глубина океана достигала нескольких миль, в теплой воде были разбросаны целые острова водорослей с веерообразными «ветками» оливкового цвета. А на ветках воздушные пузыри, благодаря которым водоросли держались на поверхности. В водорослях вспыхивали яркие огоньки. То был свет, испускаемый ракообразными и медузами, скользившими в воде.

Ветки саргассума нередко становились убежищем для кочующих животных — больших и малых. Казалось бы, таким животным грозила большая опасность: ежминутно их могли проглотить голодные рыбы и зоркие птицы. Однако у животных так развитая цветная мимикрия и они так успешно приспособились к привычкам своих врагов, что пережили их всех.

Каждый день недели ученые подолгу тщательно подметали дно океана. Иногда Уайвилл Томсон признавался Джону Мёррею, что очень устал. Но, несмотря ни на

что, за три с половиной года плавания он, по словам своих спутников, не пропустил ни одного траления или драгирования. За это время корабль не раз пересекал океаны. Исследования велись и при ярком солнце, и в шторм, и при душливой жаре, и в ледящем холоде.

Томсон, вероятно, узнал об океанских глубинах больше, чем любой его современник. Но его продолжал мучить один вопрос: каким образом выдерживают животные страшное давление воды? Это давление составляло примерно 1 тонну на квадратный дюйм\* при глубине 1000 сажен и 2,5 тонны — при глубине 2500 сажен. Для сравнения укажем, что давление воздуха на уровне моря всего 15 фунтов\*\* на квадратный дюйм.

— Нельзя ли провести несколько опытов с давлением? — спросил Томсон химика экспедиции Бьюкенана. — Я в полном недоумении.

Вместо ответа Бьюкенан наполнил воздухом толстую стеклянную трубку. Эту трубку он герметически закупорил, обернул фланелью, вложил в медную оболочку и опустил на глубину 2000 сажен. Когда это приспособление снова подняли на поверхность, медная оболочка оказалась сплюсненной до неузнаваемости, а стеклянная трубка превратилась в порошок, напоминавший снег. Бьюкенан продолжал свои опыты. В конце концов он пришел к выводу, что давление воды не отражается на животных, ибо ткани их пропитаны жидкостью той же плотности, что и вода. В ходе экспедиции на «Челленджере» правильность этой теории подтверждалась неоднократно.

Наступил январь 1876 г. «Челленджер» шесть раз благополучно пересек экватор. Он совершил плавание из Арктики в Антарктику, от Австралии через Индийский океан в Средиземное море. Экспедиция посетила большую часть земель, намеченных Томсоном, ее драги опускались на дно большинства морей, ящики ломались от собранных образцов, жур-

\* Квадратный дюйм равен 6,45 см<sup>2</sup>. (Прим. ред.)

\*\* Английский фунт равен 0,45 кг. (Прим. ред.)

налы были заполнены записями. «Челленджер» возвращался на родину.

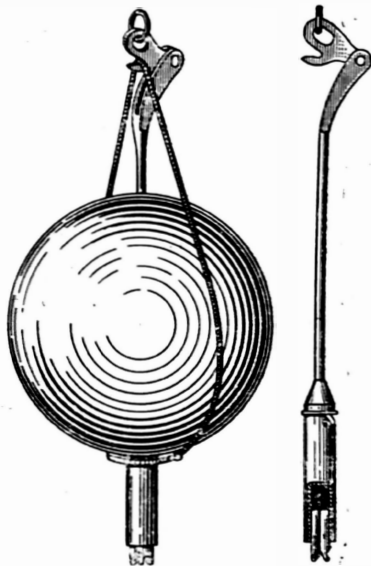
За три с половиной года корабль прошел 69 000 миль, экспедиция выполнила 362 гидрологические станции (на каждую станцию приходилась дюжина и более различных проб и измерений). Из 243 человек, отплывавших из Англии, 61 дезертировал; один погиб, упав за борт; доктор фон Виллемос-Зум умер от рожистого воспаления; капитан Нэрс был переведен на корабль, управляющийся в Арктику, и его сменил капитан Фрэнк Томсон.

Вспоминая о бесконечной и монотонной работе, проделанной в ходе плавания, и пытаясь подвести общие итоги экспедиции, профессор Томсон уверенно и искренне заявил: «Миссия выполнена».

Разумеется, пока материалы не были тщательно изучены, никто не мог сказать, какие именно научные открытия сделаны на «Челленджере». Было проведено очень мало химических анализов, а образцы растений и животных оставались запечатанными в ящиках.

Но в голове Томсона рожались тысячи выводов. Так, например, на него произвела сильное впечатление равномерность, с какой возрастала глубина во всех морях. За узкой и мелководной прибрежной полосой (материковая отмель с глубинами около 600 футов) глубина моря быстро увеличивается до 2000—2500 сажен. Дальше она возрастает медленно, причем в Атлантике самая глубокая впадина достигает 3875 сажен, а в Тихом океане — вдвое больше (самые глубоководные впадины были обнаружены много позднее).

Во всех морях вода всегда теплее у поверхности. Температура воды быстро падает до глубины 100 сажен, затем медленно понижается до глубины 500—600 сажен, еще ниже вода сохраняет почти постоянную



*Глубоководный лот с самосбрасывающимся грузом. Лот подобного типа применялся на «Челленджере». Слева — лот с грузом, справа — без него. Груз сбрасывается в момент касания дна. Наполненный салоом полый конец трубки лота или вложенный в него пучок гусиных перьев захватывал образец грунта, покрывающего дно*

температуру. Этим и объясняется повсеместное единообразие фауны придонных слоев. Растения и животы на глубине больше 100 сажен, потому что им необходим солнечный свет.

21 мая 1876 г. «Челленджер» бросил якорь на рейде Спитхеда. Встреча была радостной, но для ученых самая тяжелая часть работы была еще впереди. Уайвилл Томсон окунулся в бесконечные совещания, лекции и приемы. Его удостоили Золотой медали Королевского общест-

ва. Мистер Уайвилл Томсон стал сэром. Он был назначен председателем комиссии по делам экспедиции на «Челленджере». Этой комиссии предстояло разобрать и подробно изучить обширные коллекции, а затем опубликовать результаты.

Местом пребывания комиссии стал Эдинбург. Сэр Уайвилл пригласил для точного описания десятков тысяч образцов растений и животных, которые он тщательно собрал, самых различных специалистов из различных стран. А в 1877 г. был опубликован двухтомный отчет экспедиции «Путешествие «Челленджера», Атлантика».

В 1882 г. в возрасте 52 лет сэр Уайвилл скончался. Тяготы и лишения, пережитые на «Челленджере», несомненно, сократили его век.

Ровно через 20 лет после возвращения «Челленджера» в Англию Джон Мёррей, который стал к тому времени сэром Джоном и сменил сэра Уайвилла на посту председателя комиссии, передал в Британский музей последний из 50 томов описания материалов экспедиции. Все тома старательно отредактированы, а многие снабжены прекрасными иллюстрациями. Их не без основания называют «священным писанием глубоководной океанографии».

До «Челленджера» ни одна научная экспедиция не завоевала такой славы. Говорят, что «Челленджер» доставил, по сути дела, больше информации о море, чем было получено за предшествующие века.

Едва ли не каждый биолог, приезжающий в Англию, совершает паломничество в Британский музей, чтобы увидеть знаменитое издание и почтить память преданных науке людей — участников экспедиции на «Челленджере». И поныне любой человек, занимающийся этими проблемами, часто встречается в литературе упоминание о работе пионеров океанографии.



## Любители астрономии Ульяновска

Ульяновское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО) было организовано в 1957 г. Первыми в ВАГО вступили некоторые преподаватели и студенты Педагогического института имени И. Н. Ульянова. Сейчас Ульяновское отделение ВАГО объединяет около 30 специалистов и любителей астрономии и геодезии. Это в основном преподаватели вузов и средних школ, инженеры, студенты, учащиеся старших классов средних школ. Большинство из них — жители Ульяновска, некоторые — из районов области.

Следуя своему призванию, любители астрономии регулярно наблюдают небесные объекты и явления. Шестой год В. И. Шуплецов ведет наблюдения покрытий звезд Луной. Его результаты публикуются Астросоветом Академии наук СССР.

Другой наш активист, учитель астрономии и физики средней школы в селе Елаур Сенгилеевского района В. А. Гончаров с группой учеников школы вот уже 5 лет проводит во время летних каникул наблюдения серебристых облаков. Результаты их наблюдений совет Ульяновского отделения ВАГО посылает в Мировой геофизический центр по серебристым облакам (Гарту, Эстонская ССР).



*Студент политехнического института, член ВАГО А. В. Ефимов наблюдает покрытие звезды Луной в телескоп АВР-3*



*Ученики средней школы села Елаур готовятся к наблюдению серебристых облаков*

*Экспедиция Ульяновского отделения ВАГО, наблюдавшая в Свердловской области полное затмение Солнца 22 сентября 1968 г.*



Члены Ульяновского отделения участвуют также в научных наблюдениях, организуемых Центральным советом ВАГО. Так, в 1968 г. работала в Свердловской области экспедиция нашего отделения, наблюдавшая полное затмение Солнца 22 сентября. В эту группу входили Р. М. Разник, Р. Ф. Ахмедулов, Н. А. Кардаков, Д. К. Подымало. Они выполнили фотографирование и киносъемку затмения.

Конечно, научная работа в отделении была бы эффективнее, будь в Ульяновске (и в отделении ВАГО) больше специалистов-астрономов, а не один, как это есть на самом деле.

В 1964 г. К. Ф. Сулковский организовал в отделении юношескую секцию. Этой секцией с 1968 г. руководит В. И. Шуплецов, ему помогают другие члены ВАГО — студенты педагогического института Р. В. Кузнецова и Н. А. Кардаков. В юношеской секции проводятся плановые занятия.

Недавно по инициативе члена ВАГО, учителя средней школы М. М. Романова в нашем отделении была организована небольшая группа телескопостроителей.

Члены нашего отделения уделяют внимание и пропаганде астрономических знаний. Но, к сожалению, в Ульяновске до сих пор не построен планетарий, и поэтому неудивительно, что среди населения интерес к лекциям по астрономии весьма мал.

Известно, что наше научное общество объединяет в своих рядах кроме любителей астрономической науки еще и геодезистов. Но в Ульяновском отделении ВАГО геодезическая секция малочисленна и работает слабо, что, конечно, печально.

В заключение хотелось бы высказать надежду, что при содействии Центрального совета ВАГО нам удастся в ближайшие годы устранить недочеты в работе, и тогда Ульяновск станет одним из центров научно-любительской деятельности по астрономии, геодезии и космонавтике.

**К. Ф. СУЛКОВСКИЙ**  
председатель Ульяновского отделения ВАГО

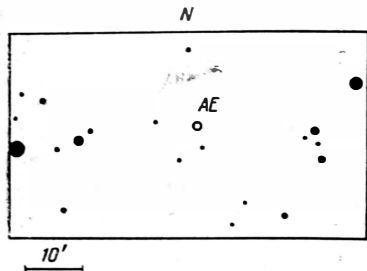
# Страничка наблюдателя переменных звезд

Наши читатели уже знакомы с методикой оценки блеска и обработкой наблюдений переменных звезд («Земля и Вселенная», № 1, стр. 86 и № 3, стр. 81, 1969 г.). В небольшой телескоп любители астрономии в мае и июне могут наблюдать несколько переменных звезд, у которых интересно уточнить тип переменности, период и форму кривой блеска.

## АЕ ВОЛОПАСА — ПЕРЕМЕННАЯ ТИПА RR ЛИРЫ

Звезды типа RR Лиры отличаются быстрыми колебаниями блеска. Их период, как правило, составляет 0,05—1,2 дня, амплитуда не превышает  $1^m-2^m$ . У некоторых переменных этого типа изменяются периоды и форма кривой блеска («Земля и Вселенная», № 3, стр. 46 и № 5, стр. 68, 1970 г.).

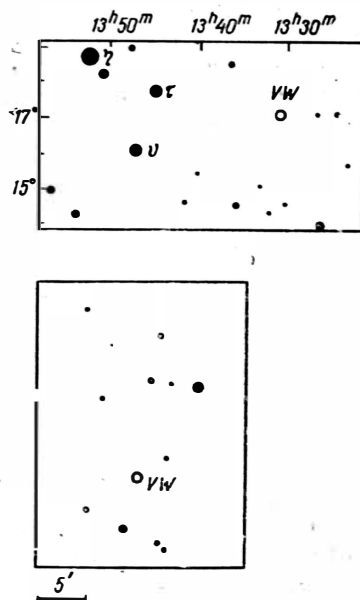
**АЕ Волопаса.** Координаты звезды:  $\alpha = 14^h45^m15^s$ ;  $\delta = +17^\circ03',3$  (эпоха 1950.0). В 1956 г. В. Штрмейер (ГДР) обнаружил быстрые изменения блеска этой звезды в пределах  $9^m,2-10^m,0$ . Советский астроном Г. С. Филатов по пластинкам, полученным в 1939—1956 гг., определял



10 моментов максимумов блеска, но не смог найти период. Длительные наблюдения этой короткопериодической переменной позволили бы получить графики изменения блеска и вывести период. Звезды сравнения наблюдатель должен выбрать среди окрестных звезд, а обработку наблюдений проводить в степенной шкале («Земля и Вселенная», № 1, стр. 86, 1969 г.).

## VW ВОЛОС ВЕРОНИКИ — ПЕРЕМЕННАЯ ТИПА UV КИТА

Звезды типа UV Кита относятся к вспыхивающим переменным. Их блеск во время вспышки возрастает на  $1^m-6^m$ . Максимум блеска звезда достигает через секунды или десятки секунд после начала вспышки, а к нормальному блеску возвращается через несколько минут или спустя десятки минут.

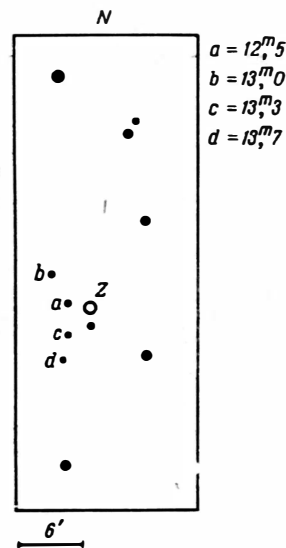


**VW Волос Вероники.** Координаты звезды  $\alpha = 13^h30^m18^s$ ;  $\delta = +17^\circ04',2$  (эпоха 1950.0). Блеск звезды  $10^m$ . В течение двух ночей в 1958 г. американский астроном П. Розэ отметил несколько вспышек с амплитудой  $0^m,5$ . Интервал между ними составлял около 6 часов. Характер изменения блеска звезды еще не изучен, поэтому необходимы продолжительные наблюдения звезды, желательно, с фотоэлектрическим фотометром. Звезды сравнения наблюдатель должен выбрать среди окрестных звезд.

## Z МАЛОЙ МЕДВЕДИЦЫ — ПЕРЕМЕННАЯ ТИПА МИРЫ КИТА

Звезды типа Миры Кита — долгопериодические переменные. Амплитуда их блеска может составлять  $5^m$  и больше, а периоды от 80 до 1000 дней.

**Z Малой Медведицы.** Координаты звезды:  $\alpha = 15^h05^m,6$ ;  $\delta = +83^\circ14',6$  (эпоха 1950.0). Переменность блеска звезды открыл С. И. Белявский в 1934 г. Более поздние наблюдения подтвердили долгопе-



риодические изменения блеска от  $11^m$  до  $14^m$ , и слабее с возможным периодом 460 дней. Визуальные или фотографические наблюдения переменной позволили бы уточнить тип переменности и период изменения блеска.

Напомним, что результаты наблюдений следует присылать в Комиссию по переменным звездам при Астросовете АН СССР (Москва, 117234. Ленинские горы, ГАИШ, Отдел переменных звезд).

Н. Б. ПЕРОВА

## «Ура! Да здравствует контакт!»

Книга профессора Н. Т. Петровича «Кто вы?»\* посвящена проблеме связи с внеземными цивилизациями. Она написана очень живо, занимательно и богато иллюстрирована забавными рисунками. Чувствуется стремление автора увлечь юного читателя (а главным образом на юных читателей и рассчитана эта книга), заинтересовать его обсуждаемой проблемой. Быть может, порой автор слишком увлекается поставленной перед собой задачей, впрочем, мы не рискуем упрекать его в этом — о вкусах не спорят.

В первых главах читатель знакомится с современной картиной мира, с особенностями строения и развития Вселенной, с современными представлениями о распространенности разумной жизни во Вселенной. Обсуждаются возможные типы связи между цивилизациями: прямой контакт, робот-контакт, радио-контакт.

Центральное место в книге занимает диалог между оптимистом и пессимистом. Оптимист — научный сотрудник, увлеченный идеей межзвездной связи, — формирует группу астрономов, физиков, математиков для практической работы по установлению радиоконтакта с внеземными цивилизациями. В предлагаемую им программу входит создание специальной аппаратуры «на уровне последних достижений радиоастрономии, радиоэлектроники и кибернетики, постоянная радиослужба неба, упорная кропотливая работа землян...». Он считает, что «параллельно эксперименту надо развивать теорию взаимного радиопоиска

цивилизаций: где искать, как искать, как отличить разумный сигнал, как понять их письмена, как...».

Пессимист хотел бы принять участие в этой работе, но его одолевают сомнения: не загубить бы безрезультатно «все лучшие годы». Обсуждение выливается в острый спор, в котором затрагивается широкий круг вопросов: вероятность существования цивилизаций, время их жизни и возможный уровень развития, энергетические ресурсы и сфера Дайссна, идея односторонней передачи информации и эффект «обратной связи» в системе корреспондирующих цивилизаций и многие другие.

Оптимист отстаивает свои взгляды темпераментно, иногда даже слишком резко, но доводы его противника не становятся от этого менее убедительными. В конце концов, друзья (а читатель уверен, что несмотря на различие взглядов, спорщики — хорошие друзья) принимают за вычисленные параметры системы связи.

Здесь автор прерывает спор, чтобы рассказать читателю об основных идеях и понятиях, с которыми приходится иметь дело при построении всякой системы связи: о свойствах шумов и сигналов, о способах «погрузки информации» на сигнал. Эта часть книги особенно интересна. Автор — крупный специалист в области космической связи — доступно, просто и увлекательно излагает сложные вопросы теории и практики связи.

Вооружив читателя необходимым



Н. Петрович

\* Н. Т. Петрович. Кто вы? «Молодая гвардия», серия «Эврика», М., 1970 г.



запасом знаний, он вновь предоставляет слово оптимисту и пессимисту. Диалог продолжается. Теперь он носит более конкретный характер — обсуждаются технические аспекты проблемы: мощность передатчика, размер передающих и приемных антенн, скорость передачи информации, влияние помех, искажение сигналов при распространении в межзвездной среде. Трудностей много, но чувствуется, что задача вполне реальная. И пессимист в конце концов соглашается принять участие в этой работе. Перед ним ставится задача: создать математическую модель поиска. Модель должна быть «проиграна» с помощью двух электронных машин, связь между которыми осуществляется через «эквивалент межзвездной среды». Меняя параметры модели, «проигрывая» сотни вариантов, исследователи будут все ближе и ближе подходить к раскрытию тайны.

Обсуждение вопросов связи с внеземными цивилизациями неизбежно заставляет задуматься о месте человека во Вселенной. Проблема происхождения человека отведена заключительная глава книги. В ней автор предпринимает интересную попытку дать ответ на вопрос «Что такое человек?». Он предоставляет слово философам и ученым, писателям и поэтам, по ответу на свой вопрос не ходит. Ясно одно: человек очень сложен, описать и тем более «определить» его не так просто.

Проблема внеземных цивилизаций — это комплексная проблема науки. Она включает ряд аспектов — астрономический, биологический, технический, социальный. Писать на комплексные темы трудно. Нам кажется, что автор с этой задачей справился (хотя придирчивые специалисты, возможно, смогут отыскать отдельные неточности в книге).

Думается, что книга профессора Н. Т. Петровича будет с интересом встречена читателями.

Л. И. ГИНДИЛИС  
кандидат физико-математических наук



## КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

### Первооткрыватель космоса на почтовых марках

«Космос и марки... Соседство этих понятий еще недавно невозможно было представить. Тем не менее оно продолжается вот уже целое десятилетие, и, даже не будучи филателистом, каждый принимает макромир в микрокартинках как должное».

Ю. А. Гагарин

Почтовые ведомства более двадцати стран посвятили летчику-космонавту Юрию Алексеевичу Гагарину 120 марок и памятных почтовых блоков.

На следующий день после первого полета в космос поступила в почтовое обращение советская марка с символическим изображением космического корабля и космонавта в гермошлеме. Марка снабжена надписью «Человек Страны Советов в космосе. 12.IV.1961» (номинал 10 копеек).

Другая марка с купоном (номинал 6 копеек) появилась в продаже 14 апреля. На ней изображены первый искусственный спутник Земли, космическая ракета и корабль «Восток». На этой же марке представлена антенна Центра дальней космической связи и башни астрономической обсерватории на фоне силуэта Московского университета. Надпись на ней гласит: «Человек Страны Советов в космосе. 12.IV.1961. Слава советской науке и технике!».

17 апреля серия марок о полете Ю. А. Гагарина была завершена выпуском марки (номинал 3 копейки) с портретом космонавта. Она оказалась самой популярной. В этот же день все три марки серии были также изданы и в беззубцовом варианте.

15 августа 1961 г. поступила в обращение оригинальная почтовая миниатюра в стиле «марки на марке». Хо-



тя она была выпущена в серии «40 лет советской почтовой марке», ее можно отнести к маркам, посвященным Ю. А. Гагарину, так как на ней точно воспроизведена уже изданная ранее марка номиналом в 10 копеек.

В следующие годы Министерство связи СССР неоднократно возвращается к теме первого полета человека в космос. Было выпущено еще 20 марок и блоков, рассказывающих о первом в мире орбитальном пилотируемом космическом полете.

Годовщина полета Ю. А. Гагарина отмечалась серией из четырех марок с купонами. Они имеют одинаковый рисунок и номинал (10 копеек) и отличаются только цветом плашки купона и вариантами выпуска (две марки зубцовые и две беззубцовые). На ней показан корабль, летящий в звездном небе, на фоне земного шара. На мар-

ке надпись: «Годовщина первого полета человека в космос», а на купоне — «12.IV.1961 — 12.IV.1962» и факсимиле космонавта.

В ноябре 1962 г. был издан первый советский космический почтовый блок (в зубцовом и беззубцовом вариантах) с групповым портретом космонавтов: Ю. А. Гагарина, Г. С. Титова, А. Г. Николаева, П. Р. Поповича. На блоке изображен скульптурный монумент «В космос!». Этот же монумент отображен и на марках серии «Слава покорителям космоса!», изданной месяцем раньше в ознаменование полета космических кораблей «Восток».

Начиная с 1963 г. День космонавтики ежегодно отмечается специальным выпуском коммеморативных марок. На двух почтовых миниатюрах в серии, изданной 12 апреля 1963 г., воспроизведено условное изображение

космического корабля с надписью «Восток». Кстати, на всех марках, рассказывающих о полете Ю. А. Гагарина, космический корабль «Восток» показан символически. И только на марке серии «День космонавтики 1969 г.» впервые дан точный рисунок ракеты-носителя и космического корабля «Восток».

Первому полету человека в космос стали посвящать свои марки и зарубежные страны. Исключительно оперативным оказалось почтовое ведомство Румынии, сумевшее уже 12 апреля 1961 г. — в день полета выпустить серию из трех марок. Впоследствии одна из них была воспроизведена на других румынских марках, исполненных в стиле «марки на марках». Всего в этой стране было издано 11 марок, рассказывающих о подвигах первого покорителя космоса.

## ХРОНИКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ (сентябрь — декабрь 1970 г.)

25 сентября 06 час. 08 мин. 21 сек.

40°, 3 с. ш.; 71°, 2 в. д.;  $h = 15$  км;  
 $M = 4,3$ .

Узбекская ССР, Ферганская долина. Сила землетрясения не превышала 5 баллов.

6 октября 22 час. 06 мин. 22 сек.

(7 октября 04 час. 07 мин. местного времени).

39°, 2 с. ш.; 71°, 6 в. д.;  $h = 15-20$  км;  
 $M = 4,7$ .

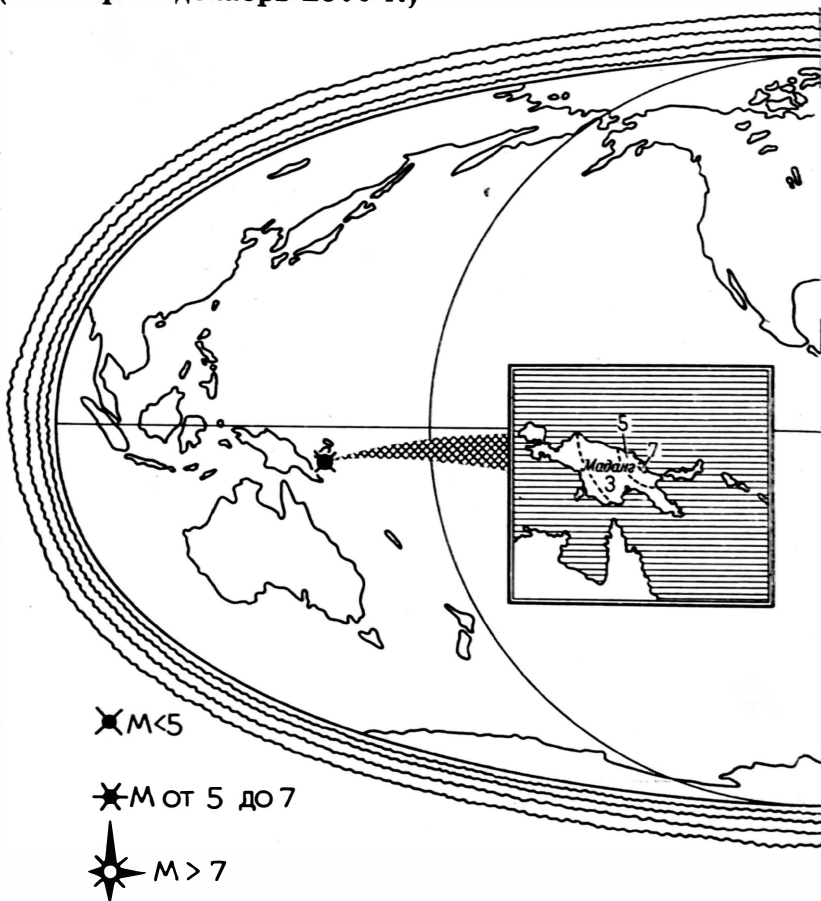
Северный Памир, Таджикская ССР. Ощущалось в эпицентре силой до 6 баллов, в Ташкенте на расстоянии 275 км от эпицентра колебания были едва заметны (2 балла).

Землетрясение повторилось 9 октября в 01 час. 18 мин. 39 сек. в том же районе ( $M = 4,8$ ).

7 октября 10 час. 46 мин. 04 сек.

43°, 8 с. ш.; 44°, 3 в. д.;  $h = 15$  км;  
 $M = 4,0$

Северный Кавказ, район Малгобека. По предварительным данным ощущалось в эпицентре силой 5 баллов, в районе Минеральных Вод — 3 балла.

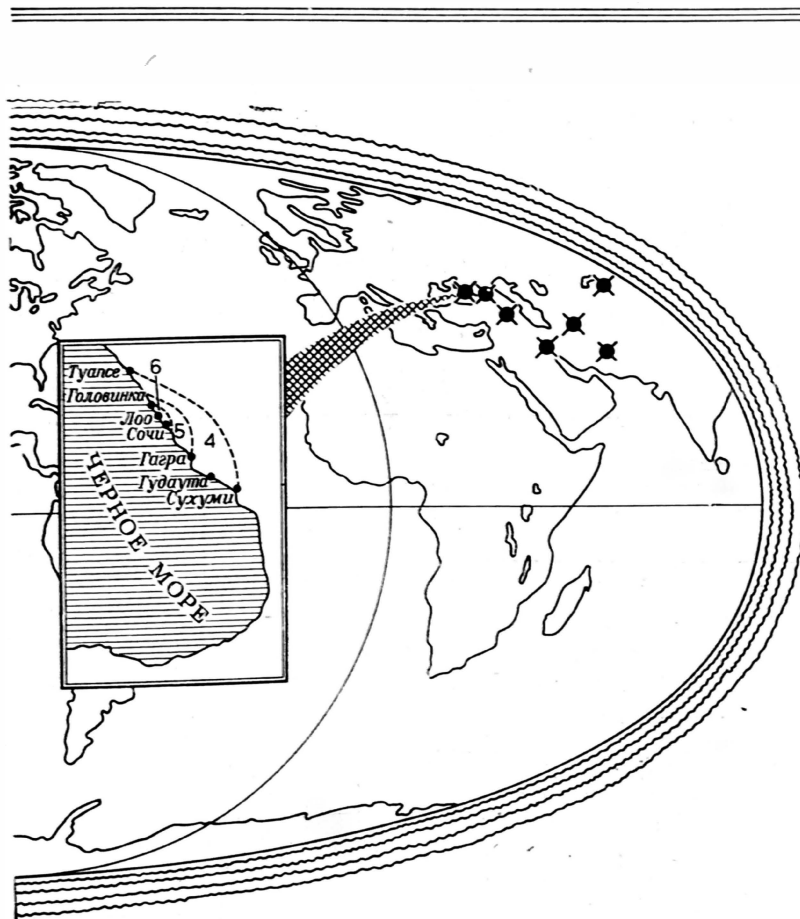




На следующий день после полета появилась серия из двух марок в Чехословакии. Вскоре выходят марки

в ГДР, Польше, Болгарии. В апреле 1961 г. поступили в обращение интересные венгерские марки, пополни-

вшие филателистическую коллекцию о рейсе космического корабля «Восток». На эту тему в 1961 г. выпустили



20 октября 07 час. 16 мин. 40 сек.  
 $41^{\circ}7$  с. ш.;  $44^{\circ}7$  в. д.;  $M=4$ .  
 Кавказ, район Тбилиси. В Тбилиси, на расстоянии около 4 км от эпицентра, ощущалось силой 4 балла. Возможная сила в эпицентре — около 5 баллов.

31 октября 17 час. 53 мин. 03 сек.  
 $4^{\circ}9$  ю. ш.;  $146^{\circ}$  в. д.;  $h=30-40$  км;  
 $M=7,0$ .

Новая Гвинея. Ощущалось в городе Маданг и окрестностях силой до 8 баллов.

7 ноября 19 час. 15 мин. 00 сек.  
 $43^{\circ}8$  с. ш.;  $39^{\circ}4$  в. д.;  $h \approx 15$  км;  
 $M=3,8$ .

Кавказ, район Сочи. Ощущалось в окрестностях города Сочи силой до 4—5 баллов.

4 декабря 01 час. 59 мин. 28 сек.  
 $43^{\circ}7$  с. ш.;  $39^{\circ}5$  в. д.;  $h=12$  км;  
 $M=4,5$ .

Кавказ, район Сочи. Ощущалось в районе Головинки и Лео силой до 6 баллов, в Сочи — 5—6 баллов. Отмечены повторные толчки.

Л. А. МОСКАЛЕВА



марки почтовые ведомства Монголии (31 мая), ДРВ (15 июня), Суринама (3 июля). Несколько позже выходят марки в Албании, Гвинее, Иордании, Кубе, Мааритании и многих других странах.

Различны манера и стиль исполнения, художественная и сюжетная трактовка знаков почтовой оплаты, которые посвящены этому выдающемуся событию в истории человечества. Правда, преобладают портретные сюжеты, но достаточно часто встречаются и другие решения. Так, например, на одной из марок ГДР (18—20 апреля 1961 г.) показан полет корабля «Восток» над территорией СССР, на второй изображен космо-

навт в кабине корабля за пультом управления, на третьей — приземление спускаемого аппарата с космонавтом на борту. Но больше всего издано марок с портретом Ю. А. Гагарина. Интересна марка из югославской серии «ЭКСПО-67», на которой воспроизведен рисунок космического корабля «Восток» с последней ступенью ракеты-носителя с фотографической точностью.

Мы рассказали лишь о небольшом количестве почтовых миниатюр, запечатлевших полет пионера космических трасс.

Марки о героическом рейсе Юрия Алексеевича Гагарина составляют одну из блестящих страниц филателистической летописи космической эры.

В. А. ОРЛОВ

Орган Секции физико-технических и математических наук,  
Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР  
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Научно-популярный журнал  
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

#### Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ  
Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН  
Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН  
Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV,  
доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН,  
кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ,  
кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук  
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор  
геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАД-  
ЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук  
К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ, доктор геол.-мин. наук  
Ю. М. ШЕЙНМАНН.



Адрес редакции:  
Москва, 117333  
Ленинский пр., д. 61/1  
тел. 135-64-81  
135-63-08

Художественный редактор  
Л. Я. Шимкина

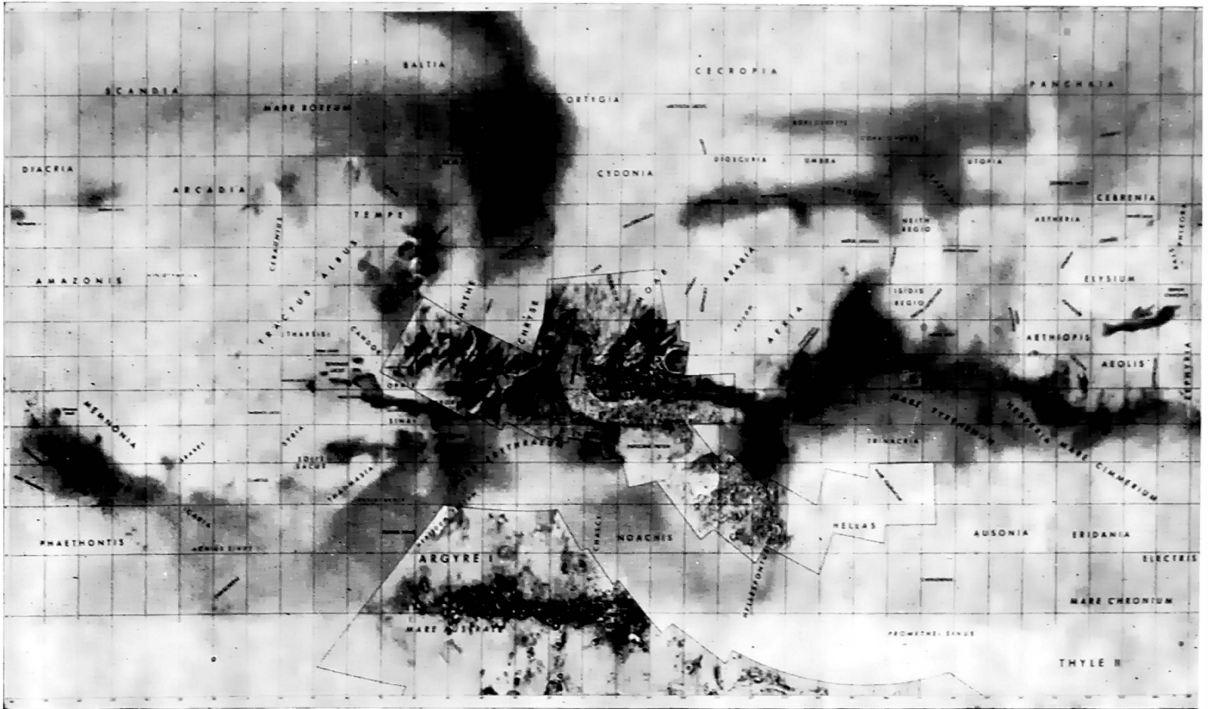
Корректоры:  
С. М. Кристьянпольер  
Г. Н. Нелидова

Т-05544 Подписано в печать 23/11-71 г.  
Формат бум. 84x108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 2,5  
Печ. л. 5,0(8,4). Уч.-изд. л. 9,5±1 вкл.  
Тираж 41500 экз. Цена 40 коп. Заказ 1624

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна

2-я типография издательства «Наука». Москва Г-99, Шубинский пер., 10

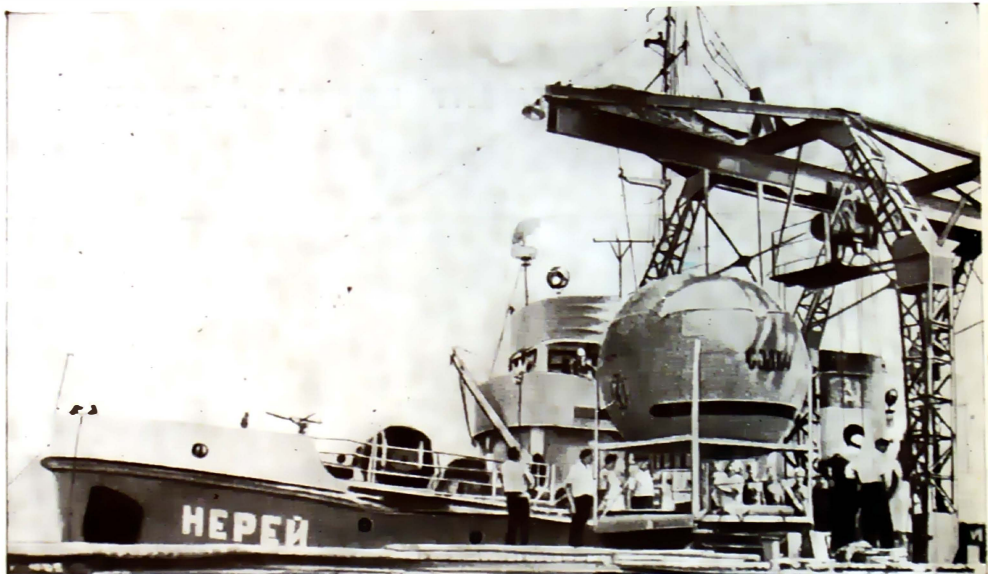
# Фрагмент карты Марса



Карта составлена НАСА по материалам наземных наблюдений и снимкам «Маринеров-6 и -7» (см. статью Р. Лейтона). Проекция меркаторская, сетка нанесена через  $10^\circ$ . Север — вверх, восток — справа, ареографические долготы растут к западу от 0 до  $360^\circ$ .

## ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ О МАРСЕ

ЭЛЕМЕНТЫ СРЕДНЕЙ ОРБИТЫ		
среднее расстояние от Солнца	1,52369 а. е.	= 227 942 000 км
эксцентриситет		0,09338
наклон орбиты к эклиптике		$1^\circ,849'$
среднее движение		0,52403 град/сутки
СИДЕРИЧЕСКИЙ ПЕРИОД ОБРАЩЕНИЯ		
		$686^d 23^h 31^m 47^s$
МАССА		
	абсолютная	относительная
		(Земля = 1)
по орбитам спутников	$6,4411 \cdot 10^{26}$ г	0,10766
по траекториям «Маринеров-4, -6, -7»	$6,4284 \cdot 10^{26}$ г	0,10748
ОБЪЕМ	$1,6282 \cdot 10^{26}$ см <sup>3</sup>	0,18
СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ		3,95 г/см <sup>3</sup>
ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР		6 786,8 км
СЖАТИЕ		
оптическое		1/83,3
динамическое		1/190,4
СКОРОСТЬ УБЕГАНИЯ		
(вторая космическая скорость)		5,02 км/сек



▲ «Садко-1»

◀ Близится день спуска «Садко-2»

Фото Н. Шестакова

«Садко-3» готов к погружению

Фото В. Джуса

