

SPACEBORN UNITED: MISSIONS PLANNED FOR HUMAN CONCEPTION AND CHILDBIRTH IN SPACE

Egbert K.A. EDELBROEK,
Dr. (Sociology) Chief Researcher & CEO,
SpaceBorn United, Eindhoven, The Netherlands,
egbert.edelbroek@spacebornunited.com

ABSTRACT | Most large space agencies and companies are preparing missions for human settlements on the Moon and Mars. Such an essential, but controversial life science challenge as reproduction in space is difficult to address for these organisations. However, scientific community is convinced that it's necessary to respond to this challenge, otherwise real space expansion is impossible. SpaceBorn United company is engaged in researches in this field and is working at the creation of a scientific-technical base to provide for human reproduction in space. Dr. Egbert K.A. Edelbroek, the company's CEO, tells what technologies the company is planning to use and how childbirth in space is possible.

Keywords: *reproduction in space, assisted reproductive technologies, conception, IVF, childbirth, space race, space life science*

КОМПАНИЯ SPACEBORN UNITED: ПЛАНИРУЕМЫЕ МИССИИ ПО ЗАЧАТИЮ ЧЕЛОВЕКА И РОДАМ В КОСМОСЕ



ЭГБЕРТ К. А. ЭДЕЛЬБРОК,
доктор социологии, генеральный директор компании
SpaceBorn United, Эйндховен, Нидерланды,
egbert.edelbroek@spacebornunited.com

АННОТАЦИЯ | Большинство крупных космических агентств и компаний занимается подготовкой экспедиций для создания поселений на Луне и Марсе. Эти организации сталкиваются с трудностями в связи с таким важным, но дискуссионным вызовом со стороны биомедицины, как репродукция в космосе. Однако научное сообщество убеждено – на этот вызов необходимо ответить, иначе настоящая космическая экспансия невозможна. Компания SpaceBorn United проводит исследования в этой области и создает научно-техническую базу для обеспечения воспроизводства человечества в космосе. О том, какие технологии планирует использовать компания и как можно провести роды за пределами Земли, рассказывает генеральный директор компании доктор Эгберт Эдельброк.

Ключевые слова: *репродукция в космосе, технологии искусственного оплодотворения, зачатие, ЭКО, роды, космическая гонка, космическая биомедицина*



Рис. 1. Главное здание компании SpaceBorn United, Эйндховен, Нидерланды

КАМЕНЬ ПРЕТКНОВЕНИЯ ДЛЯ НАЛОГОПЛАТЕЛЬЩИКОВ


Правительственным организациям трудно решать задачи, связанные с космической биомедициной. С аналогичными препятствиями сталкиваются и крупные коммерческие агентства, особенно когда речь идет о продолжении человеческого рода в космосе. Это весьма деликатная тема, и ее можно назвать камнем преткновения для многих налогоплательщиков. Расходование средств на долгосрочные цели с учетом меняющихся политических приоритетов вызывает сомнения граждан, и возможность получения необходимой поддержки оказывается под угрозой [1]. Приоритетность для правительственных организаций инженерно-проектных работ, в свою очередь, снижает вероятность финансирования [2].

Тем не менее необходимо предпринимать какие-то шаги, для того чтобы планы по созданию независимых космических поселений реализовались. Чтобы стать межпланетным биологическим видом, людям просто необходимо научиться размножаться в космосе. Поэтому космические агентства признают необходимость проведения соответствующих исследований и прямо призывают независимые компании, специализирующиеся на этой проблеме,

заняться ее решением [1, 3]. SpaceBorn United приняла этот вызов. Мы переводим результаты наших исследований в плоскость разработки космических миссий и необходимого для них биомедицинского оборудования.

ПРОГРАММА МИССИЙ

Размножение состоит из различных этапов, а космос — из многих зон, каждая из которых связана с определенными рисками [4, 5]. Эти риски необходимо минимизировать. Поэтому каждая из наших программ сосредоточена только на одной стадии репродукции и только на одной зоне космоса. В центре нашего внимания изначально находится зачатие и раннее эмбриональное развитие человека вблизи от Земли (на низкой околоземной орбите). В данных условиях зачатие происходит не естественным путем, а с использованием вспомогательных репродуктивных технологий (ART¹) или ЭКО, внутри системы жизнеобеспечения. Такой системой является инкубатор эмбрионов, который ежедневно используется в клиниках ЭКО по всему миру [6]. Мы перепроектируем это устройство для применения в космосе. Как только инкубатор окажется в космосе, произойдет зачатие, и сформировавшиеся эмбрионы начнут развиваться [7]. Через пять дней эмбрионы вернутся на Землю. Мы рассчитываем осуществить эту миссию



МЫ ЗНАЕМ, ЧТО ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭМБРИОНОВ НЕОБХОДИМА ГРАВИТАЦИЯ, НО НЕ ЗНАЕМ, КАКОЙ ЕЕ УРОВЕНЬ БУДЕТ ДОСТАТОЧНЫМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЗДОРОВОГО ЭМБРИОНА. ПОЛУЧИТЬ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭТОМ — ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЦЕЛЕЙ НАШЕЙ МИССИИ КОСМИЧЕСКОГО ИНКУБАТОРА. ОН СКОНСТРУИРОВАН ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЧТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ РЕГУЛИРУЕМОЕ ИСКУССТВЕННОЕ ПРИТЯЖЕНИЕ. БЛАГОДАРЯ ЭТОМУ МОЖНО ГЕНЕРИРОВАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ВЛИЯНИЕ НА ЭМБРИОН РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ГРАВИТАЦИИ НА НИЗКОЙ ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ.



Рис. 2. Варианты космических аппаратов для миссии космического инкубатора:

а) Launcher One (Virgin Orbit, США)

б) Dream Chaser (Sierra Nevada Corporation, США)

через пять лет. Мы изучаем варианты полетов на пилотируемых космических аппаратах (на носителях, предоставляемых, например, компаниями Alpha Space или Space Application Services), а также рассматриваем специальные полеты на многоразовом биоспутнике с устройством для возвращения на Землю (например, Launcher One компании Virgin Orbit).

Перед использованием образцов человеческих клеток прототип устройства будет испытан и проверен на клетках млекопитающих. [7, 8, 9]. Наша миссия по деторождению во время 24–36-часового полета на низкой околоземной орбите ожидается через 10–15 лет.

Через восемь с половиной месяцев после зачатия плод полностью сформируется, и роды

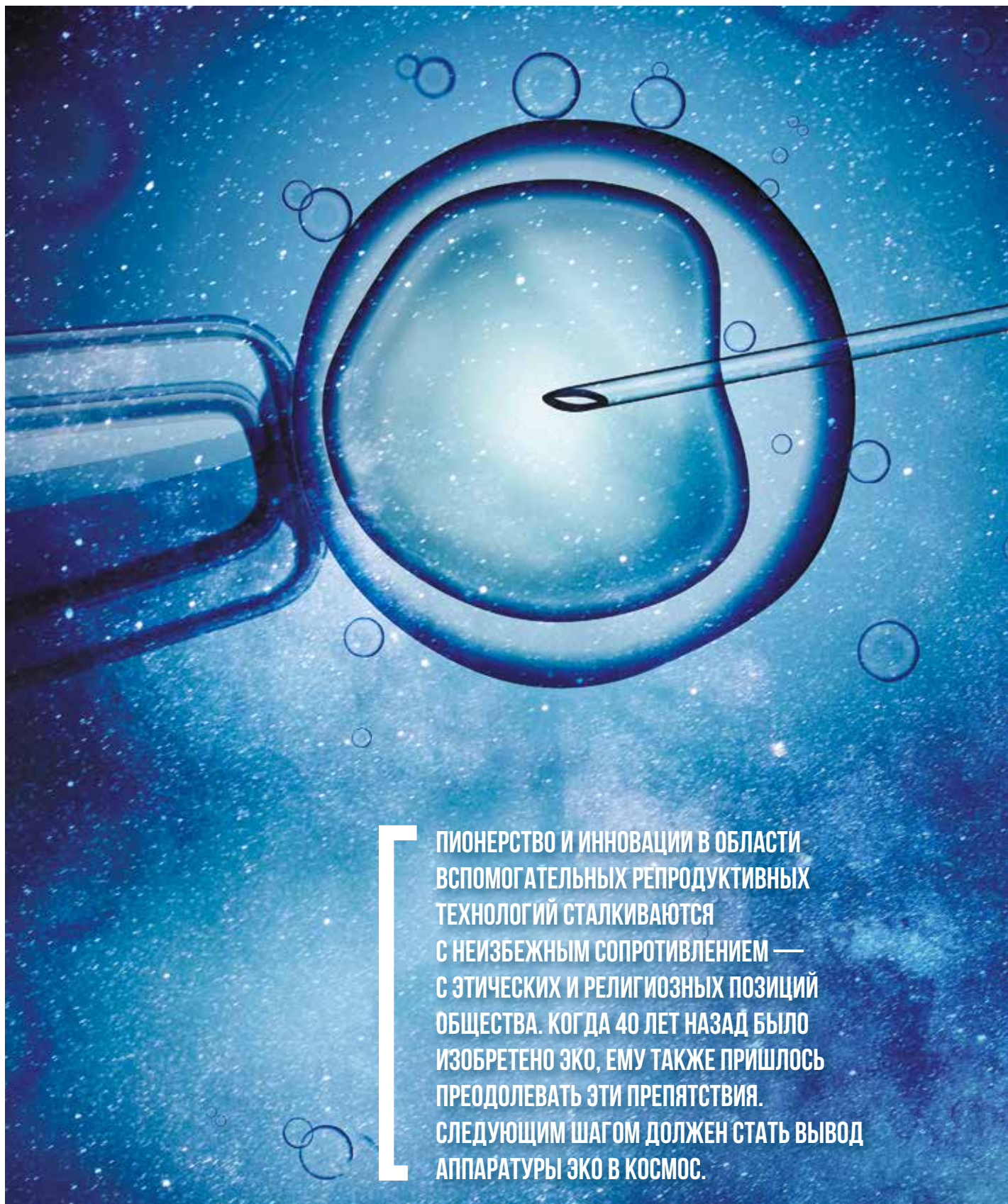
можно будет безопасно стимулировать, как это регулярно делается на Земле [6, 10]. Безусловно, эта миссия требует многих дополнительных мер безопасности, поскольку в ней будут участвовать не профессиональные космонавты, а беременная женщина и медицинский персонал. В связи с этими подготовительными работами и ввиду большой нагрузки на космический аппарат миссия обойдется намного дороже обычных космических полетов.

ПОДДЕРЖКА СО СТОРОНЫ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И УНИВЕРСИТЕТОВ

Для проведения этих исследований и планирования миссий требуются экспертные знания и опыт в области биомедицины, этики, космических технологий и права [5, 11]. Разумеется, было бы странно, если бы небольшая молодая компания смогла реализовать такие грандиозные планы своими силами. Единственный путь к успеху — поддержка международной группы экспертов и промышленных партнеров.

К счастью, нам не пришлось начинать с нуля. Мы используем опыт разработок, которые уже проводятся различными исследовательскими группами, такими как Институт медико-биологических проблем (Россия), NASA Ames, Университет Индианы (США), SCK-SEN (Бельгия), Российская академия наук, Университет Яманаси и JAXA Rodent Studies (Япония), и это лишь некоторые из них [8, 12, 13, 14].

**ЕДИНСТВЕННЫЙ СПОСОБ ПРИЕМЛЕМОГО
С ЭТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
ПРОВЕДЕНИЯ РОДОВ В КОСМОСЕ —
УБЕДИТЬСЯ, ЧТО ОБЩИЙ РИСК МИССИИ
НЕ ВЫШЕ, ЧЕМ ВО ВРЕМЯ ОБЫЧНЫХ
СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИХ РОДОВ
НА ЗЕМЛЕ.**



ПИОНЕРСТВО И ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ СТАЛКИВАЮТСЯ
С НЕИЗБЕЖНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ —
С ЭТИЧЕСКИХ И РЕЛИГИОЗНЫХ ПОЗИЦИЙ
ОБЩЕСТВА. КОГДА 40 ЛЕТ НАЗАД БЫЛО
ИЗОБРЕТЕНО ЭКО, ЕМУ ТАКЖЕ ПРИШЛОСЬ
ПРЕОДОЛЕВАТЬ ЭТИ ПРЕПЯТСТВИЯ.
СЛЕДУЮЩИМ ШАГОМ ДОЛЖЕН СТАТЬ ВЫВОД
АППАРАТУРЫ ЭКО В КОСМОС.

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Пионерство и инновации в области вспомогательных репродуктивных технологий, естественно, сталкиваются с неизбежным сопротивлением — с этических и религиозных позиций общества. Когда 40 лет назад было изобретено ЭКО, ему также пришлось преодолевать эти препятствия. Прошло более 10 лет, прежде чем идею искусственного оплодотворения приняло и поддержало большинство стран [11, 15]. Следующим шагом должен стать вывод аппаратуры ЭКО в космос.

ДЛЯ УЧАСТИЯ В ОТБОРЕ БУДУТ ПРИГЛАШЕНЫ КАНДИДАТЫ И МЕДИЦИНСКИЙ ПЕРСОНАЛ ВСЕХ РАС, ЛЮБОЙ РЕЛИГИОЗНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ИЗ ВСЕХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ. ГРУППА, КОТОРАЯ ПОЛЕТИТ В КОСМОС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РОДОВ, ДОЛЖНА БЫТЬ ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНОЙ.



Однако эмбриональное развитие в космосе — это один аспект дискуссии, но сама возможность подвергнуть уязвимую беременную женщину опасности, связанной с запуском космического корабля и непосредственным пребыванием на орбите, вызывает закономерные вопросы [16, 17]. Беременные женщины несут юридическую ответственность за своих нерожденных детей. Это включает в себя законное право принимать решения о том, подвергать ли их определенным рискам [11, 18]. В этом смысле каждая женщина может свободно участвовать в миссии по рождению ребенка в космосе. Организация, способствующая этому, юридически обязана обеспечить оптимальные меры по уходу и безопасности, включая адекватный отбор кандидатур и отказ в участии лицам, преследующим какие-либо сомнительные цели [3, 19]. В то же время мы позволяем участникам в любой момент, даже за несколько часов до планируемого запуска в космос, выйти из программы.

На данный момент нам уже удалось минимизировать многие связанные с нашей задачей риски. Поскольку этические ценности в обществе находят свое отражение в законодательстве, правовые нормы также помогают решать этические проблемы.

Если быть более конкретным, правовая сфера нашей деятельности связана с законодательством в области искусственного оплодотворения. За последние 30 лет в разных странах это законодательство претерпело ряд изменений. В США некоторые аспекты исследований эмбрионов и лабораторных условий регулируются федеральным законодательством, но практическая деятельность в основном ведется в соответствии с указаниями Американского общества репродуктивной медицины [11]. В Европе основные правовые различия между странами связаны с селекцией эмбрионов, их замораживанием и донорством яйцеклеток. Для решения этических и правовых вопросов мы консультируемся с экспертами по этике, входящими в состав комитетов, которые принимают решения об ограничениях в области биомедицинских инноваций и космических миссий.

Выбор места для запуска имеет различные правовые аспекты — и это тема отдельной работы.

УСТРАНЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ РИСКОВ ПРИ ЗАЧАТИИ И РОДАХ В КОСМОСЕ

Космос — враждебная среда для большинства живых существ. Для того чтобы подвергнуть эмбрионы и беременных женщин рискам, связанным с запуском космического аппарата и пребыванием в космосе, необходимо провести тщательную подготовку.

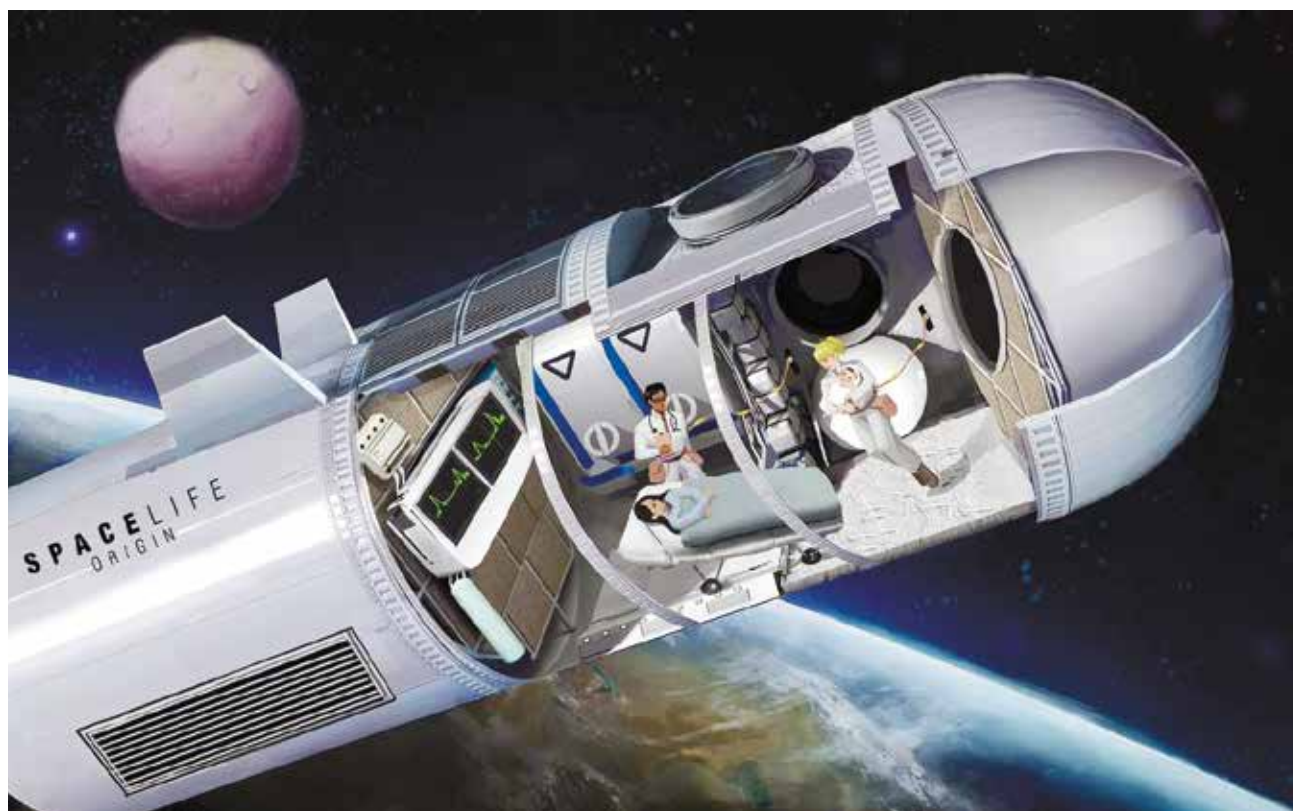


Рис. 3. Роды на борту космической станции

Основные опасности связаны с радиацией и микрогравитацией. Радиация в космосе намного выше, чем на Земле, где нас защищают слой атмосферы толщиной в 10 км и магнитное поле Земли. В космосе различные источники радиации могут повредить человеческую ДНК намного быстрее, а риск развития рака выше [12, 20]. Кроме того, наше тело привыкло к определенному уровню гравитации. При движении по орбите Земли или полете на Марс гравитация минимальна, и мышцам больше не нужно работать, чтобы сопротивляться ей, — поэтому они быстро слабеют. На Земле все жидкости в организме обычно притягиваются вниз. В космосе же они могут свободно перемещаться и оставаться в верхней части тела в большем объеме, чем мы привыкли, и это также создает проблемы [21]. Защита людей и эмбрионов от таких опасностей необходима [22].

Многие исследовательские группы работают над снижением этих рисков, чтобы защитить будущих астронавтов, космических туристов и жителей планируемых космических поселений. Благодаря этим исследованиям мы получили возможность использовать новейшие методы об-

работки клеток для повышения их устойчивости к радиации, а также использовать специальные тесты для отбора участниц, от природы обладающих повышенной устойчивостью к ней [12, 13].

Единственный способ приемлемого с этической точки зрения проведения родов в космосе — убедиться, что общий риск миссии не выше, чем во время обычных среднестатистических родов на Земле (по современным высоким стандартам) [11, 17]. Эксперты, поддерживающие нас в разработке проекта, убеждены в том, что это будет возможно в ближайшее время. Сроки, необходимые для достижения нашей цели, частично зависят от развития сектора космического туризма.

При запуске и возвращении на Землю пассажиры подвергаются воздействию повышенной силы тяжести. Для беременных женщин и новорожденных ограничения по безопасности, естественно, гораздо более строгие, чем для прошедших подготовку астронавтов. Интересной разработкой в этой связи мы считаем проект корпорации «Сьерра-Невада» Dream Chaser. Пики гравитации данного корабля постоянно находятся на уровне 3 g, что делает его уже на-

много более комфортным, чем 6 g, привычный для астронавтов уровень в настоящее время [2]. Для беременной женщины это все-таки слишком много, но разработки явно движутся в правильном направлении.

Для минимизации рисков потенциальные участницы программы должны соответствовать строгим критериям в отношении здоровья — как физического, так и психического [23, 24]. Это должны быть женщины, ранее рожавшие дважды без осложнений, — велика вероятность того, что и третьи роды пройдут гладко [11]. Во время беременности участницы будут находиться под пристальным наблюдением. Любые признаки того, что возможны осложнения, будут означать исключение участниц из программы полета (но им в любом случае будет оказана надлежащая медицинская помощь). Для минимизации негативного воздействия радиации одним из критериев отбора кандидаток является врожденная повышенная устойчивость к ней. У женщин всегда будет возможность отказаться от участия в программе до самого последнего момента перед запуском. По этим и некоторым другим причинам мы начнем с группы участниц, большинство из которых не попадут в космос [4, 25]. Члены семей кандидаток тоже участвуют в процессе отбора — ведь им потребуется особая поддержка. Также близкие будут помогать им во время беременности и после родов.

Так как наши планируемые миссии продолжают привлекать внимание средств массовой информации и иногда даже воспринимаются как шаги, способствующие человеческой эво-

люции, мы считаем своим долгом сделать их как можно более инклюзивными и объединяющими, на что указывает слово United в названии нашей компании. Это означает, что для участия в отборе мы будем приглашать кандидатов и медицинский персонал всех рас, любой религиозной принадлежности и из всех географических регионов. Группа, которая в конечном счете полетит в космос, должна быть интернациональной.

Если человечество хочет создать автономные поселения на Марсе, это, несомненно, подразумевает возможность продолжения рода. Иначе все крупные временные и финансовые вложения для отправки туда людей были бы практически лишены смысла. Однако пока никто не представляет, возможно ли это при уровне гравитации на Марсе 38 % от земной. Мы знаем, что для развития эмбрионов необходима гравитация, но не знаем, какой ее уровень будет достаточным для развития здорового эмбриона [8, 9]. Получить сведения об этом — одна из важнейших целей нашей миссии космического инкубатора. Он сконструирован таким образом, чтобы обеспечить регулируемое искусственное притяжение. Благодаря этому мы сможем генерировать и исследовать влияние на эмбрион различных уровней гравитации и проводить данные эксперименты вблизи от Земли, на низкой околоземной орбите [7, 26].

Являясь исследовательской платформой, инкубатор позволяет расширить сферу своего применения и проводить испытания на развивающихся эмбрионах различных млекопитающих на предмет влияния как гравитации, так и других параметров системы жизнеобеспечения. Таким образом, он может помочь в отборе видов млекопитающих, которые смогут успешно развиваться в желаемой будущей экосистеме Марса.

НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ГОНКА

В первые десятилетия освоения космоса в гонке участвовали исключительно правительства. Как только участие в космической деятельности было разрешено частным компаниям, многие разработки ускорились, что, разумеется, нисколько не помешало правительствам [2]. Несколько стран вышли на космическую арену, поддержав новую гонку. Традиционно в ней участвовали русские и американцы, но сейчас серьезные космические программы демонстрируют Индия, Китай, Япония, Канада, Израиль и Европа. Во многих случаях они объединяются в коалиции, как, например, в случае с «Лунными воротами» (Lunar Gateway) в сотрудничестве с партнерами МКС. Однако в противовес тако-

**РОССИЙСКИЙ УЧЕНЫЙ
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬ ДОКТОР ИГОРЬ
АШУРБЕЙЛИ — ОСНОВАТЕЛЬ ПЕРВОГО
КОСМИЧЕСКОГО ГОСУДАРСТВА
АСГАРДИИ — ПОДХОДИТ СО ВСЕЙ
СЕРЬЕЗНОСТЬЮ К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ
РОДОВ В КОСМОСЕ. НЕДАВНО ОН УПРОЧИЛ
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ АМБИЦИИ АСГАРДИИ,
ПОСВЯТИВ ДЕТОРОЖДЕНИЮ В КОСМОСЕ
БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ЕЕ ПЕРВОГО НАУЧНО-
ИНВЕСТИЦИОННОГО КОНГРЕССА.**

вым выступает новая тенденция к созданию космических сил. После заявления США о формировании национальных космических сил другие страны также озаботились созданием подобной структуры. В космической сфере военные аспекты, по-видимому, продолжают играть важную роль. А обострение конкуренции между растущим числом стран, которые готовятся к космической деятельности, стимулирует гонку уже за политический престиж. Все хотят заявить об уникальном достижении — к примеру, Китай планирует отправить первую женщину на Луну [2]. Кроме того, к гонке присоединяются и частные лица. Илон Маск стремится первым отправить людей на Марс. Согласно одному из наших источников, компания Virgin Galactic Ричарда Брэнсона заинтересована в том, чтобы взять на себя ответственность за деторождение в космосе и объединиться с нами. Российский ученый и предприниматель доктор Игорь Ашурбейли — основатель первого космического государства Асгардии — подходит со всей серьезностью к вопросу проведения родов в космосе. Недавно он упрочил соответствующие амбиции Асгардии, посвятив деторождению в космосе большую часть ее Первого Научно-инвестиционного конгресса.

ЗАДАЧА КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Развивающийся сектор космического туризма готовит беспрецедентные возможности для небольшого количества очень богатых людей. Представьте себе недельное пребывание в космическом отеле на околоземной орбите в невесомости и пробуждение с потрясающим видом на Землю с высоты 400 км. Наблюдение за облаками, вспышками молний, полярным сиянием... Мало кто не включил бы такой опыт в список своих желаний, если мог бы себе это позволить. Но подобное путешествие может стать привлекательным и для пар, которые видят уникальную возможность в зачатии первого ребенка в космосе естественным путем. Здесь сразу возникает вопрос о медицинских рисках, которым подвергся бы эмбрион, поэтому неконтролируемого зачатия в космосе следует избегать. Однако это может стать интересной задачей [1]. Самый простой способ решить ее — обеспечить безопасность зачатия и рождения в космосе еще до открытия первых космических отелей — тщательно контролируемым образом, на основе точных исследований, адекватного отбора и профессионального руководства.

Важно, что сектор космического туризма способствует расширению возможностей для без-

опасных родов в космосе. Будущие туристы не готовы к прохождению обширной подготовки и дискомфорта, связанному с гравитационными перепадами при запуске в космос и возвращении в атмосферу [3]. Для них разрабатывают гораздо более комфортабельные космические корабли с низкими гравитационными перепадами.

БУДУЩИЕ МИССИИ

Как уже говорилось, деторождение состоит из многих этапов, не только зачатия и родов. Полные девять месяцев беременности в космосе пока небезопасны. Это повлекло бы за собой слишком много рисков, для защиты от которых, в первую очередь, необходимо доработать несколько медицинских и технологических проектов. В будущем одним из способов устранения некоторых опасностей могут стать искусственные матки [27]. Другие возможные меры предполагают удаление и криохранение яичников и матки перед длительным космическим путешествием для обеспечения лучшей защиты от излучения и последующего вживления [17, 28]. Исследования CRISPR-Cas² также могут со временем предоставить варианты для доработки наших требований к радиационной устойчивости и уровню гравитации [2]. SpaceBorn United внимательно следит за этими и другими разработками в области вспомогательных репродуктивных технологий. Для достижения нашей долгосрочной цели мы готовимся к переходу от статуса компании с коммерческой направленностью к научному исследовательскому центру ARTIS.

ПРОДВИЖЕНИЕ ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МИССИЙ SPACEBORN UNITED

Мы впервые представили наши планы на Инновационном конгрессе в Сан-Франциско 23 октября прошлого года, включая пресс-релиз на шести языках. Новости о нашей работе быстро распространились более чем в 50 странах и в более чем 500 новостных сюжетах, а также появились в некоторых телевизионных передачах. Заявленные амбициозные сроки вызвали определенную долю законного скептицизма и были пересмотрены. Изначальная, более коммерческая, стратегия также изменилась в пользу четкого научного подхода, и это ускорило поступление запросов от организаторов научных конгрессов — в Остине, Арлингтоне, Хьюстоне, Дармштадте и Братиславе.

² CRISPR-Cas – адаптивная иммунная система микроорганизмов.



References

1. **Layendecker, A.** (2016). The implications of human sexuality and reproductive development factors in seeding humanities future throughout the cosmos. The Institute for Advanced Study of Human Sexuality.
2. **Devezas T., Salgado M.C.V., F.C.L. de Melo, Ribeiro J.R.** (2012). The struggle for space: Past and future of the space race. Technological Forecasting and Social Change. Vol. 79. Iss. 5. Pp. 963-985.
3. **Shelhamer, M.** (2017). Why send humans into space? Science and non-science motivations for human space flight, Space Policy. Vol. 42. Pp. 37-40.
4. **Straume, Tore & Blattning, Steve & Zeitlin, Cary** (2010). Radiation Hazards and the Colonization of Mars: Brain, Body, Pregnancy, In-Utero Development, Cardio, Cancer, Degeneration. Journal of Cosmology. 12. 3992.
5. **Szocik, K., Marques, R.E., Abood, S., Edzior, A.K., Lysenko-Ryba, K., Minich, D.** (2018). Biological and social challenges of human reproduction in a long-term Mars base, Futures.
6. **Williams R.S., Doody K.J., Adashi E.Y.** (2015) Public reporting of assisted reproductive technology outcomes: past present and future. American Journal of Obstetrics & Gynecology. Vol. 212. Iss. 2. Pp. 157-162.
7. **Lei, Cao, Zhang, Duan** (2019). Advances of Mammalian Reproduction and Embryonic Development Under Microgravity. Life Science in Space: Experiments on the SJ-10 Recoverable BioSatellite, pp. 281-315.
8. **Ronca A.E.** (2007). Effects of Spaceflight and Altered Gravity on Reproductive Processes of Female Mammals. Gravitational and Space Biology Bulletin 20 (2).
9. **Ronca A.E., Alwood J.S., Globus R.K., Souza K.A.** (2013). Mammalian Reproduction and Development on the International Space Station (ISS): Proceedings of the Rodent Mark III Habitat, Workshop, Gravitational and Space Research. Vol. 1 (1).
10. **Larsen, W.J., Schoenwolf, G.C., Bleyl, S.B., Brauer, P.R., Fracis-West, P.H.** (2014). Human Embryology, 5 th edition, Churchill Livingstone.
11. **Brezina P.R., Zhao Y.** (2012). The Ethical, Legal and Social Issues Impacted by Modern Assisted Reproductive Technologies. Obstetrics and Gynecology International. Vol. 2012. Pp. 324-331.
12. **Globus A., Strout J.** (2016). Orbital Space Settlement Radiation Shielding, Space Faring: The Radiation Challenge Introduction: Radiation Educator Guide, NASA, Pr. nr. EP-2008-08-116-MSFC.
13. **Hoey, van, O.** (2018). Shielding from cosmic radiation. SCK-CEN Academy for Nuclear Science and Technology. Belgian Nuclear Research Centre. 2018. Vol 81. Iss. 2. Pp. 337-342.
14. **Wakayama S., Kamadab Y., Yamanakac K., Kohdad T., Suzukie H., Shimazue T.** (2017). Healthy offspring from freeze-dried mouse spermatozoa held on the ISS Space Station for 9 months.
15. **Wang S.X.Y.** The Past, Present, and Future of Embryo Selection in In Vitro Fertilization: Frontiers in Reproduction Conference. The Yale Journal of Biology and Medicine. 2011. Vol 84. Iss. 4. Pp.487-490.
16. **Von der Dunk F.G.** (2012). Ethics in Space Research, EC Workshop on Ethics Issues, Brussels.
17. **Inhorn M.C., Gürtin Z.B.** (2011). Cross-border reproductive care: a future research agenda. Reproductive BioMedicine Online, Vol. 23. Iss. 5. Pp. 665-676.
18. **Präg P.** (2017). European Society of Human Reproduction and Embryology. Regulation and legislation in assisted reproduction. January 2017(6):134-139.
19. **Marboe, I.** (Ed.) (2012). Soft Law in Outer Space. The Function of Non-binding Norms in International Space Law. Wien, Köln, Weimar: Böhlau. Pp. 31-56.
20. **Baselet, B., Ramadan, R., Benotmane, A.M., Sonveaux, P. Baatout, S., Aerts, A.** (2017). Selected endothelial responses after ionizing radiation exposure.
21. **Ruden, D.M. et al.** (2018). Effects of Gravity, Microgravity or Microgravity Simulation on Early Mammalian Development. Stem cells and development. Vol. 27. No. 18. DOI: 10.1089/scd.2018.0024
22. **Mutke H.G.** (1981). Equipment for surgical interventions and childbirth in weightlessness. Acta Astronautica. Vol. 8. Iss. 4. Pp. 399-403.
23. **Gregory I.C.** (1974). The oxygen and carbon monoxide capacities of foetal and adult blood. The Journal of Physiology. 1974. Vol. 236. Iss. 3. Pp.625-634.
24. **Nooij S. & Bos J. & Groen E.L. & Bles W. & Ockels J.W., W.** (2007). Space sickness on Earth. Microgravity Science and Technology. 19 113-117. DOI: 10.1007/BF02919464
25. **Ronca A.E., Baker E.S., Bavendam T.G., Miller V.M., Tash J.S., Jenkins M.** (2014). Effects of Sex and Gender on Adaptations to Space: Reproductive Health. Journal of women's health. 2014. Vol. 23. Pp. 967-74. DOI:10.1089/jwh.2014.4915
26. **Ubbels, G., Berendsen, W., & Narraway, J.** (1989). Fertilization of frog eggs on a Sounding Rocket in space. Advances in Space Research. Vol. 9. Iss. 11. Pp. 187-197.
27. **Gelfand S., Shook J.R.** (2006) Ectogenesis: artificial womb technology and the future of human reproduction. Values in Bioethics. Iss. 184.
28. **Brown R., Harper J.** (2012)/ The clinical benefit and safety of current and future assisted reproductive technology. Reproductive BioMedicine Online. Vol. 25. Iss. 2. Pp. 108-117.

© Эдельброк Эгберт К. А., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 22.10.2019
Принята к публикации: 09.11.2019

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Эдельброк Эгберт К.А. Компания SpaceBorn United: планируемые миссии по зачатию человека и родам в космосе // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 4. С. 26-36.