Создание замкнутых систем жизнеобеспечения для осуществления космических полетов

Веклич А.В., Ерушевич Д.А., Шипунов В.А.
Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ 660074,
Красноярск, ул. Киренского 26.
Военно-Инженерный институт СФУ
660011, Красноярск, ул. Академгородок 13 А.
E-mail: teplov.95@mail.ru

В данной статье рассматриваются основные принципы создания замкнутых систем жизнеобеспечения для осуществления автономных космических полетов.

Ключевые слова: система жизнеобеспечения, замкнутая система,"БИОС-1","БИОС-2","БИОС-3".

This article discusses the basic principles of creating a closed life-support systems for autonomous space missions.

Keywords: life-support system, a closed system, "BIOS-1", "BIOS-2", "BIOS-3"

В наше время люди все чаще задумываются о том, чтобы покинуть пределы родной планеты, начать осваивать Луну, Марс. «Если мы хотим сохраниться, выжить и развиваться, мы должны идти за пределы Земли, потому что нашу планету придется когда-нибудь покинуть», – убежден космонавт-испытатель, профессор Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ Сергей Кричевский. Однако существует много серьезнейших проблем, связанных с длительным нахождением человека в космосе. Может ли человек длительное время существовать изолированно от окружающей его на Земле природной среды, без запасов пищи, воды, без подачи богатого кислородом свежего воздуха, необходимого для дыхания? Этот вопрос показался бы странным в 1-ой половине 20-го века, но после выхода человека в космос он сразу же приобрёл большой практический интерес в связи с оценкой возможности далеких космических полётов и создания поселений на других планетных телах Солнечной системы. Недостижимой мечтой при освоении космоса всегда были замкнутые системы жизнеобеспечения. Экипаж, не нуждающийся в дополнительных запасах кислорода и пищи, который можно надолго поселить на Луне или космической станции. Но даже на этапах самой идеи о постройке такой системы возникли существенные проблемы. Одна из главных проблем – это как обеспечить человеку в космосе необходимые ему кислород, воду и пищу на протяжении длительного промежутка времени? Еще одна проблема – вредоносное действие различных видов микроорганизмов. Также необходимо сказать, что очень дорого стоит каждый килограмм полезного груза, выводимого на орбиту. Поэтому взять с собой более-менее приличный запас кислорода и продуктов питания практически невозможно, а подвозить баллоны с кислородом, запасы воды и продовольствия, к примеру, на Марс слишком далеко и хлопотно. Дорога туда и обратно с короткой остановкой займёт как минимум 500 дней. Не для кого не секрет, что всё живое на нашей планете существует за счет круговорота веществ. Мы потребляем кислород, который выделяют растения в процессе фотосинтеза, и выдыхаем необходимый для жизни растений углекислый газ. Все что мы едим, также растет на Земле и использует для роста вещества, которые в конечном итоге возвращаются в круговорот. Красноярские ученые решили создать такой круговорот искусственно. В Институте биофизики работа по созданию замкнутых систем жизнеобеспечения началась в 60-х годах прошлого века. Основатели системы академики Леонид Васильевич Киренский, Иосиф Исаевич

Гительзон и Иван Александрович Терсков пошли к куратору космической программы в Советском Союзе Сергею Королёву. После того как они объяснили ему свой замысел, Королёв сказал: «На такой проект я дам денег». А на вопрос, когда такая система должна быть готова, он ответил: «Вчера!» Это было время первых космических успехов и энтузиазма, и Королёв планировал, что вскоре на Луне будут построены первые поселения. Сначала нужно было решить вопрос, чем человек будет дышать. В первой системе "БИОС-1" ставку делали на водоросли – хлореллу. Первым устройством, которое восполняло затрачиваемый кислород, стал водорослевый культиватор – большой бак, в котором растут водоросли. Одноклеточная водоросль хлорелла поглощала углекислый газ и обеспечивала человека кислородом. Первый вариант системы был очень простой – испытуемый сидел в герметичной кабине и дышал через трубочку. Объём кабины был 12 $м^3$, а объём культиватора с водорослями – 20 литров. В кабине было выполнено несколько экспериментов. Самый короткий длился 12 часов, самый длинный – 90 суток. Хлорелла прекрасно поглощала углекислый газ и выдавала кислород, однако использовать её в пищу, как ни бились, так и не научились. После того как были созданы культиваторы, которые могут снабжать человека кислородом, систему стали усложнять. В неё добавили высшие растения – пшеницу и овощи. Если представить физические размеры системы, то к первой комнате размером 2 метра в длину, 3 метра в ширину и 2 метра в высоту добавили комнату размерами 2х2х2 метра. В этой добавочной комнате как раз и находились растения. Это сделали, чтобы повысить замкнутость системы: одноклеточную водоросль хлореллу человек есть не мог, а вот пшеница или овощи – еда привычная. Так как растений в системе стало больше, в эксперименте смогли участвовать уже два человека. Было проведено два основных эксперимента длительностью 30 и 73 суток. В результате удалось доказать возможность длительной жизни искусственной экосистемы «человек – микроводоросли – высшие растения».В конце концов, было решено организовать относительно комфортные и приемлемые для жизни человека условия. И вот в начале 1972 года была создана новая установка, получившая название БИОС–3 (Рисунок 1) .Она имела объём 300 $м^3$ (можно сказать, как большой загородный дом) и включала четыре больших помещения одинаковых размеров: жилой модуль с индивидуальными каютами для трёх испытателей и три модуля с растениями для воспроизводства пищи и восстановления атмосферы и воды. В середине 70-х прошла серия длительных экспериментов с участием людей. Экипажи по 2-3 человека жили внутри системы до 3 месяцев и обходились без посторонней помощи. Они выращивали пшеницу, мололи зерно на электрической мельнице и выпекали свежий хлеб. Варили супы и заправляли их овощами с собственного космического огорода.Самый длинный эксперимент продолжался 180 дней. Почти полгода три человека провели в изолированном от окружающей среды герметичном бункере. Система успешно обеспечивала экипажу жизнь. Не только вода и воздух циркулировали между человеком и маленьким кусочком биосферы, – вся растительная диета тоже была частью процесса круговорота. Увы, продукты животного происхождения в замкнутой системе до сих пор недоступны. Согласно расчётам коэффициент замыкания по пище составил 50-75 %. То есть примерно половина всех потребностей в еде удовлетворялась за счёт того, что вырастало на грядках закрытого бункера. Остальная половина была взята в начале эксперимента в виде запаса – тюбиков «космической» пищи.

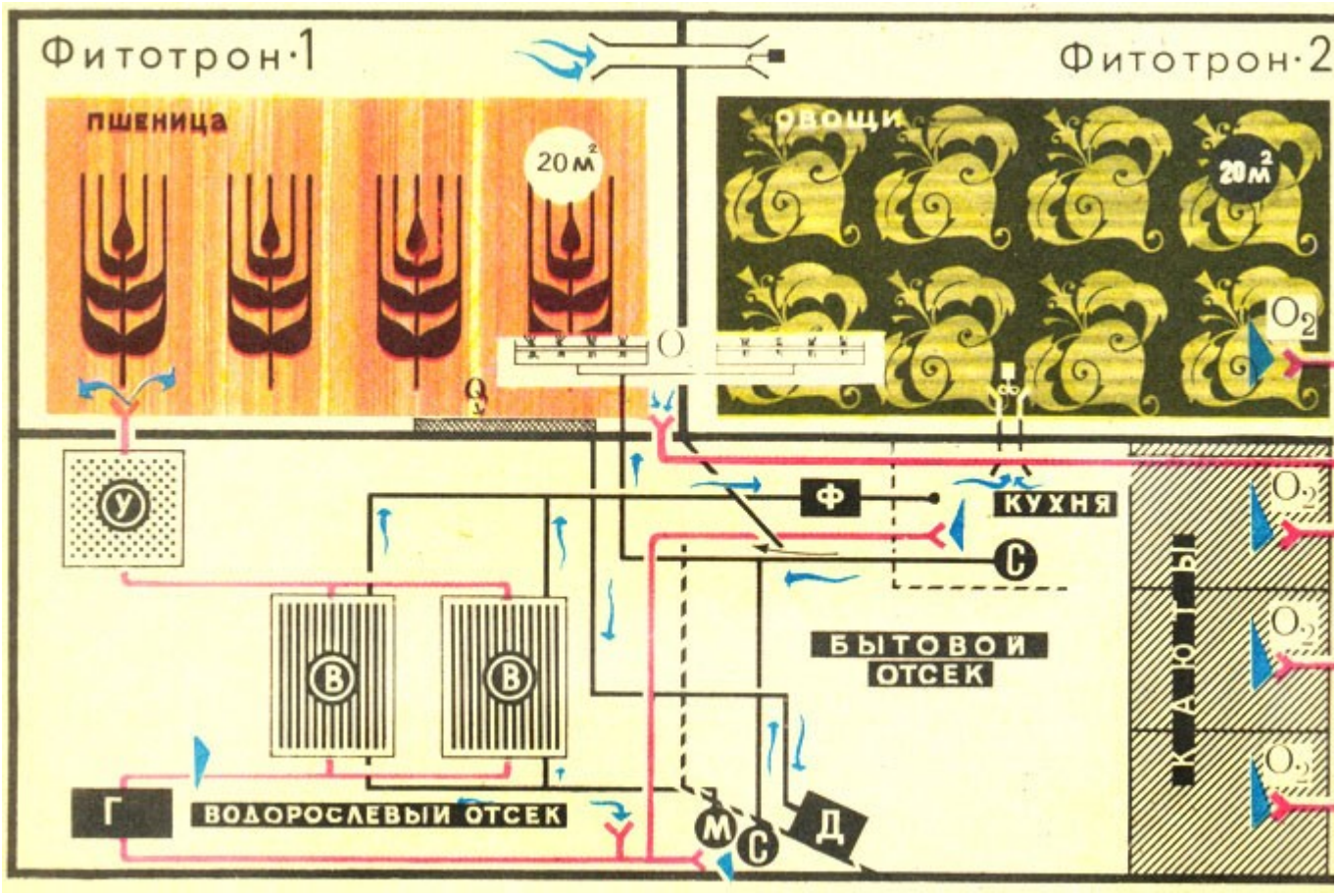


Рисунок 1- «Схема установки «БИОС-3»»

В 1971 году в отделе биофизики создана экспериментальная установка «БИОС–3», представляющая собой автономную по управлению замкнутую экологическую систему жизнеобеспечения. Длительными экспериментами в наземном комплексе «БИОС–3» с экипажем и высшими растениями показано, что в искусственной экологической системе «человек–высшие растения», замкнутой по газу на 100%, водообмену – на 80% и пищевому на 55% возможен устойчивый сбалансированный круговорот веществ.

Список литературы

1. https://vz.ru/information/2012/2/10/560399.html
2. https://www.navigato.ru/number/378/publication/11655
3. http://www.krasrab.com/archive/2006/09/23/01/view_article\
4. http://www.trud.ru/article/26-09-2006/108253_korolev_by_obidelsja.html
5. http://photo.kirensky.ru/