

## **ПЕРВЫЕ ШАГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОММУНИКАЦИИ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КОСМОНАВТОВ ПРИ ПОМОЩИ СОЦИАЛЬНЫХ РОБОТОВ**

*Р.А. Богачёва, А.Н. Супотницкий*

ООО «Нейроботикс», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина», Москва, Россия

Статья посвящена анализу опыта использования роботов для коммуникации и психологической поддержки космонавтов. Рассматриваются: специфика внешнего вида робота, способы построения эффективной коммуникации, проблема доверия при взаимодействии космонавтов с антропоморфными роботами. Анализируются современные образцы роботов космического назначения. Приводятся критерии необходимости и возможности роботизации полётных операций. Обсуждаются перспективы развития космического направления социальной робототехники. Рассматриваются перспективы создания нового робота-андронавта компанией «Нейроботикс».

**Ключевые слова:** коммуникация, социальный робот, социальная космическая робототехника, психологическая поддержка космонавтов, инженерная психология, внутрикорабельная и внекорабельная деятельность, Андронавт.

## **FIRST STEPS AND PROSPECTS OF ASTRONAUTS PSYCHOLOGICAL SUPPORT THROUGH SOCIAL ROBOTS**

*R.A. Bogacheva, A.N. Supotnitsky*

Neurobotics, Gagarin Research&Test Cosmonaut Training Center,  
Moscow, Russia

The article states that space social robots for inter-ship activity including psychological support should have special look as it perform not only mechanical work but also communicates with cosmonauts. The requirements for such robots were formulated by Gagarin Research&Test Cosmonaut Training Center.

It is obvious that trends in improvements of space robotics and limitations of humans during space operations lead in near future to perspective that robots will be more effective than humans and will start to replace them. The space robotics has several advantages, for example, they don't need food, hygiene stuff, don't tire or get emotions.

Still robots have many limitation factors, like depends on energy suppliers, have very primitive intellectual capabilities, require frequent checkup of their functionality and maintenance. Though these factors will be diminished in near future, at present the most effective way to solve that problems is joint work of cosmonauts and space robots.

For successful interaction human with robots in space it is important to align their psycho-physiological characteristics. Numerous studies of human-social robot interactions have been revealed that effective communications between them should be based on in-depth understanding of communicative process and appropriate behavior model.

Authors describes the following advantages of robot-mediated psychological assistance – possibility to choose any convenient time for communication, its topic and duration. Robot could accommodate own "temperament" and "mood" settings in dependence of particular cosmonaut. It could take into account human preferences and momentary emotional state, communicate verbally as well as non-verbally.

Then authors discuss several contemporary space robots – Valkyrie, Robonaut-2, Kirobo. SAR-400 and newly designed robot Andronaut from Neurobotics.

Authors concludes that technological advances in near future will convert the space stations into “intellectual houses” for cosmonauts which could provide all necessary life support functions automatically while robots will serve as helpers in highly determined environment in daily basis. That will give to human space explorers more time for scientific research or creative work, but if required the robots will also provide psychological support to humans.

**Key words:** communication, social robot, social space robotics, psychological support for astronauts, engineering psychology, internal ship and extravehicular activity, «Andronaut».

С конца XX в. благодаря техническому прогрессу робототехника становится все более функциональной, популярной и доступной для массового потребителя. Теперь роботы задействованы не только на производстве, для военных или медицинских целей, но и для обслуживания частных потребностей людей. Как правило, таких роботов называют сервисными. В качестве примеров сервисов можно привести: уборку дома, чистку бассейна, приготовление пищи и т.д. Как отдельное направление можно рассматривать и совместные развлечения с роботом: поговорить, поиграть, станцевать и др. Роботов, активно взаимодействующих и общающихся с человеком, часто на-

зывают также социальными. Это, например, могут быть: няни, сиделки, консультанты на торговых площадках и др.

Функциональность и внешний вид робота зависят от тех задач, которые он должен выполнять. Так, роботу-саперу не обязательно иметь антропоморфную внешность, ему достаточно иметь максимальную проходимость (гусеничную мобильную платформу) и надежные манипуляторы.

Космические роботы на данный момент создаются для внутрикорабельной и внекорабельной деятельности. Внешность робота, занимающегося внекорабельной деятельностью, не имеет особого значения, если он практически не взаимодействует или слабо взаимодействует с космонавтами. В противном случае для совместной деятельности потребуется более сложная специальная подготовка. Космонавт должен быть функционально и психологически готов к взаимодействию с роботом, конструкция которого отличается от антропоморфной. Облик робота для внутрикорабельных действий, напротив, важен, он должен быть, по всей видимости, антропоморфным, так как такой робот будет постоянно находиться в поле зрения космонавтов и его действия должны быть предсказуемы и понятны членам экипажа.

Возникает вопрос, при полётах к другим планетам, в условиях деятельности на пилотируемом космическом аппарате длительное время, в замкнутом пространстве, в небольшом коллективе, при отсутствии внешней помощи, где в каждый момент времени может появиться опасность для экипажа, есть ли место и смысл применению современного робота?

Специалистами Центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина были разработаны критерии необходимости и возможности роботизации полетных операций на пилотируемых космических аппаратах применительно к антропоморфным роботам [2]. Антропоморфного робота рекомендуется использовать в нескольких случаях: когда возникают экстремальные (аварийные) условия, опасные для жизни и здоровья космонавтов; существует угроза выполнению программы полета; появляется потребность выполнить трудоёмкие и монотонные операции либо операции, требующие большой физической нагрузки, превышающей возможности космонавтов; когда длительность работы в открытом космосе превышает допустимое время пребывания космонавтов в скафандрах.

При этом возможность выполнения полётных операций антропоморфным роботом космического назначения во многом зависит от

следующих причин: степени детерминированности полётных операций; конструкции и уровня функциональности антропоморфного робота; его способности к навигации и перемещению во внутреннем объеме орбитальной станции и на ее поверхности; технических характеристик (например, скорости и точности выполнения операций, массы и габаритов перемещаемого оборудования и др.); развиваемых физических усилий, степеней подвижности; наличия соответствующего рабочего инструмента и возможности для его применения антропоморфным роботом.

За счет постоянного совершенствования космической робототехники и при наличии ограниченных возможностей космонавта можно говорить о том, что уже в ближайшей перспективе космические роботы могут оказаться в некоторых областях деятельности достаточно эффективными. Необходимо также принимать во внимание следующие обстоятельства: космическим роботам не нужны вещи и средства гигиены, разнообразное питание, они не подвержены воздействию эмоций и т.д. Однако у роботов есть свои недостатки: они могут сломаться, требуют обслуживания, электропитания, им сложно, а порой и невозможно выполнять интеллектуальные и творческие операции, а также работать в слабо детерминированной среде. Возможно, эти недостатки будут исправлены или минимизированы в ближайшие десятилетия, однако на данный момент наиболее эффективным кажется совместный труд космонавта и робота космического назначения.

Для получения высоких результатов совместной деятельности человека и робота необходимо решить классическую задачу инженерной психологии – согласовать их психофизиологические возможности. Это необходимо сделать, так как существует «проблема симбиоза между системами разной природы: биологическими, наделёнными механизмами психического отражения и активного целеполагания, и техническими, реализующими алгоритмы и технологии искусственного интеллекта» [3, 9].

В классическом понимании психологическая поддержка космонавтов – это совокупность средств, методов и мероприятий поддерживающего и восстановительного характера для обеспечения нормализации отношения экипажа в сложных условиях жизнедеятельности в космическом полёте. Она направлена на социализацию космонавтов, сохранение у них хорошего самочувствия, настроения и высокой работоспособности. Она базируется на обеспечении экипажа информацией, значимой в различных аспектах:

эмоциональном, индивидуально-личностном и социально-психологическом с учётом характерологических особенностей каждого из членов экипажа.

Есть основания рассчитывать на получение ряда положительных эффектов от осуществления мини-роботом социальных функций в длительном и межпланетном космическом полёте, в том числе: снижения уровня стресса, создания позитивного настроения, уменьшения чувства одиночества, повышения активности общения в экипаже.

Многочисленные исследования взаимодействия человека и социального робота показали, что эффективная коммуникация между ними должна базироваться на глубоком понимании коммуникативного процесса и правильном выборе модели поведения. Эмпирические данные по оценке воздействия социальных роботов, разработанных для деятельности в рамках разумной ассистивной среды, свидетельствуют о положительных эффектах социальной робототехнической терапии, что проявляется в виде снижения уровня стресса, создании позитивного настроения, уменьшении чувства одиночества, повышении активности общения и т.д. [5].

Для использования социальных роботов в космонавтике открываются новые возможности и перспективы. По традиции психологическая поддержка космонавтов проводилась дистанционно при помощи теле- и радиосвязи. Использование для этих целей социального робота позволит членам экипажа выбрать любое удобное время для общения, темы и длительность разговоров, робот может менять свои настройки «темперамента» и «настроения» с учетом разговора с конкретным распознанным им космонавтом, учитывая его предпочтения и сиюминутное эмоциональное состояние, может общаться как вербально, так и невербально. Кроме того, в случае необходимости психологи смогут общаться с космонавтами и через робота в режиме телеприсутствия.

Среди наиболее известных мировых разработок роботов для внутрикорабельной деятельности и психологической поддержки можно выделить: Kirobo – творение японского Центра научных исследований, а также компаний Dentsu, Robo Garage и Toyota Motor, Валькирия и Робонавт от NASA, SAR 400 и 401 НПО «Андроидная техника», Justin немецкого космического агентства DLR и др. В данной статье будет рассмотрен опыт пребывания на МКС роботов Kirobo и Робонавт 2 и некоторые перспективы использования новой российской разработки – робота-андронавта компании «Нейроботикс».

Если рассматривать антропоморфного робота в роли члена экипажа, а не только лишь как средства социализации, т.е. в некоторые моменты времени как субъекта, принимающего решения и действующего в рамках выбранного алгоритма, то и большинство требований к его внешности и поведению должны соответствовать требованиям к космонавтам, а в чём-то и превосходить их.

У антропоморфного робота обязательно должны быть: лицо, способное передавать эмоции, руки, не только функциональные, но и позволяющие имитировать жесты, количество рук и степеней свободы может быть большим, чтобы робот мог выполнять более быстрые и точные движения, а иногда и производить несколько действий параллельно; голосовое и зрительное распознавание, собственная речь, интеллект, позволяющий отвечать на вопросы и по возможности удерживать контекст разговора; руки и ноги, подобные человеческим.

В целях построения эффективной коммуникации между экипажем и антропоморфным роботом в космосе необходимо провести предварительную работу во время подготовки космонавтов к полету:

- экипаж должен быть подготовлен к такому «общению» (знать возможности и ограничения, особенности поведения робота и др.);
- подробно изучить индивидуальные особенности членов экипажа (характер, темперамент, интересы, круг общения, семьи и др.);
- робот должен «знать» исходные, характерные, индивидуальные особенности поведения (привычки) каждого члена экипажа и обязательно учитывать их в процессе «общения», оценки их текущего состояния и его коррекции;
- составить и использовать индивидуальные программы общения робота с каждым членом экипажа;

- использовать в коммуникативном акте набор различных тем (функциональная музыка, аудиописьма, цветовые и визуальные сюжеты, фотографии, голоса друзей и родных, психорегулирующие упражнения, приятные сюрпризы, что-то из увлечений и др.).

Для того чтобы антропоморфный робот мог приносить наибольшую пользу, он должен уметь работать в нескольких режимах: интерактивном (под управлением оператора при помощи джойстика, экзоскелета и т.д.) и автономном (супервизорном) под контролем оператора Центра управления полётом или космонавта.

Рассмотрим далее возможности и достижения некоторых человекоподобных роботов, уже побывавших в космосе.

Первым антропоморфным космическим роботом стал американский Робонавт 2, разработанный General Motors по заказу NASA.

Робот состоял из торса с головой и руками, который был закреплен на платформе. На Международную космическую станцию робот был доставлен в марте 2011 г., где и находится до настоящего времени [4]. Его облик в настоящее время изменился – у него появились ноги. Астронавты проводят его испытания в невесомости.

Японский миниробот Kirobo был доставлен на МКС в августе 2013 г. Мини-робот-гуманоид сделан таким образом, что размерами и внешним видом напоминает ребенка. Его рост составляет 34 см, ширина плеч – 18 см, толщина – 15 см, масса чуть больше 1 кг. Мини-робот снабжен системой распознавания голоса и слов, блоком обработки вопросов и формирования ответов на них, синтезатором речи, видеокамерой для записи изображений, блоком распознавания лиц, возможностью перемещаться в невесомости и ориентироваться на борту корабля. При выборе внешности робота ученые стремились помимо воплощения в облике «детскости», сглаживающей ограниченный интеллект, наивность и простоту речи и поведения, послушность и доверчивость, сделать его похожим на космонавта Коичи Ваката [7], с которым ему предстояло быть вместе на Международной космической станции. Помимо оказания психологической поддержки, робот также выступал в роли связующего звена (коммуникатора) между членами экипажа, между астронавтами и Центром управления полётом, между астронавтами и техническими системами, между астронавтами и своим мини-роботом-дублером Mirata.

Постановка и поиск решений задачи установления дружеского контакта в процессе диалогового взаимодействия робота и человека является новой и, возможно, одной из самых интересных функций, которая в перспективе может быть использована в системе диалогового взаимодействия бортового робота и экипажа и его психологической поддержки. Важным элементом функционала робота является выявление отклонений состояния и настроения членов экипажа, базирующееся на анализе и оценке изображений лиц астронавтов. Для этой цели миниробот оснащается программой лицевой (мимика лица, артикуляция губ, положение головы) идентификации. Предполагается, что, используя снимки лиц членов экипажа, обученный робот будет не только распознавать их, но при этом будет в состоянии определить симптомы напряженности, усталости, раздражения, делать надлежащие выводы и даже вступать в адекватные формы общения.

11 февраля 2015 г. Kirobo вернулся на Землю, миссию посчитали успешной, мини-робот дважды вошел в книгу рекордов Гиннеса: как первый робот-напарник (компаньон) человека в космосе и как робот,

общавшийся с человеком на самой большой высоте – 414,2 км. Конкретные итоги экспедиции пока не разглашаются. В Интернете в основном говорится, что робот фотографировал и снимал видео, а также разговаривал с астронавтом на японском языке [7, 8]. В дальнейшем Kirobo будут совершенствоваться как в механико-электронном направлении, так и в сторону усиления его интеллекта.

В 2011 г. был разработан первый человекоподобный российский робот для космических целей – SAR400. Облик его напоминал американского Робонавта, и предназначался он для погрузочно-разгрузочных работ, внешнего осмотра спутников и других космических аппаратов, т.е. для внекорабельной деятельности, управляться он должен был от жесткого экзоскелета. Предполагалось, что его запуск в космос произойдет в течение 2 лет после момента создания [6], в 2013 г. появилась обновленная модификация робота – SAR401, однако до сих пор робот так и не был отправлен в космос, возможно, это произойдет в ближайшие несколько лет.

Во второй половине 2014 г. создание антропоморфной робототехнической системы было поручено компании «Нейроботикс», робота назвали Андронавтом. Его работа должна происходить внутри космической станции, основные задачи: инспекция и технологическое обслуживание аппаратуры, помощь космонавту в режиме третьей руки, информационная и психологическая поддержка космонавтов. Робот функционирует как в копирующем режиме (повторяет движения оператора), так и в автономном. Он снабжен системой голосового и зрительного распознавания, интеллектуальной системой, может поддерживать диалог с помощью вербальных и невербальных средств выражения. В рамках психологической поддержки планируется интегрировать в Андронавта чат-бота Пушкин, с которым можно будет поговорить о различных жизненных ситуациях (воспоминания современников и обилие произведений позволяет наполнить базу данных робота), вместе посмеяться, посмотреть фото и видео. Во второй половине 2015 г. будет происходить защита проекта перед Роскосмосом, в случае положительного исхода робот продолжит совершенствоваться и готовиться к работе на космической станции нового типа, которую планируется запустить к 2020 г.

Можно предположить, что в ближайшие 10–20 лет в робототехнике произойдут глобальные изменения за счет совершенствования электроники, изобретения новых материалов, увеличения срока службы аккумуляторов, появления двигателей, способных выдерживать большую нагрузку и обеспечивающих при этом высокую точ-



ность, разработки еще более интеллектуальных систем с огромными вычислительными способностями. За это время возможен прогресс и в космическом кораблестроении, в результате которого на орбиту могут быть выведены новые станции, реализующие в полном объеме концепцию «умного дома», обеспечивающего комфортные условия для проживания и работы человека на космической станции.

Таким образом, использование в космосе робототехнических средств для выполнения большинства операций обслуживающего характера станет менее затратным и более эффективным, космонавты же будут избавлены от рутинной и опасной работы и смогут посвятить свое время научным исследованиям и другим творческим задачам. Кроме того, роботы смогут диагностировать эмоциональное состояние человека при помощи вербальных и невербальных средств выражения в процессе диалога и своевременно оказывать психологическую поддержку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Акимов В.* Звездный конкурент: как Илон Маск угрожает российской космической отрасли [Электронный ресурс]. URL: [http://top.rbc.ru/technology\\_and\\_media/14/01/2015/54b2980e9a794746307389e7](http://top.rbc.ru/technology_and_media/14/01/2015/54b2980e9a794746307389e7) (дата обращения: 26.03.2015).
2. *Бурдин Б.В., Михайлюк М.В., Сохин И.Г., Торгашев М.А.* Использование виртуальных моделей 3D-моделей для экспериментальной отработки бортовых полетных операций, выполняемых с помощью антропоморфных роботов // Труды 7-го Международного симпозиума «Экстремальная робототехника = робототехника для работы в условия опасной окружающей среды» (Санкт-Петербург). 2–3 октября 2013 г. СПб.: Политехника-сервис, 2013. С. 221.
3. *Карпов А.А.* Ассистивные информационные технологии на основе аудиовизуальных речевых интерфейсов [Электронный ресурс]. URL: <http://proceedings.spiras.nw.ru/ojs/index.php/sp/article/download/.../1584> (дата обращения: 24.03.2015).
4. НАСА отправило в космос первого человекоподобного робота [Электронный ресурс]. URL: <http://www.3dnews.ru/607330> (дата обращения: 22.03.2015).
5. *Новости космонавтики.* № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://novostikosmonavtiki.ru/forum/messages/forum10/topic13627/message1077787/#message1077787> (дата обращения: 21.03.2015).
6. *Первый российский робот для работы в космосе* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dailytechinfo.org/space/3414-sar-400-pervyy-rossiyskiy-robot-android-dlya-raboty-v-kosmose.html> (дата обращения: 25.03.2015).
7. *Робот-космонавт Kirobo* вернулся в Японию и сразу стал рекордсменом [Электронный ресурс]. URL: <http://www.3dnews.ru/911709> (дата обращения: 20.03.2015).
8. *Сегодня* к МКС отправился робот Kirobo [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infuture.ru/article/9307> (дата обращения: 22.03.2015).
9. *Сергеев С.Ф., Сергеева А.С.* Проблема квазисоциального интерфейса в робототехнических средах // Труды международной научно-технической конференции ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА. СПб.: Изд-во ЦНИИ робототехники и технической кибернетики [et.rtc.ru]. 2014. С. 22–31, 331–340.
10. *Сунотницкий А.Н.* Обоснование понятийного аппарата и состава эмпирических данных для определения области применения антропоморфных роботов в пилотируемой космонавтике // Пилотируемые полеты в космос. 2014. № 1(10). С. 79.