

Как сводить космонавта к врачу. Опыт и перспективы получения телемедицинской информации в модельных экспериментах и космических полетах (Космический эксперимент «БИМС»)

Попова И.И.¹, Орлов О.И.,¹ Ревякин Ю.Г.²

¹ ГНЦ РФ - ИМБП РАН

² Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Многолетний опыт медицинского сопровождения космических полетов российских и международных экипажей показывает, что в ходе полета могут возникнуть клинические ситуации, которые требуют консультирования профильных медицинских специалистов. Особенно важен удаленный мониторинг деятельности космонавтов со стороны наземных служб медицинского контроля с привлечением при необходимости специалистов в различных областях клинической медицины в условиях работы на МКС [1, 2]. При этом должны применяться наиболее эффективные технологии космической телемедицины, основанные на использовании современного бортового инструментария, программных средств и коммуникационных возможностей бортового и наземных сегментов сети передачи данных [3].

Современные телемедицинские технологии для МКС сначала апробируются на Земле, в частности, в изоляционных экспериментах в научно-экспериментальном комплексе ГНЦ РФ-ИМБП РАН. Так в проекте «МАРС-500» изучались возможности программных и методических решений, направленных на создание телемедицинского комплекса получения видеоданных от членов экспедиций, находящихся в экстремальных условиях длительной изоляции. В дальнейшем эти решения были рекомендованы к применению в составе бортовой медицинской системы МКС [4].

Проводимый на борту МКС эксперимент «БИМС» позволяет в реальных условиях полета оценить эффективность применения телемедицинских технологий получения медицинской информации от космонавтов. В ходе эксперимента периферийное телемедицинское оборудование подключается к медицинскому компьютеру служебного модуля МКС.

На первом этапе эксперимента («БИМС-1») проводится исследование ЛОР-органов, стоматологические и дерматологические обследования с использованием телемедицинских бортовых комплектов «ТБК-1», «ТБК-1С»), разработанных совместно с Институтом

космических исследований РАН и Учебно-исследовательским центром космической биомедицины.

На втором этапе «БИМС-2» должна быть реализована двухсторонняя связь «борт-Земля» для телемедицинских консультаций в режиме видеоконференций.

ТБК-1 представляет собой компактный телемедицинский прибор, адаптированный к использованию на борту МКС. В качестве медицинской камеры для съемки выбран видеотоскоп фирмы Welch Allyn (США) [5]. Разработано оригинальное программно-математическое обеспечение - ПМО «Бимс» - с учетом экстремальных условий полета и уровня подготовки членов экипажей. В ПМО заложена возможность расширения набора используемых в эксперименте телемедицинских приборов. Информация передается в зашифрованном виде. Основное условие, которое должно соблюдаться при формировании, передаче и воспроизведении бортовой информации - предотвращение потери ее диагностической значимости.

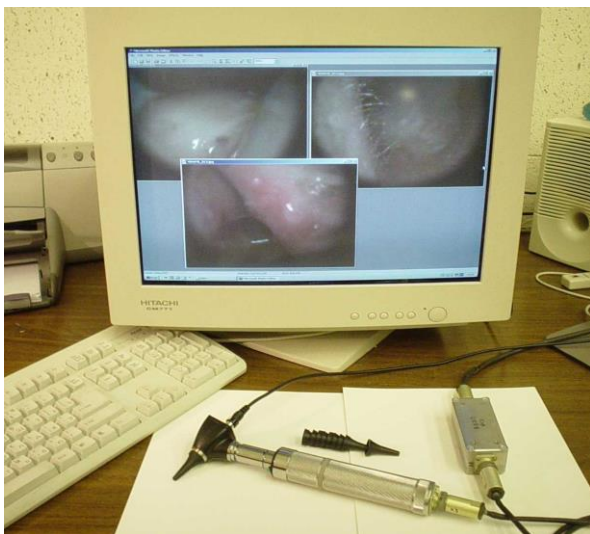


Рис.1 - Комплект ТБК-1.



Рис.2 – Назальные исследования с ТБК-1 в длительной изоляции «МАРС-500»

Результаты

С помощью ТБК-1 от космонавтов получена медицинская информация о состоянии: наружных слуховых проходов (наличии серных отложений, целостности барабанных перепонок); слизистых оболочек носовых ходов; слизистых оболочек полости рта и зубов (полностью и выборочно); нормальных и поврежденных участков кожного покрова и ногтевого ложа пальцев (выборочно). При этом часть исследований была выполнена инициативно

членами экипажей МКС-15, МКС-21 по рекомендациям, выданным на борт медицинскими специалистами ГНЦ РФ-ИМБП РАН и врачом экипажа.

Исследование участков кожных покровов дало возможность определить наличие травматического повреждения участков кожных покровов и их клиническое состояние (ссадины, порезы, ушибы), а также состояние ногтевого ложа. Данные, полученные при осмотре зубочелюстного аппарата, позволили проследить за изменением состояния зубной эмали, наличием налетов, свидетельствующих о состоянии полости рта, а также изменением состояния пломб (нарушение целостности, разрушение), симптомами и наличием кариеса.



Рис.3. Маленченко Ю.И в ЦПК имени Ю.А. Гагарина (экспедиция МКС-16)



Рис.4. Котов О.В. - исследования на борту (экспедиция МКС-21)

При этом члены экипажа сделали выводы о необходимости более полного и детального стоматологического осмотра с применением профессионального дентального эндоскопа.

На основании этих рекомендаций и анализа полученных результатов [3] разработан телемедицинский стоматологический комплект ТБК-1С для проведения полетных стоматологических исследований, начиная с 2016 г.

Использование этого комплекта также было отработано в рамках наземных экспериментов, в частности в эксперименте «ЛУНА-2015» с изоляцией женского экипажа в замкнутом объекте. Проведенные экипажем стоматологические исследования с комплектом ТБК-1С помогли выработать рекомендации по его практическому применению в составе бортовой медицинской системы МКС, начиная с полета экспедиции МКС-47/48.



а. Мониторинг эксперимента

б. Исследование в условиях изоляции

Рис.5 Проведение стоматологического исследования с ТБК-1С в эксперименте «ЛУНА-2015»

Заключение

Таким образом, проведение эксперимента «БИМС» дает возможность получить наглядную картину состояния обследуемых органов у космонавтов. Режим послесезансовой обработки данных позволяет провести отложенные медицинские консультации по срочным медицинским показаниям и выдать рекомендации на борт. Ожидается, что применение телемедицинских технологий на МКС повысит эффективность медицинского сопровождения пилотируемых полетов.

Опыт создания и применения аппаратно-программных средств и методов получения телемедицинской информации в космосе и в моделируемых экстремальных условиях может быть полезен в сходных условиях на Земле и использован в полевых условиях, в мобильных передвижных комплексах, в любых ситуациях, связанных с изоляцией людей.

1. Grigoriev A.I., Orlov O.I. Commentary: Telemedicine and Space Flight // Aviat. Space Environ. Med. 2002. 73: 688-693
2. Гончаров И.Б., Попова И.И., Гончаров И.Б., Попова И.И., Ревякин Ю.Г. От космической медицины к Земной. Аэрокосмический курьер, 2002, № 6, стр. 42-43.
3. Попова И.И., Орлов О.И., Гончаров И.Б., Ревякин Ю.Г. Отработка технологий телемедицинского обеспечения медицинского сопровождения пилотируемых полетов при

реализации первого этапа эксперимента «БИМС» В книге Международная космическая станция. М.: ИМБП РАН, , 2011, Стр.219-228.

4. Ю.Г.Ревякин, И.И.Попова, О.И.Орлов, В.Е.Богославский Опыт автоматизации выполнения телемедицинских исследований в условиях длительной изоляции. В сб. Международный симпозиум по результатам экспериментов, моделирующих пилотируемый полет на Марс (Марс-500), . М.: ИМБП РАН, 2012, стр. 52

5. Гончаров И.Б., Попова И.И., Баранов М. В., Анохина Л.Д. Тестирование и выбор аппаратных средств моделирования бортовых телемедицинских обследований и проведения научных исследований на российском сегменте МКС. Журнал «Авиационная и космическая медицина» 2005 г., Т.39. № 5, с.59-60