Детская энциклопедия. М. изд-во „Просвещение" 2-е изд. Т. 4. Растения и животные. ред. кол. Н. И. Калин, Т. А. Гейнель, сказкин. 1965 г. стр. 64-70.

природных белков, размеров их молекул. (Молекулы белков очень крупные, их молекулярный вес колеблется от нескольких тысяч до нескольких миллионов.)

Исключительно большую и разностороннюю роль в жизни всех организмов играют нуклеиновые кислоты, которые также представляют собой соединения очень сложной химической природы. Биохимики установили, что нуклеиновые кислоты сосредоточены в основном в молодых тканях, где идут активные процессы роста и новообразования клеток, синтеза белка и других соединений протоплазмы.

Доказано также, что процессы синтеза белков непосредственно регулируются нуклеиновыми кислотами, содержащимися в клеточном ядре и протоплазме, причем состав аминокислот и порядок их расположения в белковой молекуле также зависят от особенностей нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты в сочетании с белками участвуют в построении многих очень важных ферментов, которые управляют процессами дыхания клетки (см. статьи «Что такое биофизика» и «В недрах клетки»).

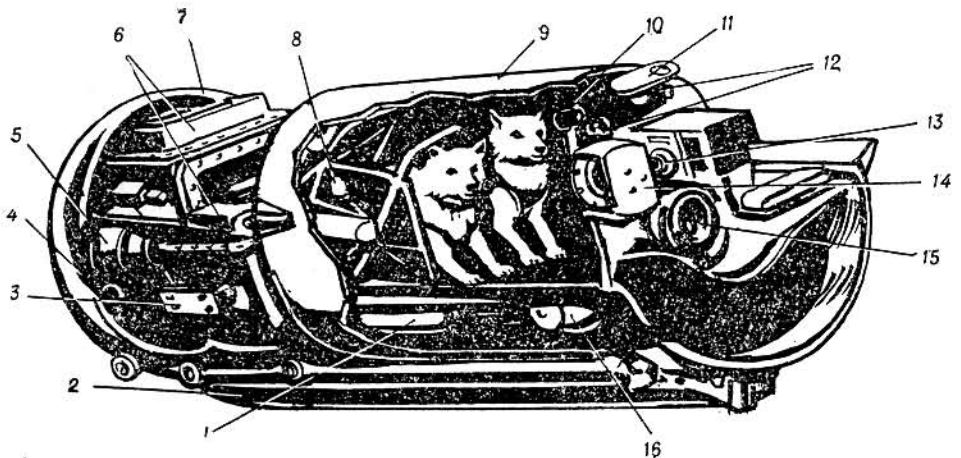
Особенности строения белков и нуклеиновых кислот обусловливают их чрезвычайно высокую химическую активность, способность вступать в реакции друг с другом и с бесконечным множеством других составных частей протоплазмы. Благодаря этому в протоплазме белки и нуклеиновые кислоты никогда не встречаются в свободном состоянии. Они всегда образуют очень сложные соединения, состоящие из нескольких различных веществ и обладающие высокой биологической активностью. Наличие этих соединений в протоплазме сообщает ей необычайную подвижность. Они основной двигатель и регулятор протекающих в живой клетке процессов обмена веществ.

КОСМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

Развитие астронавтики поставило перед различными областями науки большие и сложные проблемы. В связи с этим возникли новые отрасли знания и среди них — к о с м и ч е с к а я б и о л о г и я.

Космическая биология изучает влияние условий полета в космос и факторов космического пространства на живые организмы Земли. Она исследует вопрос о том, как обеспечить жизнь в условиях космических полетов и на внеземных и планетных станциях. Кроме того, космическая биология разыскивает живую материю и органические вещества в мировом пространстве и изучает особенности и формы внеземной жизни.

Необходимость проводить специальные биологические исследования при освоении космического пространства предвидел еще в 1908 г. К. Э. Циолковский. Он говорил, что после создания искусственного спутника Земли, который будет без повреждения возвращаться на Землю, надо решать биологические проблемы, связанные с обеспечением жизни экипажей космических кораблей.



Герметическая кабина животных в катапультируемом контейнере на борту корабля-спутника: *1* — баллон системы воздухоснабжения; *2* — механизм катапультирования; *3* — блок радиопеленгаторного устройства; *4* — аккумуляторная батарея для подогрева пробирок с микробами; *5* — аккумуляторная батарея; *6* — блоки специальной научной аппаратуры; *7* — катапультируемый контейнер; *8* — датчик движения; *9* — гермокабина животного; *10* — микрофон; *11* — антенна радиопеленгаторного устройства; *12* — клапаны вдоха и выдоха; *13* — телевизионная камера; *14* — зеркало; *15* — вентиляционная установка; *16* — автомат комбинированного питания.

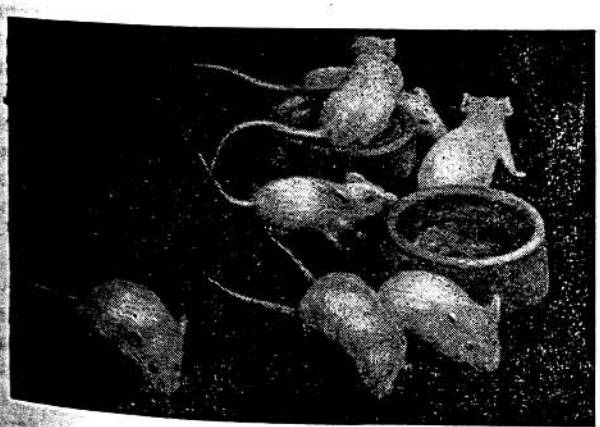
Прежде чем первый человек — Юрий Алексеевич Гагарин — отправился в космический полет, ученые провели обширные биологические исследования. В 1949 г. в СССР были начаты вертикальные запуски на высоту от 100 до 400 *км* геофизических ракет с собаками. На втором искусственном спутнике Земли находилась собака Лайка, на третьем, четвертом и пятом советских космических кораблях-спутниках совершили полет собаки Белка, Стрелка, Пчелка, Мушка, Чернушка, Звездочка. Вместе с ними путешествовали подопытные мыши, морские свинки и крысы, растения (традесканция), водоросли (хлорелла), семена и проростки растений, культуры тканей человека и кролика, вирусы, многочисленные микроорганизмы и др. Различные земные организмы имелись и на кораблях «Восток-1» и «Восток-2». Тщательное изучение земных организмов во время полета и после возвращения на Землю позволило сделать вывод, что жизнь в условиях космического полета возможна. Это подтвердили и успешные полеты экипажей кораблей «Восход-1» и «Восход-2». Выход космонавта А. Леонова в свободное космическое пространство показал, что жизнь и работа человека возможна также и вне космического корабля.

Подобные опыты были поставлены также и американскими учеными на искусственном спутнике «Дискаверер» и др.

Подопытным животным — кролику и собаке — надевают высотное снаряжение.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методы исследования, применяемые космической биологией, не такие, как у давно сложившихся биологических дисциплин. Для этих методов характерна органическая связь с самыми различными областями естествознания и техники. Космическая биология широко использует достижения физики, химии, астрономии, геофизики, радиоэлектроники и многих других наук.



После космического полета белые мыши чувствуют себя отлично.

При проведении биологических экспериментов в космосе исследователь находится вдалеке от изучаемых животных, растений, микроорганизмов. Между ученым и космическим аппаратом с земными организмами лежат сотни, тысячи (а иногда и миллионы) километров. В связи с этим все необходимое для опыта в полете делают автоматические устройства, действие которых заранее программируется. Результаты опытов передаются на Землю с помощью особых приборов, которые все вместе называются радиотелеметрической системой (см. т. 5 ДЭ, ст. «Электроника в космосе»).

Для того чтобы эти результаты можно было бы передавать по радиотелеметрическим линиям, соответствующие приборы преобразуют физиологические и биологические показатели (частоту дыхания, работу сердца, нервное воз-

буждение, скорость роста, интенсивность фотосинтеза растений, скорость размножения водорослей или бактерий и др.) в электрические сигналы, которые в виде специальных кодов передаются на Землю. Полученная таким образом «закодированная» информация о жизнедеятельности организмов в космосе направляется в быстродействующие счетно-решающие вычислительные машины. Здесь результаты опытов расшифровываются и обрабатываются. Затем ученые их тщательно изучают.

ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ ЗЕМЛИ УСЛОВИЙ ПОЛЕТА В КОСМОС И КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

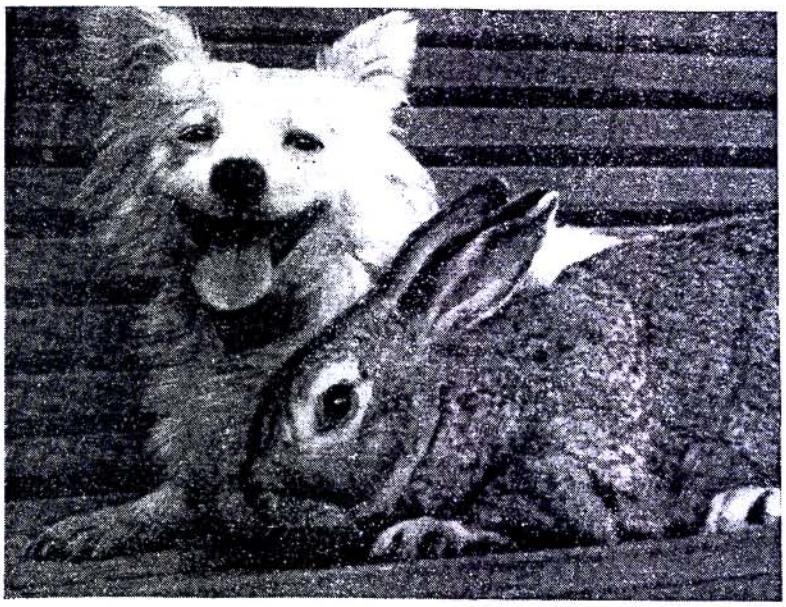
При полете в космическое пространство живые организмы сталкиваются с условиями и явлениями, по своим свойствам отличающимися от того, с чем встречаются они на Земле.

Во время космического полета встречаются факторы, которые способны оказать влияние на живые организмы. Их делят на три группы.

Факторы, связанные с динамикой полета космического корабля. При старте ракеты и с возрастанием скорости ее движения возникают и быстро увеличиваются перегрузки. Вес всех тел, в том числе и размещенных в кабине космического корабля живых организмов, быстро растет, увеличиваясь в пять—десять, а иногда и в большее число раз по сравнению с их весом на Земле. Если не предусмотреть определенных мер, то живые организмы могут оказаться раздавленными собственным весом. Кроме того, во время работы мощных двигателей ракеты возникают сильные шумы, появляются вибрации. Вслед за этим, с выходом космического корабля на орбиту или траекторию свободного полета, в корабле наступает состояние невесомости. Тела «теряют» свой вес и могут свободно «парить» в пространстве.

Изучение воздействия на живые организмы всех этих явлений: перегрузок, вибраций, шумов, невесомости — важная задача космической биологии.

Особенно необходимо изучить воздействие на живые организмы длительного состояния невесомости, столь характерного для космического полета. Данные, полученные при проведении биологических опытов на кораблях-спутниках в результате полетов советских космонавтов, показывают, что состояние невесомости не отражается плохо на жизнедеятельности организмов, координации движений и ориентировке человека в пространстве. Однако еще не ясно, как скажется на земных организмах длительное пребывание в состоянии невесомости, допустим, при полете вокруг Марса или Венеры. Не получится ли так, что возвращение земных организмов в условия нормального (земного) притяжения будет для них чрезмерной нагрузкой.



Собака Отважная и кролик вернулись из космического полета.

Кроме того, еще неизвестно, насколько глубокое воздействие оказывает земное притяжение на физиологию клетки, на образование и развитие зародышей. Ученые полагают, что на первых стадиях дробления оплодотворенного яйца оси тела должны быть определенным образом ориентированы по отношению к силе тяжести. Очень важно знать, как будут протекать эти процессы в условиях отсутствия силы тяжести.

Правда, невесомость можно устранить путем создания на корабле искусственной силы тяжести. Но прежде чем привлекать к этой работе конструкторов космических кораблей, ученые должны проделать много опытов, чтобы выяс-

Собаки Стрелка и Белка во время космического полета. Снимки переданы на Землю с помощью радиотелевизионной системы, установленной на борту корабля.

нить, какой величины должна быть эта искусственная тяжесть.

Факторы космического пространства. Космическое пространство имеет много особенностей и свойств, губительных для земных организмов: чрезвычайно низкие концентрации газов, отсутствие молекулярного кислорода, высокая интенсивность ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, ослепляющая яркость Солнца, смертельные дозы ионизирующих (проникающих) излучений (космические и гамма-лучи, рентгеновское излучение и др.), своеобразный тепловой режим и др.

На Земле живые организмы защищены от всего этого толстым слоем атмосферы. Она поглощает ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, «гасит» ионизирующее излучение. А как будут влиять эти излучения на земных жителей? Какие дозы допустимы для их жизни? Какие средства защиты от них необходимо применить? Все эти вопросы изучает космическая биология.

Факторы, связанные с изоляцией организмов в искусственных условиях космического корабля. Во время полета в космическом пространстве организмы будут надолго изолированы в сравнительно небольших герметизированных кабинах космических кораблей. Ограниченность пространства и свободы движения, монотонность и однообразие обстановки, отсутствие многих привычных для жизни на Земле условий — все это необычно для земных организмов. Поэтому ученые должны провести специальные исследования высшей нервной деятельности, выяснить, насколько приспособлены высокоорганизованные существа, в том числе и человек, к длительной изоляции, может ли он сохранить в этих условиях работоспособность.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ И НА ВНЕЗЕМНЫХ СТАНЦИЯХ. РАЗРАБОТКА ЗАМКНУТЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Одна из главных и чрезвычайно сложных проблем, которую предстоит решить космической биологии,— это создание на борту космических кораблей замкнутых экологических комплексов. Что это такое? Зачем они нужны?

Прежде чем будут осуществлены полеты к другим планетам, которые продлятся многие месяцы и, возможно, годы, инженеры, врачи, биологи должны разработать и создать особые системы, которые неограниченно долго могли бы обеспечивать жизнь людей в космическом корабле, а в случае высадки на другие планеты снабдили бы их всем необходимым для нормальной жизни.

В условиях космического полета человек неизбежно оказывается в сравнительно небольшом герметичном пространстве кабины косми-

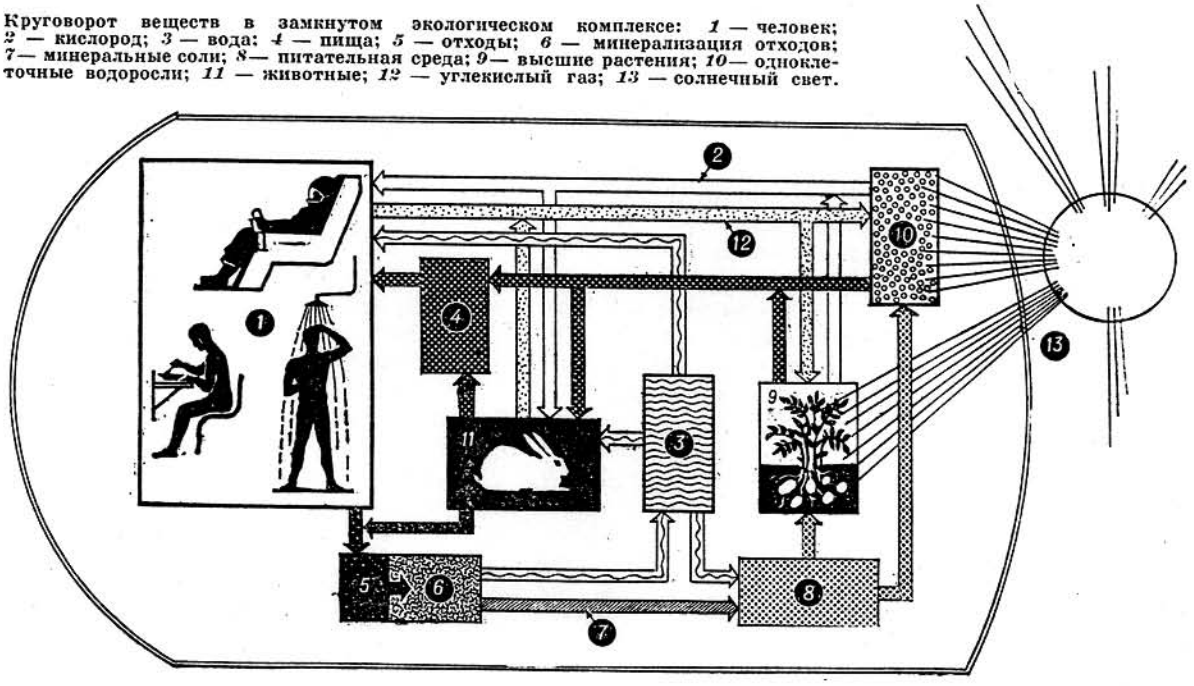
ческого корабля. В то же время известно, что при нормальной работе организма человек потребляет в сутки около 900 *г* кислорода, 2200 *г* воды (для питья), около 500 *г* сухой пищи и примерно 1900 *г* воды для санитарных нужд. Вес суточной потребности человека в кислороде, пище и воде составляет примерно 5,5 *кг*. Значит, годовой запас этих веществ для одного только космонавта будет весить около двух тонн. Если предположить, что экипаж космического корабля состоит из пяти человек и летать ему предстоит три года, то только запасы воздуха, еды и питья будут весить около 30 *т*. Ясно, что стартовый вес такого корабля будет слишком большим. Кроме того, время полета и пребывания космонавтов на других планетах будет строго ограничено совершенно определенным сроком времени, так как запасы, взятые с Земли, истощатся и люди могут погибнуть.

Ученые полагают, что снабжение космонавтов кислородом, пищей и водой и удаление накапливающихся в результате жизнедеятельности углекислоты и различных отходов можно осуществить, если на борту корабля и на планетных станциях разместятся и рационально скомпонуются сообщества различных организмов. Только таким образом возможно обеспечить полный биологический круговорот веществ, подобный земному.

Действительно, на нашей планете в течение многих миллионов лет протекают процессы дыхания, горения и другие окислительные процессы, в результате которых непрерывно тратятся органические вещества, потребляется кислород, рассеивается энергия. Казалось бы, что уже давно должны были иссякнуть запасы пищевых продуктов, топлива, кислорода и прекратиться жизнь. Однако этого не происходит, потому что на Земле, помимо потребления органических веществ, кислорода и траты энергии, протекает грандиозный процесс созидания. В результате этого процесса, происходящего в зеленых листьях растений и называемого фотосинтезом, создаются сложные и многообразные органические продукты и выделяется кислород. Благодаря фотосинтезу за счет даровой энергии солнечного света ежегодно связывается около 175 млрд. *т* углерода, образуется примерно 400 млрд. *т* органических веществ, выделяется 460 млрд. *т* кислорода и накапливается столько энергии, сколько могли бы дать 200 тыс. гигантов энергетики, подобных Куйбышевской ГЭС.

Таким образом, листья зеленых растений и есть та лаборатория, благодаря которой осуществляется непрерывный круговорот веществ и обеспечивается жизнь на нашей планете. Выдающийся русский ученый К. А. Тимирязев

Круговорот веществ в замкнутом экологическом комплексе: *1* **— человек;** *2* **— кислород;** *3* **— вода;** *4* **— пища;** *5* **— отходы;** *6* **— минерализация отходов;** *7* **— минеральные соли;** *8* **— питательная среда;** *9* **— высшие растения;** *10* **— одноклеточные водоросли;** *11* **— животные;** *12* **— углекислый газ;** *13* **— солнечный свет.**



писал о «космической роли растения», имея в виду именно эту его функцию.

В настоящее время, когда человечество получает возможность путешествовать в космосе, фотосинтез приобретает космическую роль и как средство, обеспечивающее жизнь людей в длительных межпланетных полетах при освоении космического пространства. Именно поэтому, предвидя эру межпланетных полетов и предвосхищая решение ряда возникающих при этом проблем, К. Э. Циолковский говорил о необходимости создания на межпланетных станциях специальных «оранжерей».

Наличие на борту корабля зеленых растений при неограниченных количествах солнечного света позволит создать такие замкнутые системы (космонавт станет их составной частью), в которых будет находиться в непрерывном круговороте одно и то же взятое с Земли количество веществ. Эти системы и названы *замкнутыми экологическими комплексами*. Человек, поглощая кислород, будет выдыхать углекислоту, растения же, поглощая углекислоту, создадут из нее пищевые вещества и выделят кислород. Движущей силой этого процесса явится солнечный свет. Использование в качестве минерального питания растений твердых и жидких отходов человека в свою очередь обеспечит ликвидацию этих отходов.

Таким образом, создание на борту космического корабля замкнутой экологической системы позволит непрерывно воспроизводить все необходимые для жизни человека условия. Вес такого корабля будет один и тот же независимо от того, отправляется он в полет на один год или на 10 лет.

Все сказанное не означает, конечно, что на борту космических кораблей появятся привычные для нашего глаза плантации сельскохозяйственных растений.

Современные знания о физиологии растений позволяют ученым создать такие инженерно-биологические системы, в которых процесс культивирования растений, по-видимому, сведется к автоматической работе определенных аппаратов. Недаром уже сейчас все шире начинают применяться способы промышленного выращивания растений без почвы.

Особенный интерес в этой связи представляют одноклеточные зеленые водоросли, например *хлорелла*, культивирование которой можно осуществить в самонастраивающихся, автоматически действующих аппаратах. Она быстро размножается и имеет высокую активность фотосинтеза. Эта водоросль может культивироваться в питательных средах, поглощая за короткий срок большое количество углекислоты, выделяя кислород и накапливая значительные количества разнообразных органических веществ (биомассы). При этом биомасса хлореллы, которая может использоваться как пища, содержит до 50% белков, до 20% жиров, углеводы, витамин С и другие ценные вещества. Существенный интерес представляет то, что хлорелла с успехом может выращиваться на сточных водах и применяться, таким образом, для их очистки.

Кроме растений, в экологическую систему должны быть включены и определенные животные. Они смогут обеспечить человека животными белками (мясом) и жирами.

Работа по созданию замкнутого экологического комплекса связана с большими трудностями, так как все звенья такого биологического сообщества необходимо очень строго согласовать друг с другом. При этом надо учитывать воздействие космической радиации на различные организмы, действие рентгеновских излучений, перегрузок, невесомости и всех тех явлений, с которыми неизбежно столкнется живой организм в условиях космического полета.

ПОИСКИ И ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВНЕЗЕМНЫХ ФОРМ ЖИЗНИ

Имеется ли жизнь на других планетах? Каковы ее формы и свойства? Может ли жизнь быть занесенной с одного небесного тела на другое? Все эти вопросы издавна интересуют людей.

Крупнейшие ученые в различные эпохи высказывали глубокую уверенность в том, что жизнь существует не только на нашей планете. Но строго научного, неопровержимого доказательства этих предположений пока еще нет.

Попытки решить вопрос о существовании жизни, например, на Марсе путем наблюдений с Земли при помощи оптических инструментов встречают большие трудности. Они связаны с огромным расстоянием и с тем, что на пути исследователей стоят две атмосферы: земная и марсианская. С помощью точных приборов ученым-астроботаникам удалось обнаружить в темных областях (их называют морями) Марса спектры поглощения, которые характерны для органических веществ биологического проис-

хождения. Но это служит лишь косвенным указанием, что на этой планете возможна жизнь.

В некоторых метеоритах, например в Мурчисонском, обнаружены органические вещества внеземного происхождения, близкие к веществам земных организмов. Это также может указать на то, что в космическом пространстве за пределами Земли имеется органическое вещество и что оно может быть перенесено вместе с метеоритами с одной планеты на другую.

В последние годы благодаря полетам в космическое пространство с помощью ракетных аппаратов стало возможно изучать вопросы существования жизни вне Земли опытным путем. Часть космической биологии — э к з о б и о л о г и я — занимается поисками и изучением простейших форм жизни в космическом пространстве, а также изучением жизни на других планетах.

Ученые устанавливают на ракетах и искусственных спутниках специальные приборы и направляют их за пределы земной атмосферы. Благодаря этому они изучают поверхность других планет, исключая помехи, вносимые атмосферой Земли. С помощью автоматических устройств, размещенных на искусственных спутниках, ракетах и автоматических межпланетных станциях, имеется возможность брать пробы в космическом пространстве, для того чтобы обнаружить органические вещества, микроорганизмы и споры внеземного происхождения. Наконец, посылка межпланетных автоматических станций к различным планетам и в особенности посадка аппаратов на другие планеты позволят брать пробы непосредственно с их поверхности. Эти исследования помогут решить вопрос о существовании жизни вне Земли.

Экзобиология призвана также выполнять функции биологического кордона. Она контролирует возможность заноса на Землю внеземных микроорганизмов вместе с возвращающимися космическими летательными аппаратами и случайным перенесением земных организмов на другие планеты и в космическое пространство.

Исследования экзобиологов имеют чрезвычайно большое значение, так как земные организмы, случайно перенесенные с космическими летательными аппаратами на другие небесные тела, могут развиться в новых условиях и подавить существовавшую там до этого жизнь. Они могут на других планетах сохраниться в «земном» или в измененном виде, и человек, когда-либо попав на эти планеты, может быть введен в заблуждение, приняв эти организмы за внеземные формы.

Неконтролируемый (случайный) занос на Землю вместе с возвращающимися кораблями микроорганизмов с других планет или из межпланетного пространства также очень опасен. Внеземные микроорганизмы могут оказаться болезнетворными по отношению к земным организмам, и, попав в земные условия, они могут дать неожиданные вспышки новых заболеваний, эпидемий и т. д.

СИММЕТРИЯ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Взгляните на лица окружающих вас людей: один глаз чуточку больше прищурен, другой меньше, одна бровь изогнута более, другая — менее; одно ухо выше, другое ниже. К сказанному добавим, что человек больше пользуется правым глазом, чем левым. Понаблюдайте-ка, например, за людьми, которые стреляют из ружья или лука.

Из приведенных примеров видно, что в строении тела человека, его привычках ясно выражено стремление резко выделить какое-либо направление — правое или левое. Это не случайность. Подобные явления можно отметить также и у растений, животных и микроорганизмов.

Ученые давно обратили на это внимание. Еще в XVIII в. ученый и писатель Бернарден де Сен Пьер указывал, что все моря наполнены одностворчатыми брюхоногими моллюсками бесчисленного множества видов, у которых все завитки направлены слева направо, подобно движению Земли, если поставить их отверстиями к северу и острыми концами к Земле.

Но прежде чем приступить к рассмотрению явлений подобной а с и м м е т р и и, мы выясним сначала, что такое с и м м е т р и я.