

**Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук**

**5. Результаты исследований и наблюдений, полученные российскими учеными и специалистами в ходе реализации летных научных программ в сотрудничестве и при содействии иностранных ученых и специалистов**

**Международный космический проект «Экзомарс»**

В соответствии с составом КА и распределением ответственности сторон экспедицию «ЭкзоМарс» можно разделить на следующие основные этапы:

- выведение составного КА ракетой-носителем «Протон-М» и разгонным блоком «Бриз-М» на отлётную траекторию ориентировочно с четырьмя включениями с фазами пассивного полета по промежуточным орбитам ИСЗ, суммарной длительностью примерно 9 часов, отделение КА от РБ; межпланетный перелёт в течение около 9 месяцев с проведением коррекций траектории средствами перелётного модуля для наведения КА в прицельную точку входа в атмосферу Марса.
- Управление КА на участке перелёта и наведение для последующего входа ДМ в атмосферу Марса осуществляются наземными станциями ЕКА при поддержке российских станций и российских баллистических центров.

Выведены основные баллистико-навигационные условия функционирования КА на участке перелёта Земля-Марс.

Для траектории перелёта были рассчитаны условия радиовидимости со следующих российских и иностранных станций слежения:

- Россия: Медвежье Озера и Уссурийск;
- ESTRACK (ESA): Malargue (Маларгуэ), NewNorcia (НьюНорсия), Cebreros (Цебрерос);
- DSN (NASA): Goldstone (Голдстоун), Canberra (Канберра), Madrid (Мадрид).

Длительность видимости и максимальный угол места для сеансов связи с КА из Уссурийска будут больше, чем при наблюдении из Медвежьих Озер на всём протяжении перелёта. Анализ данных показывает, что на начальном этапе полёта у станций, находящихся в Южном полушарии, условия наблюдения КА будут лучше, чем у станций Северного полушария. Это связано с тем, что величины угла склонения траектории перелёта относительно плоскости среднего экватора Земли будут отрицательными. К моменту подлёта к Марсу характеристики радиовидимости будут примерно одинаковыми для обоих полушарий.

В силу того, что траектория располагается в основном над плоскостью среднего экватора Земли, условия наблюдения с северных станций слежения будут лучше, чем для пунктов из Южного полушария. Первые два месяца полёта КА можно круглосуточно наблюдать со станции Медвежье Озёра. Длительность зон радиовидимости российских станций на всём перелёте будет более 13 часов, максимальный угол места превысит  $55^\circ$ . Первые  $\sim 40$  суток полёта видимость со станций Южного полушария (Маларгуэ и Канберра) будет отсутствовать.

В баллистическом центре ИПМ им. М.В. Келдыша РАН планируется обработка траекторных измерений КА «ЭкзоМарс», определение и прогнозирование параметров движения. В случае привлечения отечественных наземных станций слежения БЦ ИПМ будет обеспечивать для них расчёт целеуказаний и обработку траекторных измерений.

**Публикации:**

Евграфов А.Е., Морской И.М., Симонов А.В., Добровольский В.С., Тучин А.Г., Грушевский А.В., Заславский Г.С., Степаньянц В.А. Баллистика и навигация полёта и спуска десантного модуля миссии «Экзомарс-2018» // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина, 2014, № 2 (23), с. 47-52.