

Космическая биология

Запуск в 1957 г. первого искусственного спутника Земли и дальнейшее развитие астронавтики поставили перед различными областями науки большие и сложные проблемы. Возникли новые отрасли знания. Одна из них — *космическая биология*.

Еще в 1908 г. К. Э. Циолковский высказывал мысль, что после создания искусственного спутника Земли, способного без повреждения возвратиться на Землю, на очередь встанет решение биологических проблем, связанных с обеспечением жизни экипажей космических кораблей. Действительно, прежде чем первый землянин — гражданин Советского Союза Юрий Алексеевич Гагарин — отправился в космический полет на корабле «Восток-1», были проведены обширные медико-биологические исследования на искусственных спутниках Земли и космических кораблях. На них в космический полет отправлялись морские свинки, мыши, собаки, высшие растения и водоросли (хлорелла), различные микроорганизмы, семена растений, изолированные культуры тканей человека и кролика и другие биологические объекты. Эти эксперименты позволили ученым сделать вывод — жизнь в условиях космического полета (по крайней мере не слишком длительного) возможна. Это было первое важное достижение новой области естествознания — космической биологии.

Каковы же задачи космической биологии? Что является предметом ее исследований? В чем особенность методов, которыми она пользуется? Ответим сначала на последний вопрос.

Помимо физиологических, генетических, радиобиологических, микробиологических и других биологических методов исследования космическая биология широко использует достижения физики, химии, астрономии, геофизики, радиоэлектроники и многих других наук.

Результаты любых измерений в полете необходимо передавать по радиотелеметрическим линиям. Поэтому биологическая радиотелеметрия (биотелеметрия) — основной метод исследования. Она же является средством контроля во время проведения опытов в космическом пространстве. Использование радиотелеметрии накладывает определенный отпечаток на методику и технику биологических экспериментов. То, что в обычных земных условиях можно довольно легко учесть или измерить (например, посеять культуры микроорганизмов, взять пробу для анализа, зафиксировать ее, измерить скорость роста растений или бактерий, определить интенсивность дыхания, частоту пульса и т. д.), в космосе превращается в сложную научную и техническую проблему. Особенно, если эксперимент проводится на непилотируемых спутниках Земли или космических ко-

Мыши проходят испытание в условиях невесомости.



раблях без экипажа. В этом случае все воздействия на изучаемый живой объект и все измеряемые величины необходимо с помощью соответствующих датчиков и радиотехнических устройств превратить в электрические сигналы, которые выполняют разную роль. Одни из них могут служить командой для какой-либо манипуляции с растениями, животными или другими объектами исследования, другие нести информацию о состоянии изучаемого объекта или процесса.

Таким образом, методы космической биологии отличаются высокой степенью автоматизации, тесно связаны с радиоэлектроникой и электротехникой, с радиотелеметрией и вычислительной техникой. Исследователю необходимо хорошо знать все эти технические средства, и, кроме того, ему необходимо глубокое знание механизмов различных биологических процессов.

Каковы же проблемы, которые стоят перед космической биологией? Главнейшие из них три: 1. Изучение влияния условий полета в космос и факторов космического пространства на живые организмы Земли. 2. Исследование биологических основ обеспечения жизни в условиях космических полетов, на внеземных и планетных станциях. 3. Поиски живой материи и органических веществ в мировом пространстве и изучение особенностей и форм внеземной жизни. Расскажем о каждой из них.

Влияние на организмы условий полета в космос

При полете в космическое пространство живые организмы сталкиваются с целым рядом условий и факторов, резко отличных по своим свойствам от условий и факторов биосферы Земли. Факторы космического полета, которые способны оказать влияние на живые организмы, делят на три группы.

Космические
путешественницы —
собаки Уголек и Ветерок.



К первой относятся факторы, связанные с динамикой полета космического корабля: перегрузки, вибрации, шумы, невесомость. Изучение воздействия их на живые организмы — важная задача космической биологии. Особенно велика биологическая значимость невесомости. Вся эволюция земной жизни, биологических процессов проходила в условиях постоянного воздействия гравитационного поля нашей планеты на ее обитателей. В этих условиях протекает она и сейчас. Еще нет ясного ответа на вопрос, каким образом при длительном действии невесомости будут протекать эти биологические процессы, начиная с элементарных — синтеза белка, деления клеток, действия ферментов и т. п. — и кончая сложнейшими физиологическими реакциями. Полет А. Г. Николаева и В. И. Севастьянова в течение 18 суток на корабле «Союз» и беспрецедентный по длительности полет Г. Т. Добровольского, В. Н. Волкова и В. И. Пацаева на первой в мире орбитальной станции «Салют» свидетельствуют о способности человеческого организма достаточно долго сохранять высокую работоспособность в условиях невесомости.

Не менее сложна проблема обратной приспособляемости (реадаптации) организма к земному тяготению после длительного пребывания в состоянии невесомости. Пока еще совершенно неясно, не окажется ли очень длительное пребывание в состоянии невесомости (допустим, при полете вокруг Марса или Венеры) настолько вредное действие на организм, что возвращение этого организма в условия нормального (земного) гравитационного поля будет для него чрезмерной нагрузкой. От решения этого вопроса зависит конструкция будущих космических кораблей. Может быть, на них придется создавать искусственно силу тяжести.

Ко второй группе относятся факторы космического пространства. Космическое пространство характеризуется многими особенностями и свойствами, которые не совместимы с требованиями земных организмов к условиям окружающей среды. Это прежде всего почти полное отсутствие газов, входя-

щих в состав атмосферы, в том числе молекулярного кислорода, высокая интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучения, ослепляющая яркость видимого света Солнца, губительные дозы ионизирующих (проникающих) излучений (космические лучи и гамма-кванты, рентгеновское излучение и др.), своеобразие теплового режима в условиях космоса и т. д. Космическая биология изучает влияние всех этих факторов, их комплексное воздействие на живые организмы и способы защиты от них.

К третьей группе относятся факторы, связанные с изоляцией организмов в искусственных условиях космического корабля. Полет в космическое пространство неизбежно связан с более или менее длительной изоляцией организмов в сравнительно небольших герметизированных кабинах космических кораблей. Ограниченность пространства и свободы движения, монотонность и однообразие обстановки, отсутствие многих привычных для жизни на Земле раздражителей создают совершенно особые условия. Поэтому необходимы специальные исследования физиологии высшей нервной деятельности, устойчивости высокоорганизованных существ, в том числе и человека, к длительной изоляции, сохранения в этих условиях работоспособности.

Как обеспечить жизнь в космическом полете?

Успешные полеты космонавтов вокруг Земли на космических кораблях и орбитальных станциях и высадка человека на Луну, запуски автоматических межпланетных станций к Луне, Венере и Марсу делают вполне реальными в будущем полеты человека к другим планетам. Чтобы осуществить в будущем такие полеты, которые будут длиться многие месяцы и, возможно, годы, необходимо решить очень сложные инженерно-технические и медико-биологические проблемы.

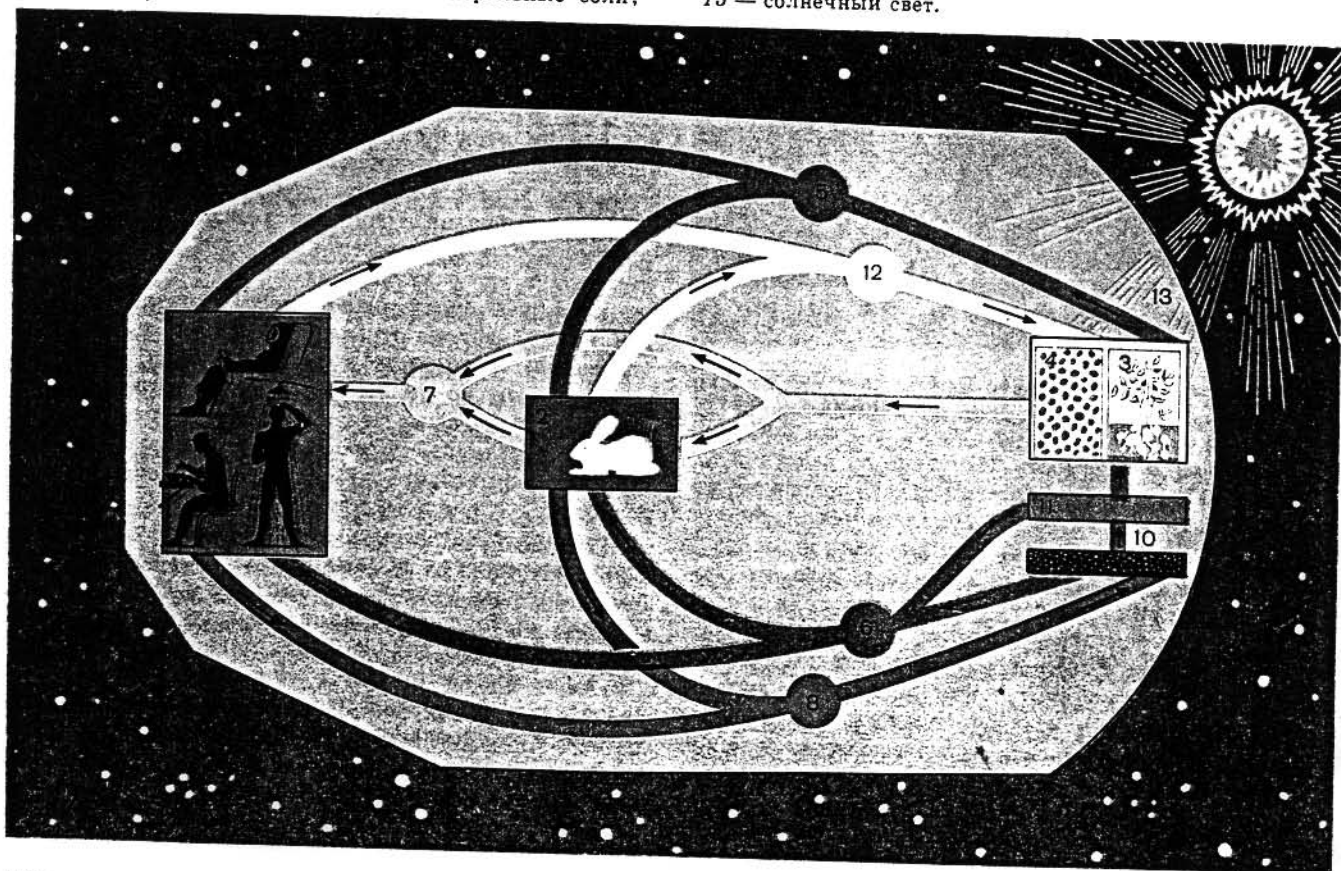
Одна из этих проблем — разработка и создание системы, которая неограниченно долгое время могла бы обеспечивать людей в космическом корабле и в случае высадки на другие планеты всем необходимым для нормальной жизни: кислородом, пищей, водой, очищать среду от углекислого газа и всевозможных отходов и продуктов жизнедеятельности. При нормальном функционировании организма человеку необходимо в сутки около 1000 г кислорода, 2200 г воды (для питья), около 500 г сухой пищи и примерно 1800 г воды для санитарных нужд — все

Схема замкнутого
экологического комплекса:

- 1 — человек;
2 — животные;
3 — высшие растения;
4 — одноклеточные

водоросли; 5 — кислород;
6 — вода; 7 — пища;
8 — отходы;
9 — минерализация
отходов;
10 — минеральные соли;

11 — питательная среда;
12 — углекислый газ;
13 — солнечный свет.



вместе это составляет около 5,5 кг. Это значит, что годовой запас этих веществ для одного космонавта составит около 2 т! Вес системы жизнеобеспечения, основанной на запасах, растет пропорционально увеличению числа членов экипажа и длительности полета.

Например, для экипажа из 5 космонавтов при трехгодичном полете он составляет около 30 т. Ясно, что стартовый вес корабля будет слишком большим. Такие корабли пока невозможно поднять от Земли и вывести на межпланетную трассу. Кроме того, взятые с Земли запасы могут в конце концов истощиться и время полета и пребывания космонавтов на других планетах будет жестко ограничено.

Может ли быть создана система, которая неограниченно длительное время обеспечит жизнь людей в космическом полете? Ученые пришли к выводу, что такую систему можно создать, если на борту корабля и на планетных станциях разместить и рационально скомпоновать сообщества различных организмов, которые обеспечивали бы полный биологический круговорот веществ, подобный тому, который существует на Земле.

Действительно, на нашей планете в течение многих миллионов лет протекают процессы дыхания, горения и т. д. В результате этих и других окислительных процессов непрерывно тратятся органические вещества, потребляется кислород, рассеивается энергия. Казалось бы, что уже давно должны были бы окислиться все органические вещества, истощиться запасы пищевых продуктов, топлива, кислорода и прекратиться жизнь. Однако этого не происходит. Ведь на Земле помимо процессов, в ходе которых потребляются органические вещества, кислород и энергия, протекает другой, противоположно направленный грандиозный процесс. В результате его за счет энергии солнечного света из полностью окисленных веществ — углекислого газа, воды — и некоторых минеральных элементов создаются сложные и многообразные органические продукты и выделяется кислород. Этот процесс — фотосинтез — протекает в листьях зеленых растений. Благодаря ему ежегодно связывается около 175 млрд. т углерода, образуется примерно 400 млрд. т органических веществ, выделяется 460 млрд. т кислорода и накапливается столько энергии, сколько ее могли бы дать

200 тыс. таких гигантов энергетики, как Куйбышевская ГЭС.

Таким образом, листья зеленых растений именно та «лаборатория», благодаря работе которой осуществляется непрерывный круговорот веществ и поддерживается жизнь на нашей планете. Имея в виду именно эту функцию зеленых растений, выдающийся русский ученый К. А. Тимирязев около 70 лет назад писал о «космической роли растений». В наше время, когда человечество получает возможность путешествовать в космосе, фотосинтез приобретает космическую роль в прямом смысле — уже как средство, которое может обеспечить неограниченно долгое время жизнь людей в межпланетных полетах.

Зеленые растения на борту корабля при неограниченных количествах света от Солнца или источников ядерной энергии позволят создать такие замкнутые экологические системы (часть их составит и экипаж космонавтов), в которых в непрерывном круговороте будет находиться одно и то же взятое с Земли количество веществ. Человек, поглощая кислород, будет выдыхать углекислый газ, растения же, поглощая его, а также усваивая воду и минеральные соли, будут вновь и вновь создавать пищевые вещества и выделять кислород. Движущей силой этого процесса явится световая энергия. Твердые и жидкие отходы жизнедеятельности человека (после их минерализации) будут использоваться в качестве минерального питания растений и для получения чистой воды. Таким образом, замкнутый экологический комплекс позволит непрерывно циклически воспроизводить на борту космического корабля все необходимые для жизни человека условия.

Это не значит, конечно, что на борту космических кораблей появятся привычные для нашего глаза посевы сельскохозяйственных растений. Здесь будут созданы такие инженерно-биологические системы, в которых культивированием растений займутся, по видимому, автоматы. Какие же растения будут выращиваться в космосе? Особенный интерес представляют одноклеточные зеленые водоросли, например хлорелла. Она имеет микроскопические размеры, очень быстро размножается и отличается высокой активностью фотосинтеза. Эта водоросль может культивироваться в питательных средах, поглощая за короткий срок большое количество углекислого газа, выделяя кислород и накапливая значительные количества биомассы. Биомасса хлореллы содержит до 50% белков, до 20% жиров, углеводы, витамины и другие ценные вещества. Очень важно, что весь процесс выращивания водорослей автоматизирован.

Успехи, достигнутые на пути интенсификации роста и биосинтеза микроскопических водорослей, по-

зволяют уже сейчас обеспечить с помощью 25—35 кг суспензии водорослей воспроизводство воздуха и пищи на одного человека. Найдены и пути управления качественной стороной фотобиосинтеза водорослей. Можно получать от них биомассу, которая по соотношению белков, жиров и углеводов практически полностью копирует соотношение этих веществ в пищевом рационе человека. Это не значит, конечно, что в составе замкнутого экологического комплекса будут только одноклеточные водоросли. В него, безусловно, должны быть включены привычные для человека высшие растения, а также животные и некоторые микроорганизмы.

Работа по созданию замкнутого экологического комплекса связана с большими трудностями, так как все звенья такого биологического сообщества должны быть в высшей степени строго согласованы друг с другом, в определенной зависимости соподчинены и взаимно обеспечивать друг друга веществами и энергией. Должны быть учтены воздействия космической радиации на различные организмы, действие перегрузок, невесомости и всех тех факторов, с которыми неизбежно столкнется живой организм в специфических условиях космического полета.

Поиск и изучение внеземных форм жизни

Есть ли жизнь на других планетах? Каковы ее формы и свойства? Может ли жизнь быть занесена с одного небесного тела на другое? Все эти вопросы издавна интересуют людей. Крупнейшие ученые предполагали, что жизнь существует не только на нашей планете, но строго научного, неопровержимого доказательства этому не было. Только теперь, когда в космическое пространство проникли ракетные аппараты, можно на практике искать ответ на вопрос: существует ли жизнь вне Земли? Крупный раздел космической биологии — *экзобиология* ставит своей задачей поиски в космическом пространстве и изучение простейших форм жизни, элементарных биохимических процессов и веществ, как близких к земным, так и отличающихся от них. Она изучает также жизнь на других планетах. Важная задача экзобиологии — разработка профилактических методов, предотвращающих неконтролируемый занос на Землю внеземных микроорганизмов вместе с возвращающимися космическими летательными аппаратами и случайное перенесение земных организмов на другие планеты и в космическое пространство.