



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 13 • № 2 • 2017 С. 64 – 67

УДК 523.4

## Супер-Земли на расстоянии до 1000 а.е. в Солнечной системе нет

А.П. Видьмаченко

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, 03143, г. Киев, ул. Академика Заболотного, 27

Многочисленные наблюдения показали, что пояс Койпера является динамически устойчивой системой, а источником кометных ядер может быть так называемый рассеянный диск. Это область, образованная внешне направленными гравитационными возмущениями внешних планет-гигантов более 4 миллиардов лет назад. Объекты рассеянного диска похожи на тела пояса Койпера. Но они уходят по своим орбитам на расстояния до нескольких сотен астрономических единиц (а.е.). В 2016 году Браун и Батыгин сообщили о косвенных доказательствах существования пока неизвестной девятой планеты в Солнечной системе. Они предложили, что орбиты 6 известных транснептуновых объектов рассеянного диска ориентированы так, что на них может влиять большое, но неизвестно пока тело. Мы обращаем внимание на то, что эти 6 объектов, в близкие к их обнаружению моменты, были расположены в перигелии своих орбит. Мы предполагаем, что на много порядков большее количество таких же транснептуновых объектов должно располагаться на значительно больших расстояниях от перигелия. Поэтому возможное количество таких же транснептуновых объектов должна насчитывать многие тысячи. Мы использовали данные наблюдений, полученные космическим телескопом «WISE» (Wide-Field Infrared Survey Explorer), которым было установлено отсутствие аналога планеты-гиганта Сатурна на расстояниях до 30 000 а.е. Это обстоятельство позволило нам рассчитать, что на расстояниях до 1000 а.е. было бы хорошо видным планетное тело с радиусом более 11 000 км, то есть это планета с возможной массой около 10 масс Земли при «земной» плотности ( $5,52 \text{ т/м}^3$ ). Если же принять во внимание, что плотность «среднего» транснептунового объекта мало отличается от  $2 \text{ т/м}^3$ , то радиус такого тела увеличится до 19 200 км. И тогда предел обнаружения тела также увеличится почти в 4 раза — до 4000 а.е. (!) Таким образом, либо неизвестная девятая планета сейчас находится еще дальше, или же наши результаты не могут быть прямо масштабированы на планету «Супер-Земля», которая на таком большом расстоянии может иметь непропорционально низкий источник внутреннего тепла.

**Ключевые слова:** транснептуновые объекты; Супер-Земля; пояс Койпера; девятая планета.

В свое время Ф. Леонард высказал мнение о возможном существовании транснептуновых объектов (ТНО), то есть тел, одним из представителей которых является Плутон. Это мнение было трансформировано К. Эджевортом и Дж. Койпером в гипотезу о существовании большого количества тел, которые сейчас образуют так называемый пояс Койпера. Его длительный поиск увенчался успехом лишь в 1992 г., когда на 2,2-м телескопе Гавайского университета был открыт объект 1992 QB1 с большой полуосью 44,5 астрономических единиц (а.е.). К концу 2010 г. уже было известно 1169 астероидов пояса Койпера. И большинство из них имеют в поперечнике несколько сотен километров, а у десяти крупнейших из них диаметр превышает 1000 км. Предполагается, что всего в поясе Койпера расположено свыше 500 000 тел с размером  $> 30$  км. Более 90% новооткрытых объектов движутся по почти круговым орбитам, расположенным на расстояниях от 30 до почти 50 а.е. от Солнца. Многие из орбит сильно наклонены к плоскости Солнечной системы, а некоторые даже перпендикулярны к ней.

Многочисленные наблюдения, проведенные с середины 1990-х гг., показали, что пояс Койпера — динамически стабильная система. Источником кометных ядер может быть пояс Оорта–Эпика и так называемый рассеянный диск [2–6, 24]. Последний представляет собой динамически активную область, которая, как предполагают, создана направленными наружу гравитационными возмущениями внешних планет-гигантов [9, 13, 14, 18, 20] более 4 миллиардов лет тому назад. Объекты рассеянного диска похожи на тела пояса Койпера, но они уходят по своим орбитам на расстояния до нескольких сотен астрономических единиц [7, 21].

В январе 2016 года М. Браун и К. Батыгин сообщили [1] о косвенных свидетельствах существования неизвестной до сих пор девятой планеты в Солнечной системе. Авторы предполагают, что около 4,5 млрд. лет тому назад эта планета была «выброшена» из области формирования планет вблизи Солнца, а затем она замедлилась газом и «поселилась» на отдаленной эллиптической орбите. Но все их выводы о планете основаны на компьютерных расчетах орбит всего нескольких известных в настоящее время транснептуновых объектов [10–12, 16]. Среди этих транснептуновых объектов Седна, 2004VN112, 2012VP113, 2010GB174 и другие. Некоторые параметры этих ТНО приведены в табл. 1.

М. Браун и К. Батыгин предлагают, что ориентации орбит этих объектов расположены так, что на них должно влиять существование крупного, еще неизвестного тела. Оно вполне может оказаться новой

**Таблица 1.** Транснептуновые объекты с большими значениями афелия

Объект	Перигелий, а.е.	Афелий, а.е.	Размер, км	Расстояние до Солнца в момент открытия, а.е.
Седна	76,315235	1006,54	995 ± 80	89,6 (2003)
2010 GB174	48,7	654	130–300	70,8 (2016)
2012 VP113	80,6	446	300–1000	83 (2014)
2007 TG422	35,6	967	343	37 (2007)
2004 VN112	47,3	607		47,3 (2009)
2013 RF98	36,28	600	50–110	36,5 (2016)

планетой, оказывающей на них мощное гравитационное воздействие. Как оценивают в [1], новый объект с возможной массой в  $\approx 10$  раз больше массы Земли может обращаться вокруг Солнца за 15 000 лет, подходить к Солнцу в перигелии на расстояние около 200 а.е., а в афелии — уходить до 1200 а.е.

Мы обращаем внимание, что все эти 6 объектов в близкие к их открытию моменты расположены в перигелии. Для находящегося на Земле наблюдателя они имели максимальную яркость, и их орбитальные скорости были самыми большими [7, 8, 23]. Но всего лишь через несколько десятков лет все они покинут это комфортное для их возможного обнаружения место в Солнечной системе. И затем эти объекты многие тысячи лет будут мигрировать в отдаленных частях своих орбит [15, 17]. В связи с этим для нас разумно предположить, что на много порядков большее число таких же ТНО должно пребывать на отдаленных частях орбит. Но в данный момент они невидимы для наблюдателя на Земле из-за их расположения на большом расстоянии от перигелия. А из-за значительного эксцентриситета скорость их передвижения по орбите вблизи афелия существенно медленнее, чем скорость указанных в табл. 1 шести обнаруженных вблизи перигелия ТНО [22]. Поэтому, из чисто вероятностных предположений, возможное количество таких же довольно крупных ТНО с очень вытянутыми орбитами должно исчисляться многими тысячами.

Таким образом, фактические результаты расчетов для всего ансамбля удаленных объектов должны сильно отличаться от представленных в статье [1] данных. Для оценки мы использовали данные наблюдений, полученные с запущенного в 2009 г. для изучения неба в инфракрасном свете космического телескопа «WISE» (Wide-Field Infrared Survey Explorer). С его помощью было установлено, что аппаратура телескопа не смогла увидеть аналог такой планеты-гиганта, как Сатурн, на расстояниях до 30 000 а.е. [15, 17]. Это обстоятельство позволило нам рассчитать, что на расстояниях до 1000 а.е. было бы четко видным планетное тело с радиусом более 11 000 км, то есть планета такого же размера, как и предложенная в [1], с возможной массой около 10 масс Земли и «земной» плотностью ( $5,52 \text{ т/м}^3$ ). Если же еще и учесть, что плотность «среднего» ТНО мало отличается от  $2 \text{ т/м}^3$ , то радиус такого планетного тела увеличится до 19 200 км. Тогда предел обнаружения возможной планеты увеличится еще почти в 4 раза — до 4000 а.е.(!) [19].

Таким образом, либо возможная неизвестная 9-я планета сейчас находится еще дальше, либо же наши результаты нельзя непосредственно масштабировать на планету «Супер-Земля», которая на таком большом расстоянии может обладать непропорционально малым источником внутреннего тепла. Однако на расстоянии до 1000 а.е. Супер-Земли в Солнечной системе нет.

1. *Batygin K., Brown M.* Evidence for a Distant Giant Planet in the Solar System // *Astronomical Journal*. — 2016. — 151(2).
2. *Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Steklov E.A.* Three bright bolides in Kiev sky on 29 March 2013 // 8th Conference “Meteoroids 2013”. 26–30 August 2013. Poznan, Poland. Program and abstracts. — IAU C22, Session P12 Fireballs. Contribution No. 077.
3. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N.* Observations of fragments of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev in the summer of 2014 // 17th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”. The program and abstracts. May 20–22, 2015. Zhytomyr, Ukraine. — P.84–85.
4. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N.* Observations of fragment of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev // *Astronomical School’s Report*. — 2015. — Vol. 11, No. 2. — P.99–102.
5. *Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Steklov E.A.* On possible search of cometary material on the Earth surface // *Near-Earth Astronomy* – 2015. Proceedings of the International conference. 31 August — 5 September 2015, Terskol — P.153–155.
6. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N.* Several twilight bolides over Kiev in 2013–2015 — fragments of comets nuclei // International conference “Meteoroids 2016”, at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC). Noordwijk, the Netherlands. 6–10 June 2016. Poster No. 63.
7. *Vidmachenko A.P.* Sedna: the history of the discovery and its features // *Astronomical almanac*. — 2005. — Vol. 52. — P.201–212.
8. *Vidmachenko A.P.* Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets) // *Astronomical almanac*. — 2015. — Vol. 62. — P.228–249.

9. *Vidmachenko A.P.* Activity of processes on the visible surfaces of Solar System bodies // Astronomical School's Report. — 2016. — Vol. 12, No. 2. — P.14–26.
10. *Vidmachenko A.P.* Former 9th and possible future 9th planet in the Solar system // Astronomical School's Report. — 2016. — Vol. 12, No. 2. — P.86–95.
11. *Vidmachenko A.P.* The floating ices on the surface of Pluto // 18th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”. The program and abstracts. May 26–27, 2016. National Aviation University, Kyiv, Ukraine. — P.10–12.
12. *Vidmachenko A.P.* Features of surface topography and the geological activity of Pluto // 118th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”. The program and abstracts. May 26–27, 2016. National Aviation University, Kyiv, Ukraine. — P.12–14.
13. *Vidmachenko A.P.* Activity of processes on the visible surface of planets of Solar system // 18th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”. The program and abstracts. May 26–27, 2016. National Aviation University, Kyiv, Ukraine. — P.23–27.
14. *Vidmachenko A.P.* Impact craters at falling of large asteroids in Ukraine // 18th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”. The program and abstracts. May 26–27, 2016. National Aviation University, Kyiv, Ukraine. — P.27–30.
15. *Vidmachenko A.P.* Is there 9th planet in our solar system? // Gamow International Conference. 14–20 August, 2016, Odessa, Ukraine. — P.46.
16. *Vidmachenko A.P.* Could it be the ninth planet in the Solar system? // International Conference “Astronomy and Space Physics in Kyiv University”. May 24–27, 2016. Book of abstracts. Kyiv, Ukraine. — P.67–68.
17. *Vidmachenko A.P.* So is there any 9-th planet in the Solar system? // 18th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”. The program and abstracts. May 26–27, 2016, National Aviation University, Kyiv, Ukraine. — P.108–110.
18. *Vidmachenko A.P.* Is There 9th Planet in Our Solar System? // Odessa Astronomical Publications. — 2016. — Vol. 29. — P.224–225.
19. *Vidmachenko A.P.* The proposed 9th planet of Solar System at a distance less than 1000AU is absent // 19th International scientific conference “Astronomical School of Young Scientists”, May 24–25, 2017, Bila Tserkva, Ukraine. The program and abstracts. — P.19–20.
20. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* The study of the satellites surfaces and the rings of the giant planets. — Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine Press. Kyiv, Ltd. Dia, 2012. — 255 p.
21. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies. — Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. — Kyiv, Publishing House “Profi”, 2014. — 388 p.
22. *Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V.* The study Earth-like planets using spacecraft // Astronomical School's Report. — 2014. — Vol. 10, No. 1. — P.6–19.
23. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* Is it dangerous asteroids? // Astronomical almanac. — 2007. — Vol. 53. — P.195–207.
24. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* The study of cometary material on the surface of the Earth // Astronomical School's Report. — 2013. — Vol. 9, No. 2. — P.146–148.

### **Супер-Землі на відстані до 1000 а.о. в Сонячній системі немає**

*Відьмаченко А.П.*

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, 03143, м.Київ, вул. Академіка Заболотного, 27

Численні спостереження показали, що Пояс Койпера є динамічно стійкою системою. Джерелом кометних ядер може бути розсіяний диск. Це область, утворена зовнішню спрямованими гравітаційними збуреннями зовнішніх планет-гігантів більше 4 мільярдів років тому. Об'єкти розсіяного диска схожі на тіла поясу Койпера. Але вони йдуть своїми орбітами на відстані до декількох сотень астрономічних одиниць (а.о.). У 2016 році Браун і Батигін повідомили про непрямі докази існування поки що невідомої дев'ятої планети в Сонячній системі. Вони запропонували, що орбіти з 6 відомих транснептунових об'єктів розсіяного диска орієнтовані так, що на них може впливати велике, але невідоме поки що тіло. Ми звертаємо увагу на те, що ці 6 об'єктів, у близькі до їх виявлення моменти, були розташовані у перигелії своїх орбіт. Ми припускаємо, що набагато порядків більше кількість таких же транснептунових об'єктів повинна розташовуватися на значних відстанях від перигелію. Тому можлива кількість таких же транснептунових об'єктів повинна налічувати багато тисяч. Ми використали дані спостережень, отримані космічним телескопом «WISE» (Wide-Field Infrared Survey Explorer), яким було встановлено відсутність аналога планети-гіганта Сатурна на відстанях до 30 000 а.о. Ця обставина дозволила нам розрахувати, що на відстанях аж до 1000 а.о. було б добре видно планетне тіло з радіусом більше 11 000 км, тобто це планета з можливою масою приблизно 10 мас Землі при «земній» щільності ( $5,52 \text{ т/м}^3$ ). Якщо ж прийняти до уваги, що щільність «середнього» транснептунового об'єкта мало відрізняється від  $2 \text{ т/м}^3$ , то радіус такого тіла збільшиться до 19 200 км. І тоді межа виявлення тіла збільшиться майже в 4 рази — до 4000 а.о. (!) Таким чином, або невідома 9-та планета зараз знаходиться ще далі, або ж наші результати не можуть бути прямо масштабовані для планети «Супер-Земля», яка на такій великій відстані може мати непропорційно низьке джерело внутрішнього тепла.

**Ключові слова:** транснептунові об'єкти; Супер-Земля; пояс Койпера; дев'ята планета.

## Super-Earth at a distance of less than 1,000 AU in Solar system is absent

Vidmachenko A.P.

Main astronomical observatory of NASU, Akademika Zabolotnoho St. 27, 03143 Kyiv, Ukraine

Numerous observations have shown that the Kuiper belt is a dynamically stable system. The source of cometary nuclei can be a scattered disk. It is an area created by outward-directed gravitational perturbations of the outer giant planets more than 4 billion years ago. The objects of the scattered disk are similar to the bodies of the Kuiper belt. But they go in their orbits for distances up to several hundred astronomical units (AU). In 2016 Brown and Batygin reported about indirect evidence of the existence of so far unknown ninth planet in the Solar system. They suggested, that orbits of 6 known trans-Neptunian objects of scattered disk are oriented so, that they can be influenced by a large, yet unknown body. We draw attention to the fact, that these 6 objects in close to their discovering moments were located at perihelion. We assume that for many orders of magnitude a larger number of the same trans-Neptunian objects should be located at a greater distance from the perihelion. Therefore, a possible number of the same trans-Neptunian objects should be counted in many thousands. We used the observation data obtained by Space Telescope «WISE» (Wide-Field Infrared Survey Explorer). It was established that there is no analogue of the giant planet Saturn at distances up to 30 000 AU. This circumstance allowed us to calculate that at distances up to 1000 AU it would be clearly visible planetary body with a radius of more than 11 000 km. That is, a planet with a possible mass of about 10 Earth masses and an “earth” density ( $5.52 \text{ t/m}^3$ ). If we take into account that the density of the “average” trans-Neptunian object differs little from  $2 \text{ t/m}^3$ , the radius of such a body will increase to 19 200 km. And then the limit of detection of the body will increase by almost 4 times: up to 4000 AU. (!) Thus, either unknown 9th planet is now even further, or our results cannot be directly scaled for the planet “Super-Earth”, which at such large distance can have a disproportionately low source of internal heat.

**Keywords:** transnepton objects; Super-Earth; Kuiper belt; ninth planet.

Надійшла до редакції / Received	12.08.2017
Виправлена авторами / Revised	31.10.2017
Прийнята до друку / Accepted	8.11.2017