



— Оранжерея «Лада-2». Игорь Подольский показывает блок управления

совместно с Университетом штата Юта для экспериментов на МКС в 2000-х годах. «Лада» была проверена на устойчивость к вибрации и на электромагнитную безопасность и оснащена совершенно другим набором датчиков: кроме измерителей влажности в прикорневом слое, здесь были впервые установлены датчики изменения концентрации кислорода, углекислого газа, давления. На трех уровнях изменялись температура и интенсивность света. «Благодаря этим экспериментам мы поняли, как можно создать автоматический полив», — объясняет Подольский. — В вегетационном сосуде «Лады» было установлено шесть датчиков, алгоритм усреднял показания по всему объему, и космонавты могли устанавливать среднее влагосодержание в течение эксперимента. Все выращивалось в автоматическом режиме. В зависимости от требований растений мы могли устанавливать фотопериод. Мы выращивали горох, редис, салат, для пшеницы ставили круглосуточное освещение».

Новая усовершенствованная оранжерея типа «Лада» с новыми светодиодными светильниками и полностью автоматической системой управления отправилась на МКС в декабре 2016 года на борту грузового корабля «Прогресс МС-04». Но грузовик не долетел до станции, во время запуска произошла авария — и он упал на территории Тувы.

## Лунные базы и марсианские сады

Эксперименты с оранжереями на орбите позволили сделать следующий шаг — создать большую установку, которая будет снабжать космонавтов свежей зеленью. Работа над цилиндрической оранжереей «Витацикл» началась еще в 1990-х годах. Сейчас создан работающий прототип, посевная площадь которого составляет 0,48 м<sup>2</sup>. Это камера с вращающимся цилиндром внутри. В цилиндре — почвозаменитель и кюветы для растений. Цилиндр медленно вращается внутри камеры, на внутренней поверхности которой находятся светодиодные лампы. Космонавты в ходе эксперимента будут высаживать посадочную планку с наклеенными семенами. На следующем шаге цилиндра растения будут высаживаться в следующую кювету, и так до тех пор, пока не будет заполнена вся поверхность цилиндра. К тому моменту, когда цилиндр сделает два оборота, салат вырастет, и космонавту останет-

— Маргарита Левинских и Игорь Подольский учат работе с оранжереей «Лада-2» космонавтов основного экипажа экспедиции МКС-50 Андрея Борисенко и Сергея Рыжикова

ся лишь открыть люк камеры, срезать салат, а на его место вставить следующую планку с семенами — все это займет несколько минут. Через 72 дня почвозаменитель необходимо сменить, потому что в нем истощатся минеральные элементы, а самое главное — он зарастет корнями, поэтому в комплект будет входить запасной кювет с субстратом.

В ИМБП разработан и аванпроект овощной оранжереи для марсианского транспортного корабля, основанной на принципах «Витацикла», но ученые не слишком оптимистично настроены по отношению к экспедициям к Луне и Марсу. Чтобы разработать системы жизнеобеспечения для них, нужны исследования и эксперименты, нужны и ученые, и финансирование. Но молодых ученых, готовых перенять опыт старшего поколения, немного, а те, что есть, не всегда знакомы с опытом предшествующих поколений.

«Нельзя сказать: завтра мы летим на Марс, и послезавтра там вырастут фикусы! — говорит Маргарита Левинских. — Решение любой проблемы требует затрат, требует ученых, которые будут в этой области работать, инженеров. А мы разогнали все, что можно было разогнать! Остались лишь несколько человек, которые имеют представление, что это такое. Можно было это все продолжать, но решение о продолжении экспериментов зависит не от нас, а от Роскосмоса. К нам тут приходил молодой ученый из института — не скажу, из какого, — и говорит: мы сейчас сделаем водорослевый реактор, который просто будет отличным. Я веду их к нам и говорю: если вы хоть по какому-нибудь параметру превзойдете вот эту вот «Сирень», которая сделана в 1960-е и стоит у нас, вот я снимаю шляпу и съем ее. Сейчас между поколениями исследователей получился огромный разрыв, и многие начинают заново, не зная, что все это уже изобретено!»

Впрочем, возможно, разрыв все же удастся преодолеть за счет энтузиастов и школьников. И это не шутка: ИМБП одобрил к проведению на МКС два детских космических эксперимента с растениями. Первый эксперимент будет изучать, как влияет гравитация и разные режимы освещения на культуру ряски, которая сейчас рассматривается как одно из растений для создания биологического замкнутого цикла. Второй эксперимент сможет определить потенциально самый эффективный спектр освещения для растений в оранжерее, для чего школьники планируют вырастить три контрольные группы семян, освещенные светодиодными лампами только одного спектра: синего, красного или белого.

НАТАЛИЯ ФЕРАПОНТОВА

## ЮЛИЙ БЕРКОВИЧ, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИМБП РАН:

«У многих исследователей были иллюзии, что в ограниченном объеме можно создать простую систему, которая будет работать если не бесконечно долго, то годы. Другие считали, что если взять какой-то объем, обеспечить туда приход света и расположить в этом объеме как можно большее количество видов растений, животных, то есть элементов земной биосферы, то с течением времени эти виды образуют новую узенькую биосферу, в которой все начнет работать, как в земной. Эксперимент «Биосфера-2» показал, что на это нельзя рассчитывать. Поэтому надо делать строго регулируемую, простую систему жизнеобеспечения с включением биологических звеньев, рассчитанную на строго ограниченный срок космического полета. Эту задачу можно решить. Но решить задачу организации биологического круговорота в искусственно созданной биосфере на сегодняшний день мы не можем».



## ПОЛТОРА ГЕКТАРА ЗАМКНУТОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Самую масштабную попытку создать замкнутую биосистему предприняли не ученые, а любитель — миллиардер Эдвард Басс, который в 1990-е годы построил в штате Аризона гигантскую конструкцию площадью полтора гектара — «Биосферу-2». Там были «джунгли» и «океан», ферма с козами, свиньями и курами, инсектариум с 250 видами насекомых, бассейны с рыбами и креветками. Всего было завезено около 3000 видов растений и животных.

Но уже через месяц оказалось, что под куполом «Биосферы» накапливается избыточное количество углекислого газа, концентрация кислорода снижается, вредители плодов размножаются быстрее, чем их естественные враги — насекомые, а предполагаемая пища — свиньи — наоборот, набирать вес и размножаться не высказала желания. Проблемы росли, здоровье бионавтов ухудшалось, и чтобы довести эксперимент до конца, участникам стали поставлять кислород и продукты, что было нарушением условий.

После серии неудачных экспериментов 1991-94 годов «Биосфера-2» была передана под научный надзор Обсерватории Земли при Колумбийском университете, а в начале 2000-х — выставлена на продажу. Купивший «Биосферу-2» Аризонский университет в настоящее время проводит междисциплинарные исследования на семи моделях разных экосистем