

Определение времени падения КА “Tiangong-1”

А.И. Назаренко, д.т.н., профессор, пенсионер

1. Опубликованные данные о КА и ожидаемом времени его падения

«Тяньгун-1» (буквально: «Небесный дворец — 1») — первый китайский космический аппарат класса орбитальной станции, созданный по Проекту 921-2, именуемый как *целевой модуль* и предназначенный для отработки технологий сближения и стыковки космических аппаратов. «Тяньгун-1» стал первой не советской и не американской свободно летящей пилотируемой орбитальной станцией, меньшей по размерам, но аналогичной по функциям советским орбитальным станциям первого поколения «Салют» и «Алмаз».

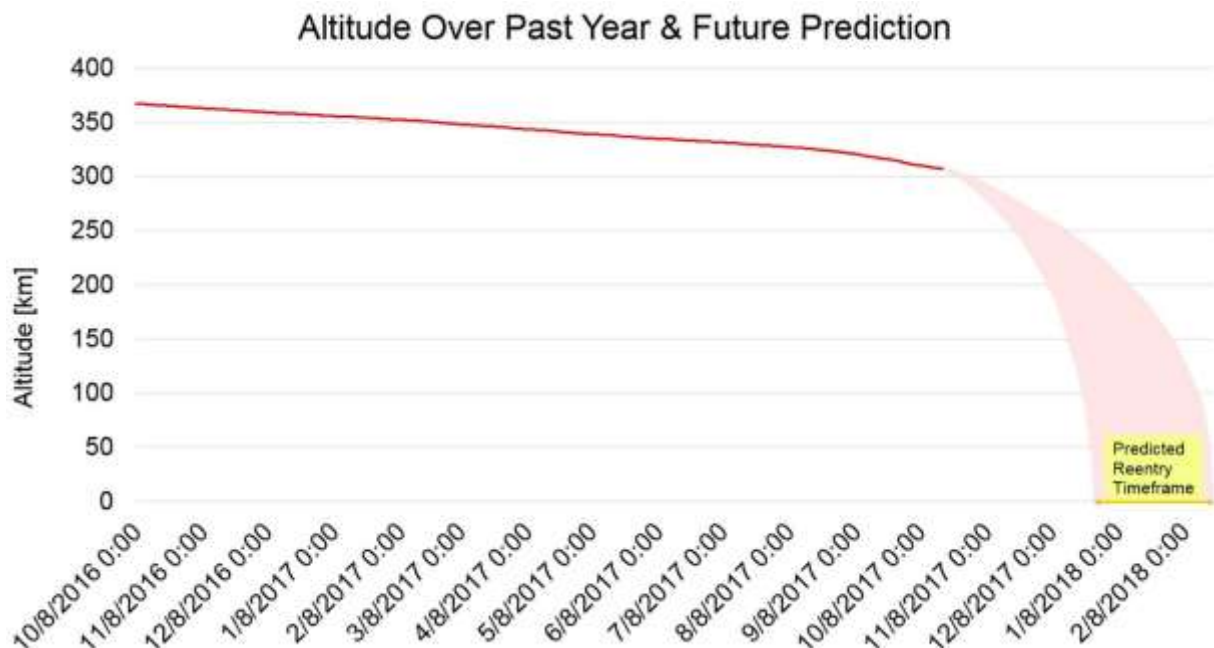
ПЕКИН, 14 сен 2016 — РИА Новости, Иван Булатов.

Первая орбитальная лаборатория Китая "Тяньгун-1" (Tiangong-1) войдет в плотные слои атмосферы Земли во второй половине 2017 года, сообщила в среду представитель программы пилотируемых космических полетов КНР У Пин.

Первый китайский космический аппарат класса орбитальной станции "Тяньгун-1" был запущен в сентябре 2011 года. В конце марта 2016 года "Тяньгун-1" полностью прекратил функционировать. Он провел на орбите в общей сложности 1630 дней. Проектный срок службы модуля был превышен на два с половиной года. По словам У Пин, "Тяньгун-1" войдет в плотные слои земной атмосферы в **конце второй половины 2017 года**, после почти шести лет нахождения на орбите, передает агентство Синьхуа.

The Aerospace Corp.'s Center for Orbital and Reentry Debris Studies (CORDS)

Modeling work performed by The Aerospace Corp. on Oct. 18, 2017, shows Tiangong-1 re-entering in late January 2018, plus or minus 1 month.



Modeling work by The Aerospace Corp. suggests that Tiangong-1 will fall to Earth in early 2018.

Данные за 19 мая 2017 г.

According to a note verbale from the Permanent Mission of China to the United Nations (Vienna), Tiangong-1's average orbital altitude is 349 kilometres, decaying at a daily rate of approximately 160 metres. Its re-entry into the Earth's atmosphere is expected to occur between October 2017 and April 2018.

Пояснения

В условиях, когда до падения КА остается несколько месяцев, изложенные выше данные о публикациях являются типичными [1]. А именно, все оценки являются эпизодическими и очень приближенными. На сайте SpaceTrak оценки ожидаемого времени падения вообще отсутствуют. Наиболее профессиональными являются приведенные выше данные Aerospacе Corp. Специалисты понимают, что в настоящее время локализовать место падения невозможно. Поэтому все заинтересованные организации пока активности не проявляют. Суета начнется тогда, когда до падения останется менее месяца.

Автор решил подготовить изложенный ниже материал по ряду причин:

- Inter-Agency Space Debris Coordination Committee ежегодно организует Re-entry Prediction Campaigns, в которых участвуют представители разных космических агентств. На 2018 запланировано проведение кампании по КА “Tiangong-1”.
- На 28 февраля – 2 марта 2018 г запланировано проведение the International Workshop on Space Debris (ESA/ESOC, Darmstadt, Germany).
- Упомянутые выше мероприятия являются очень подходящим местом для демонстрации возможностей повышения точности решения рассматриваемой задачи на основе применения развитой автором методики оптимальной фильтрации измерений.
- Заблаговременный анализ эволюции орбиты и ее прогноз позволяют накопить представительную статистику и тем самым повысить достоверность результатов анализа.

2. Результаты на 1 ноября 2017 г.

Для 60-ти предшествующих моментов времени привязки измерений было выполнено уточнение параметров орбиты КА по массиву исходных измерений, в качестве которых использовались известные TLE. Ниже представлены результаты последнего по времени уточнения. Здесь координаты (км) и скорости (км/сек) – в геоцентрической инерциальной системе координат (как в TLE).

21852.827638 - модифицированная Юлианская дата =30 октября 19^h 51^m 47.92^s
 689.640944 - x
 6634.447513 - y
 0.174153 - z
 -5.6511322414 - V_x
 0.5899191332 - V_y
 5.2571702871 - V_z
 0.00290 - Sb (баллистический коэффициент, м²/кг).

На рисунке 1 представлены оценки баллистического коэффициента и значения индекса геомагнитной возмущенности (K_p) для всех моментов времени уточнения параметров орбиты.

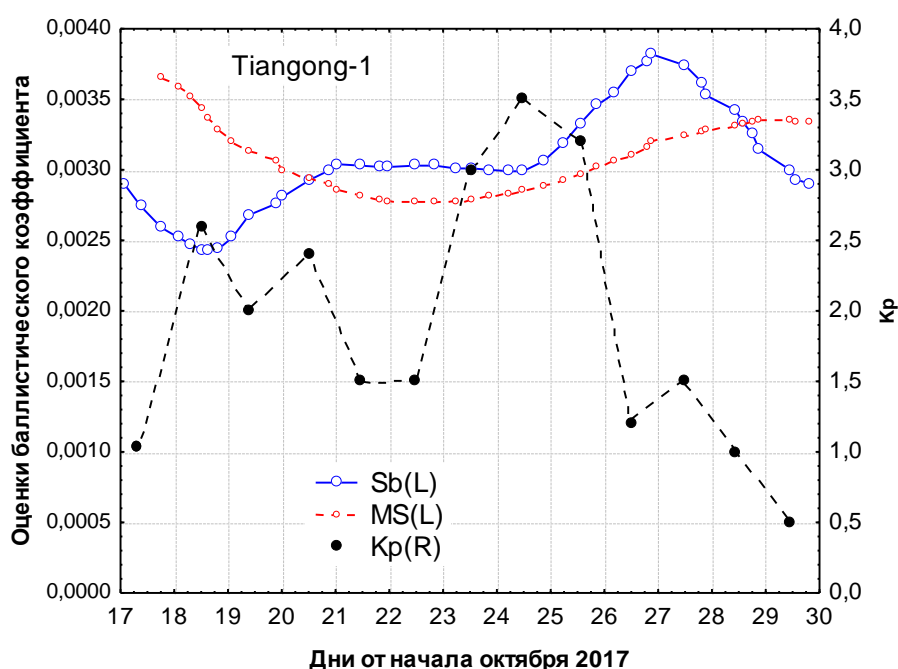


Рисунок 1. Оценки Sb и значения K_p

Оценки баллистического коэффициента (Sb) меняются в пределах от 0.0024 до 0.0038 м²/кг, т.е. в 1.6 раза. Эти оценки играют важную роль, так как используются в качестве исходных данных для расчета торможения КА в атмосфере. Наиболее сильные вариации торможения наблюдались в интервале времени с 26 по 29 октября. Красной пунктирной линией отмечены усредненные оценки Sb на некотором предшествующем интервале времени (скользящее среднее). Они используются при формировании исходных данных для прогноза.

Из сравнения оценок Sb с индексами геомагнитной возмущенности видно, что упомянутые выше сильные вариации торможения являются следствием

геомагнитной бури 24 - 26 октября, которая привела к дополнительному разогреву атмосферы и соответствующему увеличению ее плотности.

Последняя сглаженная оценка баллистического коэффициента ($0.00334 \text{ m}^2/\text{kg}$) использовалась в качестве постоянного значения при прогнозе движения КА до момента его входа в плотные слои атмосферы. Соответствующие результаты прогноза представлены на рисунке 2.

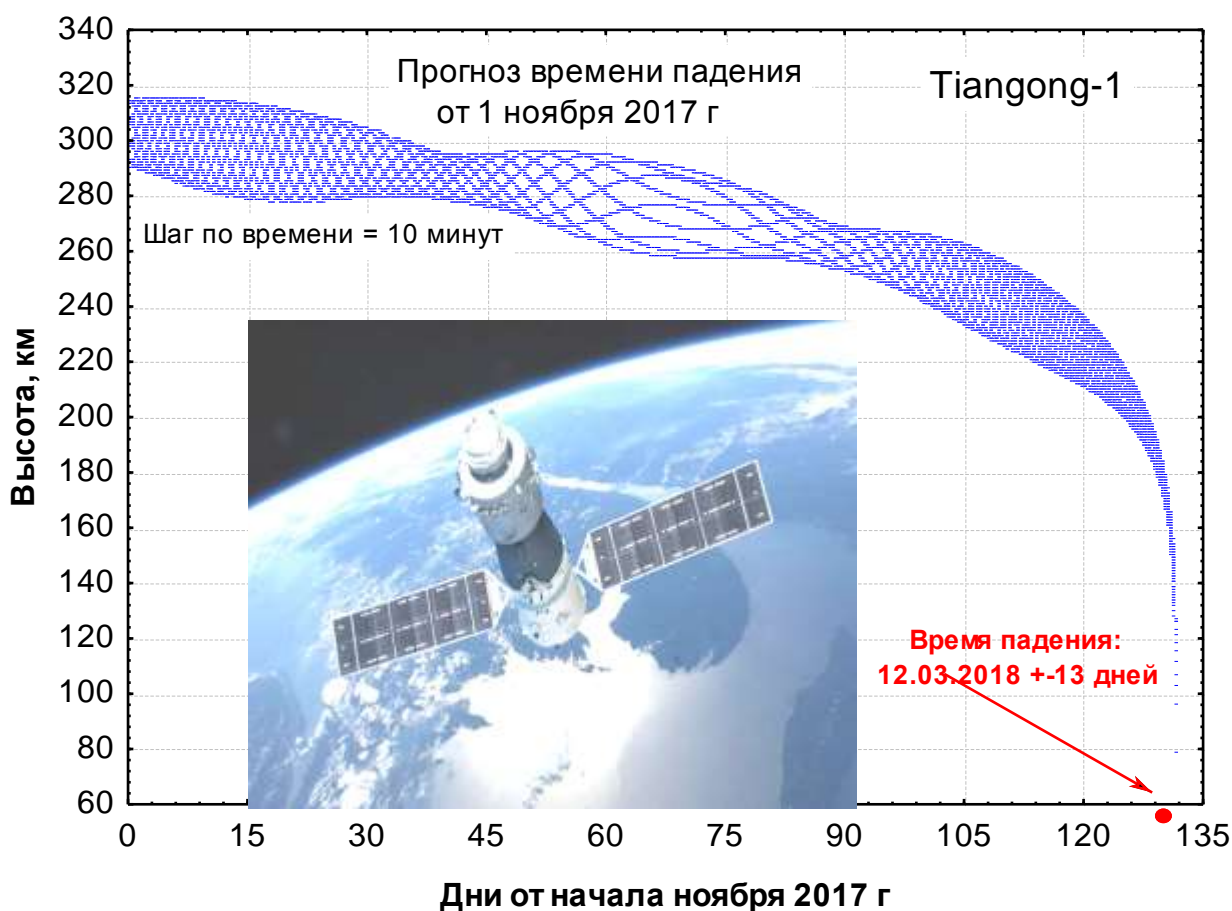


Рисунок 2. Изменение высоты на интервале прогноза

При построении этого точечного графика использовались оценки высоты с шагом 10 минут. Именно поэтому график имеет своеобразный вид.

Результат прогноза.

Ожидаемое время входа в плотные слои атмосферы 12 марта 2018 г \pm 13 дней.

Литература

1. А.И. Назаренко. Падение космического аппарата Молния 1-44. Комментарии. Сайт "satmotion.ru".

1 ноября 2017 г