

Номинация: «Лучшая научная работа молодого ученого»

Кандидат: **Коваленко Ирина Дмитриевна**, отдел 58

**Авторы научной работы:** Irina D. Kovalenko, Natan A. Eismont

**Название:** «Orbit design for the Spectrum-Roentgen-Gamma mission»

**Ссылка:** <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.04.006>

Опубликовано в *Acta Astronautica*, 2019, vol. 160, p. 56-61.

### **Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность**

Спектр-РГ - космическая обсерватория на орбите в окрестности точки Лагранжа L2 системы Солнце-Земля. Технические ограничения миссии, связанные со средствами запуска, конструкцией космического аппарата и наземными станциями для передачи данных, ограничивают спектр возможных орбит для работы аппарата. Для достижения наиболее подходящей орбиты требуется компромиссное решение, удовлетворяющее одновременно техническим и научным требованиям миссии.

Топливо на борту Спектр-РГ запланировано только для маневров коррекции траектории и поддержания рабочей орбиты в течение 7 лет миссии, и не используется для более затратных маневров изменения амплитуд орбиты. В связи с этим ограничением, в работе предлагается использование возможностей разгонной ступени для выведения аппарата к точке L2 через промежуточную околоземную орбиту. Предложенный сценарий выведения позволяет достичь более благоприятные характеристики орбиты по сравнению с прямым выведением с низкой опорной орбиты.

### **Решаемые в работе задачи, их значение и оригинальность**

В работе описываются технические ограничения на запуск и функционирование космического аппарата Спектр-РГ. В соответствии с ограничениями и задачами миссии, формируются требования к параметрам рабочей орбиты аппарата и моделируется множество подходящих орбит в окрестности L2. Рассматриваются варианты траекторий перелета аппарата с низкой околоземной орбиты на орбиты с соответствующими характеристиками в окрестности L2.

### **Используемый подход, его новизна и оригинальность**

В связи с ограничением на топливо на борту Спектр-РГ, предлагается использовать возможности разгонного блока для достижения орбиты с наиболее подходящими характеристиками. В частности, предлагается использовать несколько включений разгонной ступени для вывода аппарата на

промежуточную околоземную орбиту и далее для выведения аппарата на орбиту перелета к орбите в окрестности точки L2.

## **Полученные результаты и их значимость**

При заданных технических ограничениях миссии, были определены требуемые характеристики рабочей орбиты для аппарата Спектр-РГ. Наиболее подходящим решением является орбита с малой амплитудой (не более 293000 км) отклонения от линии Солнце-Земля и от плоскости эклиптики (не более 102000 км). В работе рассматривались сценарии выведения, соответствующие реальным условиям запуска Спектр-РГ, т. е. запуск с космодрома Байконур с использованием ракеты Протон-М и разгонного блока ДМЗ с опорной орбиты высотой 200 км.

Для достижения орбиты с наименьшей амплитудой в работе предлагается сценарий перехода на траекторию к орбите L2 с промежуточной орбиты за счет разгонного блока ДМЗ. Учитывая ограничения ДМЗ на максимальную дальность и время включения двигателя, оптимальной является промежуточная круговая орбита радиусом 18 552 км, позволяющая вывести аппарат на орбиту с малой амплитудой и таким образом достичь условий, при которых максимальной объем научной информации с КА будет передан на наземные станции.

Запуск КА Спектр-РГ в июле 2019 года был осуществлен прямым выводом аппарата с низкой опорной орбиты на рабочую орбиту с большой амплитудой, то есть без использования промежуточной орбиты. Предложенный нами сценарий выведения увеличивает уровень возможных рисков, так как использует дополнительные включения разгонного блока. Тем не менее, проведенное исследование может быть использовано для проектирования будущих миссий в точки Лагранжа, имеющих схожие требования к рабочей орбите.