

XI. Определение времени падения КА “Tiangong-1” 28 февраля 2018

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

Изложенные ниже материалы являются продолжением текстов под тем же названием, размещенных на сайте satmotion.ru в конце 2017 г – начале 2018 г. [1 - 10].

1. Результаты за 28 февраля 2018 г.

Для 24-х предшествующих моментов времени привязки измерений было выполнено уточнение параметров орбиты КА по массиву исходных измерений, в качестве которых использовались известные TLE [11]. Ниже представлены результаты последнего по времени уточнения (НУ 11). Здесь координаты (км) и скорости (км/сек) – в геоцентрической инерциальной системе координат (как в TLE).

21972.690980 - модифицированная Юлианская дата = 27 февраля 16^h 35^m 0.672^s
 4290.453287 - x
 5064.919784 - y
 -0.163393 - z
 -4.3502128220 - V_x
 3.6652865110 - V_y
 5.2624981028 - V_z
 0.00276 - S_b (баллистический коэффициент, м²/кг).

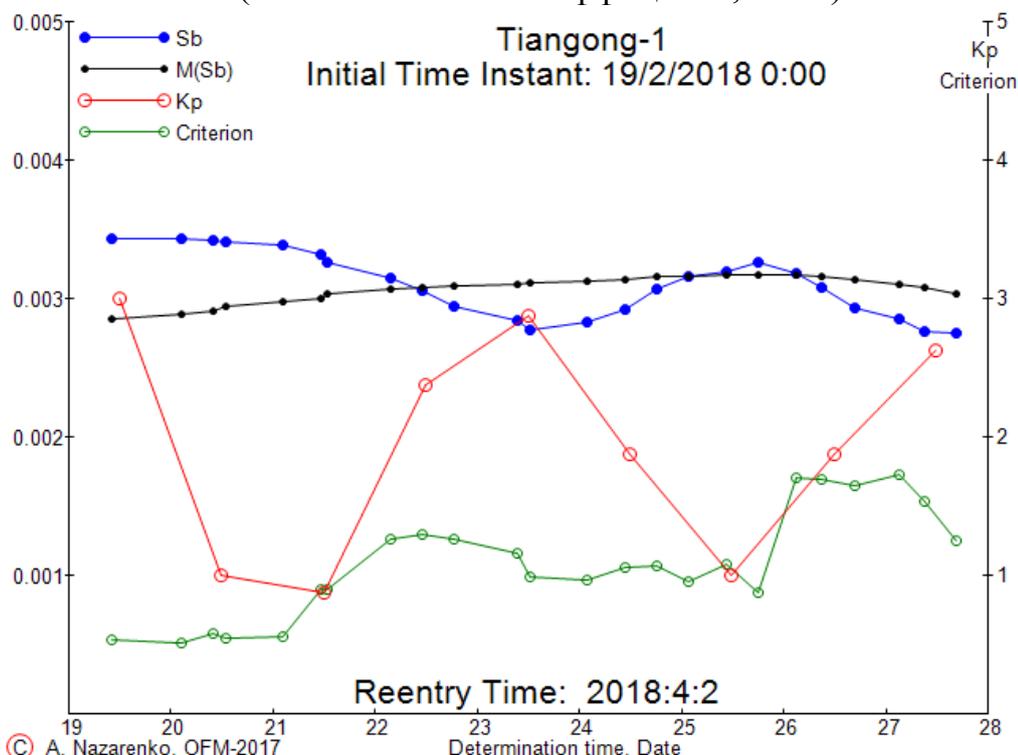


Рисунок 1. Оценки S_b, значения K_p и минимизируемого критерия

На рисунке 1 представлены оценки баллистического коэффициента, значения индекса геомагнитной возмущенности (K_p) и минимизируемого критерия для всех предшествующих моментов времени уточнения параметров орбиты после 18 февраля 2018 г. Оценки баллистического коэффициента (S_b)

менялись в пределах от 0.00276 до 0.00344 м²/кг, т.е. в 1.23 раза. Наибольшие вариации торможения (рост) наблюдались после 19 и 25 февраля, что является следствием сильной и продолжительной геомагнитной бури 15-19 февраля, а также более короткой бури 23 февраля. Черной линией отмечены усредненные оценки S_b на этом интервале времени (скользящее среднее). На интервале времени после 18 февраля они увеличились на 13 %.

Значения приведенного на рисунке минимизируемого критерия имеют смысл усредненного на мерном интервале отношения остаточных невязок к расчетной среднеквадратической погрешности. Эти значения зависят от величины текущих остаточных невязок и меняются в интервале от 0.52 до 1.731. При идеальной настройке параметров алгоритма их среднее значение должно быть близко к 1. Усредненное значение критерия (0.99) оказалось близким к идеальному значению.

Последняя сглаженная оценка баллистического коэффициента (0.00304 м²/кг) использовалась в качестве постоянного значения при прогнозе движения КА до момента его входа в плотные слои атмосферы. Соответствующие результаты прогноза при упомянутых выше начальных условиях (НУ 11) представлены на рисунке 2

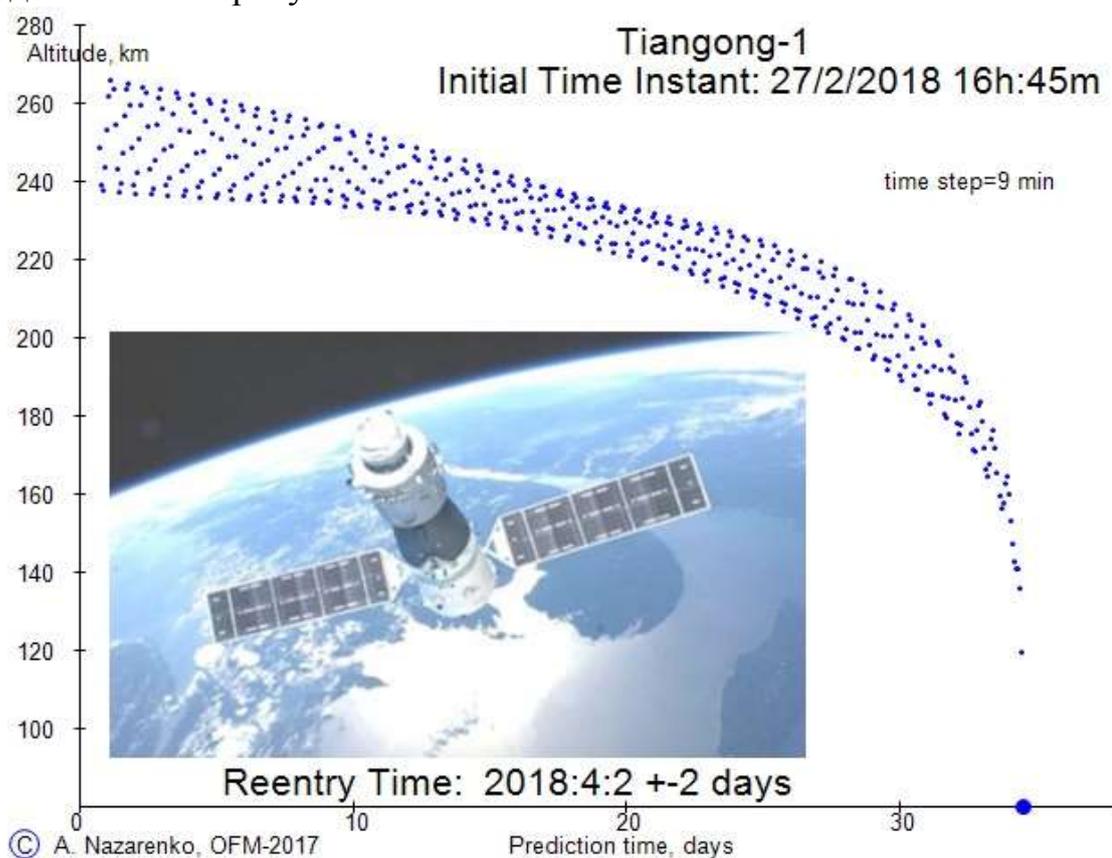


Рисунок 2. Изменение высоты на интервале прогноза
Результат прогноза.

Ожидаемое время входа в плотные слои атмосферы 2:04:2018 г ±2 дня.

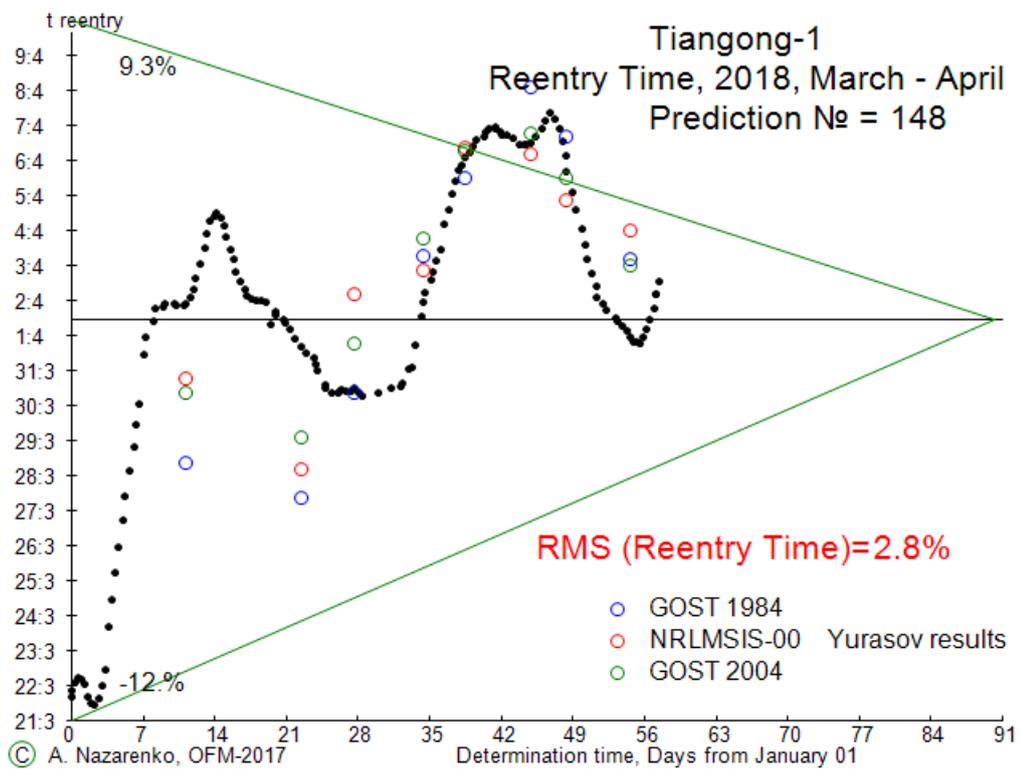


Рисунок 3. Все определения времени падения после 1 января 2018 г

На рисунке 3 представлены результаты всех 148-ми определений времени падения КА Tiangong-1, полученных после 1-го января. Среднее значение времени падения ≈ 1 апреля. Отклонения от среднего не превышают 12.0% оставшегося времени существования. СКО погрешностей составило 2.8%, что в несколько раз меньше традиционных оценок погрешностей. Приближение времени падения после 17 февраля является следствием влияния геомагнитной бури.

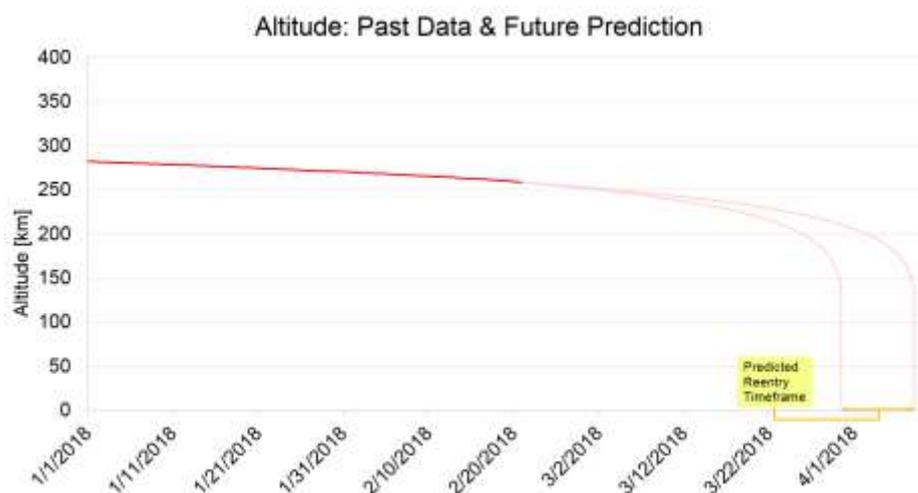
2. Последние публикации других авторов

a) Aerospace Corporation

Reentry Information

Tiangong-1 is predicted to reenter in **early April 2018 ± 1 week.**

This prediction was performed by The Aerospace Corporation on 2018 February 21.



b) Space-Track data [11]

DECAY DATA

Show 10 entries Search All Columns: 37820

NORAD CAT ID	SATNAME	INTLDES	COUNTRY	MSG_EPOCH	DECAY_EPOCH	RCS	SOURCE	TLE	Type
37820	TIANGONG 1	2011-053A	PRC	2018-02-21 18:32:58	2018-04-10 0:00:00	LARGE	60day_mag	TLE	Prediction
37820	TIANGONG 1	2011-053A	PRC	2018-01-31 17:25:58	2018-03-12 0:00:00	LARGE	60day_mag	TLE	Prediction
37820	TIANGONG 1	2011-053A	PRC	2018-01-24 16:00:44	2018-03-12 0:00:00	LARGE	60day_mag	TLE	Prediction
37820	TIANGONG 1	2011-053A	PRC	2017-12-27 16:48:42	2018-02-22 0:00:00	LARGE	60day_mag	TLE	Prediction

Showing 1 to 4 of 4 entries (filtered from 58,119 total entries)

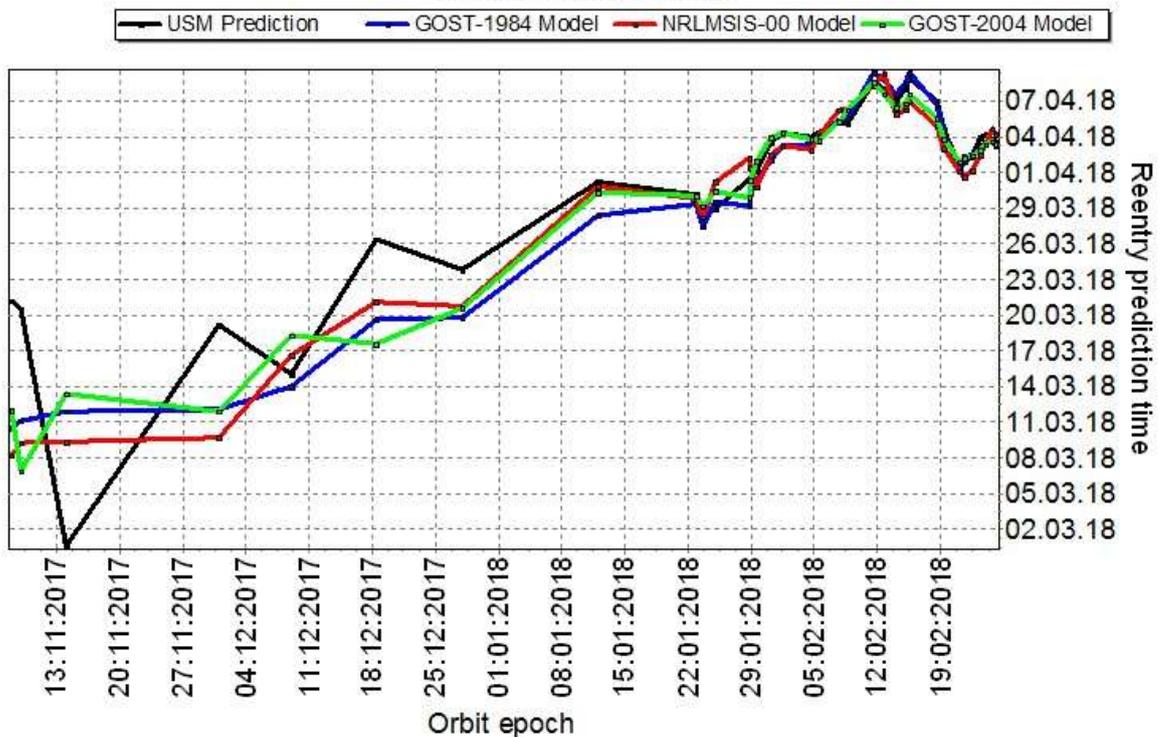
Country Legend RCS Legend

First Previous 1 Next Last

в) Данные В.С. Юрасова (частное сообщение)

Результаты обработки TLE на предшествующем недельном интервале и прогноза движения КА до момента падения:

Reentry prediction results

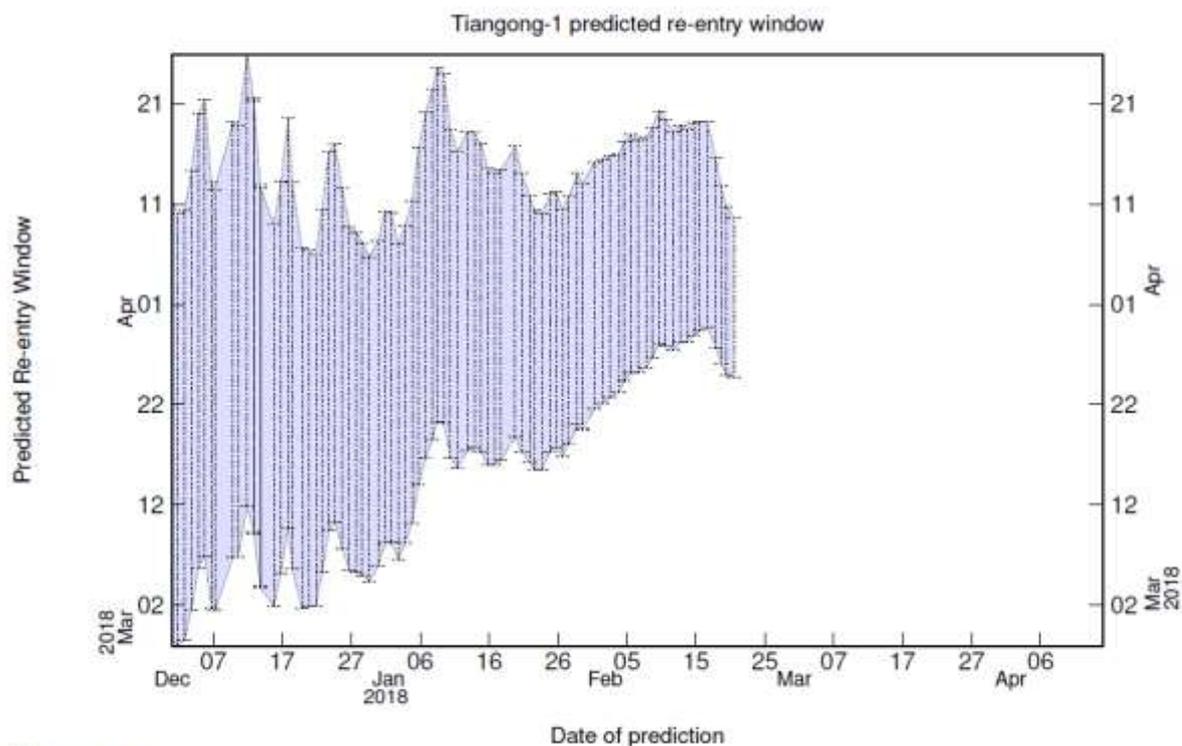


г) ESA (<http://blogs.esa.int/rocketscience/2018/01/12/tiangong-1-reentry-updates/>)

The current estimated window is **~24 March to ~19 April**; this is highly variable.

Update 21 February 2018

Reentry will take place anywhere between 43°N and 43°S (e.g. Spain, France, Portugal, Greece, etc.). Areas outside of these latitudes can be excluded. At no time will a precise time/location prediction from ESA be possible. This forecast will be updated approximately every week in January and February.



Литература

1. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 1 ноября 2017
2. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 15 ноября 2017
3. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 1 декабря 2017
4. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 10 декабря 2017
5. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 20 декабря 2017
6. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 30 декабря 2017
7. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 15 января 2018
8. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 30 января 2018
9. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 10 февраля 2018
10. А.И. Назаренко. Определение времени падения КА “Tiangong-1”, 18 февраля 2018
11. <http://www.space-track.org>