Потенциально опасный астероид 2020 SW с недостаточно определенной орбитой

© А.А. Мартюшева, А.В. Девяткин, С.Н. Петрова, В.Н. Львов, С.Д. Цекмейстер

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
196140 Санкт Петербург, Россия
e-mail: alex.mart13@gmail.com

Поступило в Редакцию 4 мая 2026 г.
В окончательной редакции 16 августа 2026 г.
Принято к публикации 23 октября 2026 г.

24 сентября 2020 г. произошло тесное сближение астероида 2020 SW с Землей и Луной, в результате чего орбита астероида значительно изменилась. На телескопах Пулковской обсерватории проведены наблюдения астероида 2020 SW и получено более 400 ПЗС-кадров. Сравнение наших наблюдений с общемировыми, опубликованными в базе данных Центра малых планет и Лаборатории реактивного движения НАСА, показало сильное расхождение. Точность элементов орбиты в приведенных базах данных не позволяет прогнозировать дальнейшее движение астероида 2020 SW, в том числе предстоящие тесные сближения. Нами была уточнена орбита, исследована ее эволюция и определен период вращения астероида.

Ключевые слова: астероиды, сближающиеся с Землей, астрометрия, фотометрия, орбитальная эволюция.

DOI: 10.61011/JTF.2026.12.64046.306-26

Астероид 2020 SW диаметром от 5 до 10 m [1] был открыт 18 сентября 2020 г. в рамках проекта Mount Lemmon Survey (США), направленного на поиск потенциально опасных объектов. Абсолютная звездная величина астероида $H = 29.06^m$ [2]. Несмотря на небольшой размер и нахождение вне траектории прямого столкновения с Землей, что было подтверждено за счет новых наблюдений и последующего уточнения орбиты, астероид имеет многочисленные тесные сближения с Землей, а также Венерой. 24 сентября 2020 г. произошло очень тесное сближение с Землей на расстояние 0.00019 AU и с Луной на 0.00258 AU [2], в результате чего астероид изменил свою орбиту и перешел из семейства Аполлона в семейство Атона. В табл. 1 перечислены наиболее тесные предстоящие сближения астероида 2020 SW (после улучшения орбиты) в этом столетии.

В ночь с 23 на 24 сентября 2020 г. на телескопах Пулковской обсерватории ЗА-320М [3] и МТМ-500М [4] были выполнены наблюдения астероида 2020 SW и получено более 400 ПЗС-кадров. Сравнение полученных наблюдений с эфемеридами, взятыми из базы данных Центра малых планет (MPC) и Лаборатории реактивного движения НАСА (JPL), показало, что значения O–C (наблюдения минус теоретическое значение координат) достигают систематических величин до 5 угловых минут. Такое неточное определение орбиты позволяет предсказывать дальнейшее движение астероида, в том числе возможные сближения и столкновения с планетами в будущем, лишь на небольшой интервал времени. Элементы орбиты в базах данных MPC и JPL в следующие моменты наблюдений также не позволят обнаружить данный объект.

Для улучшения элементов орбиты астероида 2020 SW было использовано 508 общемировых наблюдений, из которых 399 — наши наблюдения (результаты будут представлены на Пулковской странице объектов, сближающихся с Землей [5]). В табл. 2 представлены результаты улучшения орбиты астероида с помощью пакета программ ЭПОС [6]. Критерий отклонений (RMS) использованных наблюдений от значений новой орбиты составил 0.5 угловых секунд.

На рис. 1 и 2 показано сравнение результатов наблюдений, представленных в базе данных MPC, и наблюдений на телескопах ЗА-320М и МТМ-500М с теоретическими значениями, вычисленными с использованием улучшенной теории движения астероида 2020 SW.

Если использовать элементы орбиты, вычисленные на эпоху 2459114.5 (22.09.2020) TDB и 2459200.5

Таблица 1. Наиболее тесные предстоящие сближения астероида 2020 SW в текущем столетии

Дата, время	Объект сближения	Минимальное расстояние (AU)
13 августа 2035 г., $02^h\ 01^m$	Венера	0.08742
26 мая 2037 г., $19^h\ 53^m$	Венера	0.04110
24 мая 2040 г., $13^h\ 36^m$	Земля	0.09854
23 сентября 2041 г., $10^h\ 51^m$	Земля	0.02493
24 мая 2051 г., $03^h\ 52^m$	Земля	0.05206
22 сентября 2052 г., $20^h\ 25^m$	Земля	0.09172
30 мая 2069 г., $07^h\ 21^m$	Венера	0.02540
16 сентября 2073 г., $06^h\ 15^m$	Земля	0.06474
22 мая 2083 г., $12^h\ 47^m$	Земля	0.04030
25 мая 2084 г., $01^h\ 19^m$	Земля	0.01416

Таблица 2. Улучшение орбиты астероида 2020 SW на эпоху 2459114.5 (22.09.2020) TDB

	Начальные (JPL)	Улучшенные	Δ	σ
X	1.01133872630219	1.01133875462496	+4237	442
Y	–0.0136745624937	–0.0136745340282	+4258	197
Z	–0.0027228800678	–0.0027228753454	+706	114
V_X	–0.0030576282004	–0.0030576284659	−40	86
V_Y	0.01592407009359	0.01592406957746	−77	132
V_Z	0.00553611080593	0.00553611154668	+111	52

Примечание. X, Y, Z — компоненты радиус-вектора, [AU], V_X, V_Y, V_Z — компоненты вектора скорости, [AU/d], Δ — разность, [m], σ — среднеквадратическое отклонение, [m].

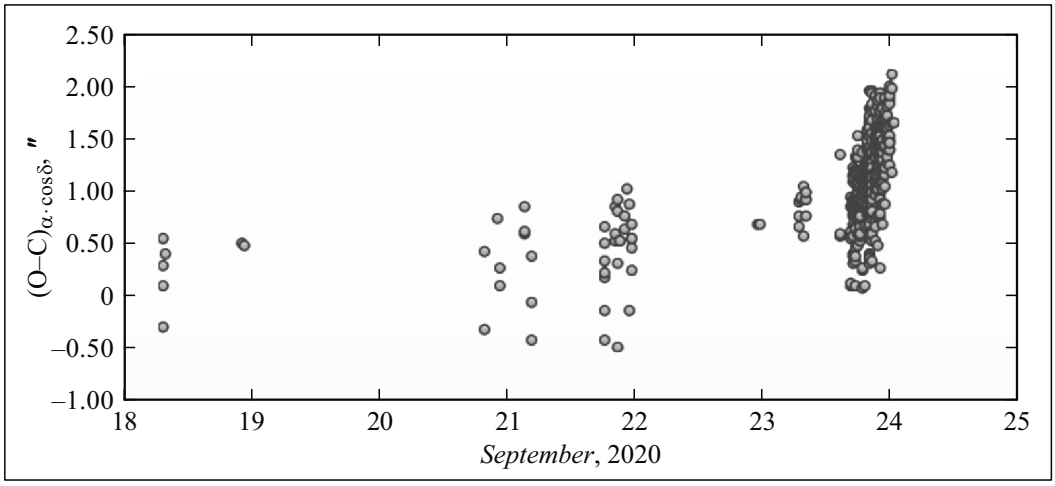


Рис. 1. Значения O–C по α (прямое восхождение), вычисленные по улучшенной теории движения астероида 2020 SW.

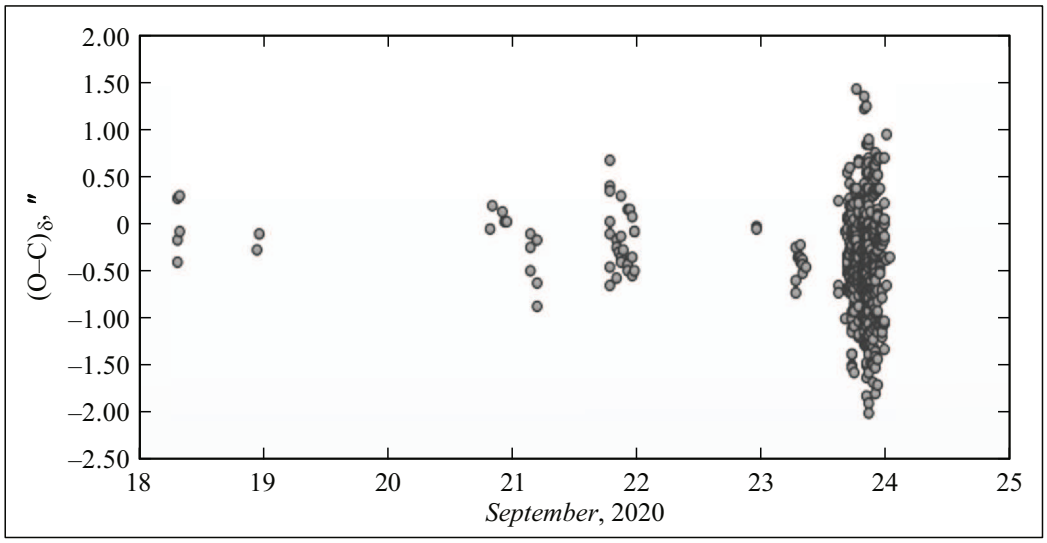


Рис. 2. Значения O–C по δ (склонение), вычисленные по улучшенной теории движения астероида 2020 SW.

(17.12.2020) TDB, то при вычислении координат получаются большие расхождения в значениях O–C. Поэтому в табл. 3 приведено сравнение элементов орбиты на эпоху 2459114.5 (22.09.2020) TDB.

Таблица 3. Элементы орбиты астероида 2020 SW на эпоху 2459114.5 (22.09.2020) TDB из базы данных JPL, а также полученные нами

Элемент	Начальные (JPL)	Улучшенные	Δ
e	0.19186414	0.19190179	+0.00003765
a, (AU)	1.01455932	1.01492773	+0.00036841
i, (°)	4.260248	4.250567	–0.009681
Ω, (°)	181.470736	181.470258	–0.000478
ω, (°)	277.908331	277.805042	–0.103289
M, (°)	281.911936	282.020971	+0.109035
q, (AU)	0.819893992	0.820161286	+0.000267294

Примечание. e — эксцентриситет, a — большая полуось, i — наклонение, Ω — долгота восходящего узла, ω — аргумент перицентра, M — средняя аномалия, q — перигелийное расстояние, Δ —- разность.

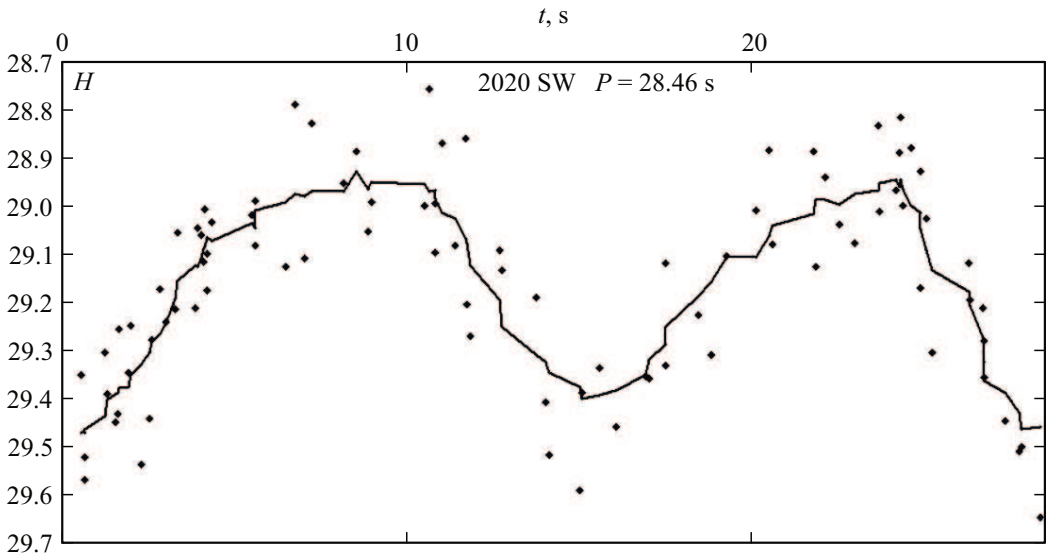


Рис. 3. Кривая блеска астероида 2020 SW с периодом 28.46 s. Черные точки — значения блеска, сплошная линия — скользящее среднее по 9 точкам. По оси абсцисс отложено время t в секундах, по оси ординат — значения абсолютного блеска H астероида.

С использованием новой орбиты астероида была исследована эволюция ее элементов. При тесном сближении с Землей существенно изменились все элементы орбиты, но в особенности наклон орбиты, изменение которого достигает 2 градусов.

По наблюдениям на телескопе ЗА-320М была получена кривая блеска астероида (рис. 3) и определен период его вращения $P = (28.46 \pm 0.02)$ s, который хорошо согласуется с оценками других исследователей [7]. При этом полная амплитуда составляет 0.61^m, а среднее значение абсолютной звездной величины — 29.17^m. Полный интервал наших наблюдений составляет 8040 s и включает около 270.8 периода вращения астероида, что позволяет считать этот период надежно определенным. Астероид 2020 SW находится на 19 месте среди известных быстровращающихся астероидов [8].

Все наблюдения, представленные в базе MPC, и наблюдения, выполненные в Пулковской обсерватории, были получены до момента минимального сближения астероида 2020 SW с Землей. Наблюдения после этого момента не были проведены из-за большой звездной величины астероида 2020 SW. На основе доступных нам наблюдений были уточнены элементы орбиты астероида 2020 SW. При тесном сближении астероида с Землей и Луной необходимо корректно учитывать влияние их гравитационных полей, и перевод элементов орбиты, полученных до сближений, на эпоху после сближений может оказать существенное влияние. Поэтому будущие наблюдения в 2040-х годах могут иметь определенные трудности при отождествлении объекта.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания 075-03-2025-080, утвержденного Министерством науки

и высшего образования Российской Федерации (тема № 125021201995-7 „КОСМОМЕТРИЯ“).

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Список литературы

[1] Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.nasa.gov/solar-system/school-bus-size-asteroid-to-safely-zoom-past-earth/
[2] Электронный ресурс. Режим доступа: https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html#/>sstr=2020%20SW
[3] А.В. Девяткин, И.И. Канаев, А.П. Кулиш, В.Б. Рафальский, А.В. Шумахер, В.В. Куприянов, А.С. Бехтева. Изв. ГАО, **217**, 505 (2004).
[4] А.П. Кулиш, А.В. Девяткин, В.Б. Рафальский, Ф.М. Ибрагимов, В.В. Куприянов, И.А. Верещагина, А.В. Шумахер. Изв. ГАО, **219** (1), 192 (2009).
[5] Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.gaoran.ru/personal/neo/index.html
[6] V.N. L'vov, S.D. Tsekmeister. Sol. Syst. Res., **46** (2), 177 (2012). DOI: 10.1134/S0038094612020074
[7] P. Birtwhistle. Minor Planet Bull., **47** (1), 26 (2020).
[8] Электронный ресурс. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_fast_rotators_(minor_planets)