

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

2. Результаты научных исследований по завершённым космическим проектам, полученные российскими учеными в 2014-2015 годах

Малый космический аппарат «МКА-ФКИ (ПН2)»

Выполнение работ по баллистико-навигационному обеспечению полёта малых космических аппаратов фундаментальных космических исследований («МКА ФКИ»)

8 июля 2014 года с космодрома Байконур состоялся запуск РН «Союз-2.1Б» с разгонным блоком (РБ) «Фрегат» с космическим аппаратом «МКА-ФКИ (ПН2)» «РЭЛЕК» массой около 200 кг, разработанным «НПО им. С.А. Лавочкина». Аппарат был выведен на солнечно-синхронную орбиту (рис. 1).

Этот малый космический аппарат предназначен для изучения высотных электрических разрядов и атмосферных явлений. На борту космического аппарата установлена научная аппаратура, разработанная НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова совместно с Физическим институтом им. П.Н. Лебедева РАН.

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН выполнял функции баллистико-навигационного обеспечения (БНО): обработку бортовых и наземных траекторных измерений, определение и прогнозирование параметров движения КА, расчёт целеуказаний для наземного командно-измерительного пункта в Медвежьих Озёрах, расчёт массива баллистических команд.

На борту «МКА-ФКИ (ПН2)» была установлена навигационная аппаратура разработки ОАО «МКБ «Компас», принимающая сигналы навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Радиотехнические когерентные измерения наклонной

дальности по «МКА-ФКИ (ПН2)» поступали в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН с измерительного пункта, расположенного в Медвежьих Озёрах.

Начиная с восьмого витка полета КА «МКА-ФКИ (ПН2)» БЦ ИПМ получал из ЦУП-Л бортовые измерения НАП, которые обрабатывались на интервале семь суток для определения орбиты КА. На рис. 2 и 3 приведены графики остаточных невязок по компонентам вектора положения и скорости НАП на момент обработки 19 августа 2014 г. Цвет обозначает компоненту остаточных невязок измеренного вектора НАП: синий – x , красный – y , жёлтый – z . Точность остаточных невязок измерений НАП (1) на семи сутках составляет 10 м по положению и 15 см/с по скорости.

4 декабря 2014 года Совет РАН по космосу принято решение о присвоении имени выдающегося советского учёного С. Вернова КА «МКА-ФКИ (ПН2)», т.е. КА был переименован: «Рэлек» на «Вернов». К сожалению, 10 декабря 2014 года связь с аппаратом была потеряна. Разработанные в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН методы и алгоритмы определения и прогнозирования параметров движения по бортовым и наземным траекторным измерениям позволяют проводить прогноз движения космического аппарата на одни сутки с погрешностью 5 м в радиальном направлении и по нормали к плоскости орбиты, а также 90 м по трансверсали.

Предложенные методы и алгоритмы будут использованы для высокоточного определения и прогнозирования движения научных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.

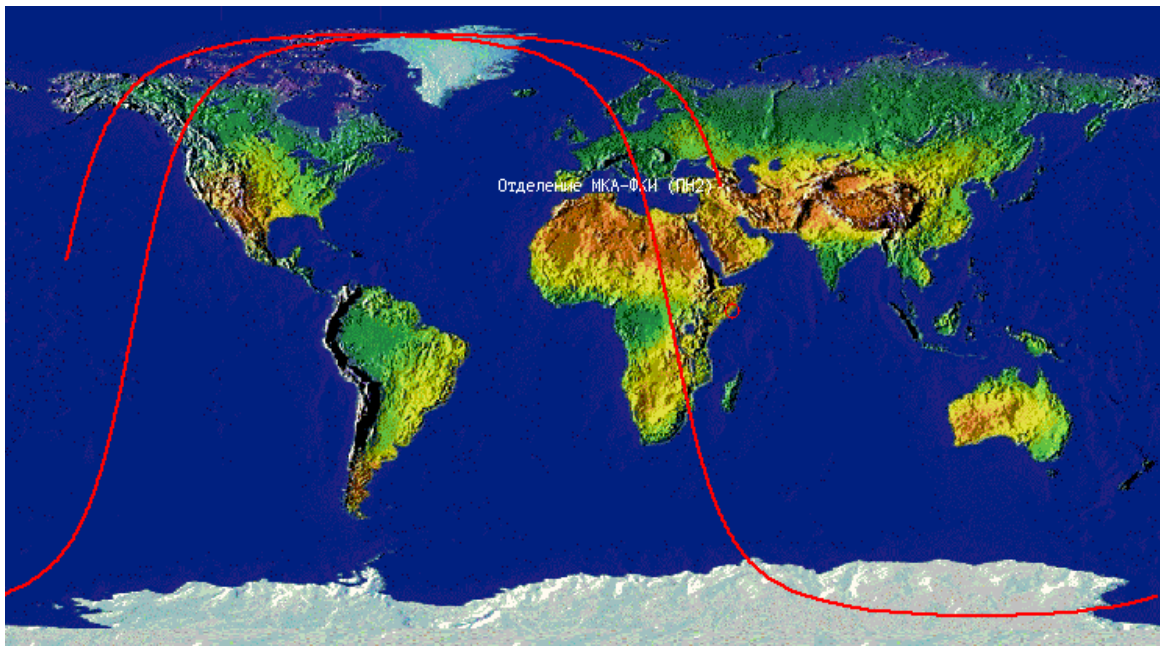


Рис. 1 – Трасса выведения «МКА-ФКИ (PH2)»

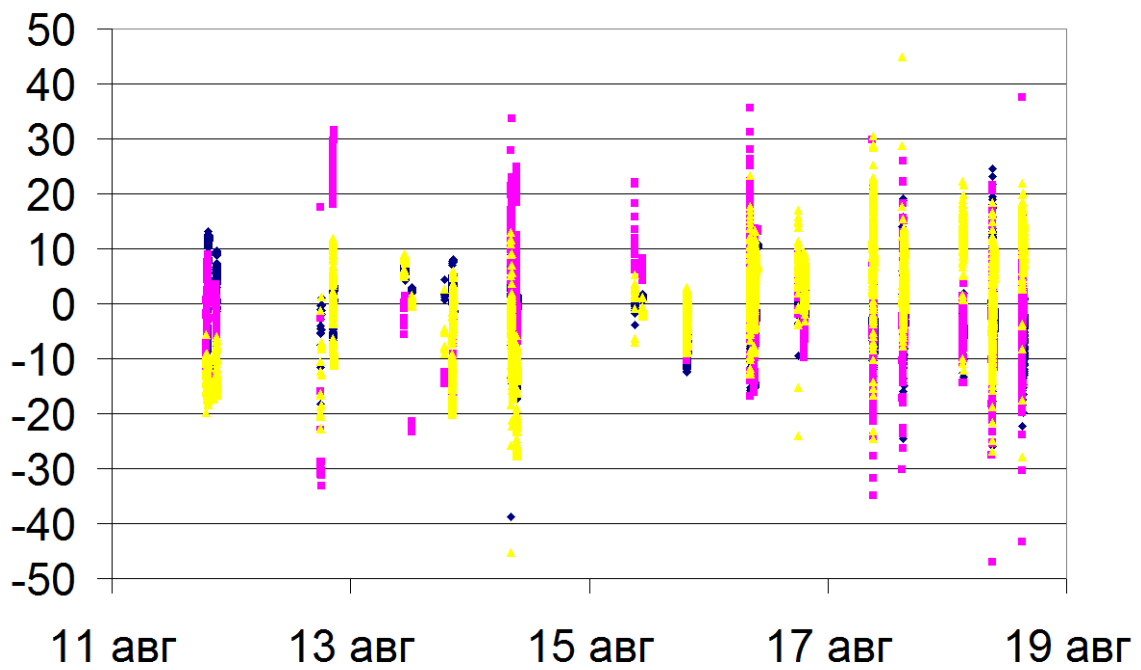


Рис. 2 – Остаточные невязки по компонентам вектора положения, м

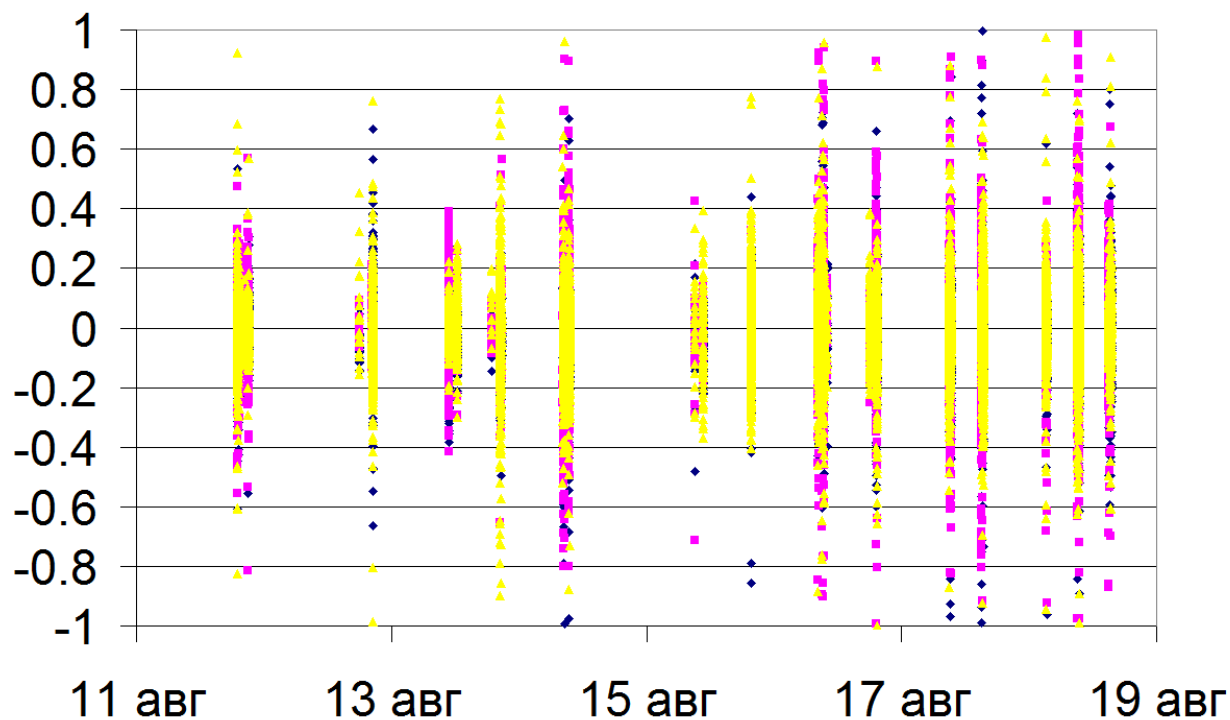


Рис. 3 – Остаточные невязки по компонентам вектора скорости, м/с

Результаты выполненных работ отражены в электронной публикации:
 Баллистико-навигационное обеспечение полёта КА «МКА-ФКИ (ПН1) Зонд-ПП»
 и «МКА-ФКИ (ПН2) Релэк»: <http://www.kiam1.rssi.ru/index.php?id=prj&cnt=mka>.