

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## **НАУКОВА РОБОТА**

для участі у Всеукраїнському конкурсі студентських та наукових робіт з природничих,  
технічних і гуманітарних наук

Тема: **Створення планет Сонячної системи**

Шифр роботи «РОЗШИРЕННЯ ВСЕСВІТУ»

2018-2019 н.р.

## **Зміст**

**Створення планет Сонячної системи**

**Анотація**

**Вступ**

**Формування Сонячної системи в Стандартній моделі народження Всесвіту**

**Модель народження Сонячної системи у Всесвіті з початковою мінімальною ентропією**

**Висновки**

**Література.**

# Створення планет Сонячної системи

## Анотація

В роботі проведений аналіз моделей створення планет сонячної системи в рамках стандартної моделі створення всесвіту, а також в рамках моделі народження Всесвіту з початковою мінімальною ентропією. При цьому показано, що врахування розширення Всесвіту не допускає створення Сонячної системи в Стандартній моделі, проте дає можливість адекватно описати створення Сонячної системи у всесвіті з початковою мінімальною ентропією. Показано, що стандартна модель вимагає, щоб в минулому, коли відстань від планети до Сонця була меншою, швидкість руху планети на орбіті була суттєво більшою нинішньої. Зокрема, швидкість Землі близько 6 млрд. років тому повинна бути більшою в 15 раз, а орбіта бути близькою до поверхні Сонця. Оскільки така ситуація неможлива, зроблено висновок, що стандартна модель неспроможна описати народження планет. В моделі народження Всесвіту з початковою мінімальною ентропією як маса космічного тіла, так і відстань від планети до Сонця збільшуються пропорціонально часу. Цей факт забезпечує постійну в часі швидкість руху планети на своїй орбіті, яка постійно віддаляється від Сонця. При цьому час народження зародку планет виявляється в близьким до часу народження всесвіту – порядку 13 млрд. років тому.

*Ключові слова.* Моделі народження Всесвіту, народження планет Сонячної системи.

## Вступ

Історія уявлень про формування сонячної системи налічує велику кількість моделей, покликаних описати цей процес. Важливо відразу відзначити, що всі ці моделі розглядали створення Сонячної системи як вторинний процес. Тобто, на час створення Сонячної системи вже існували зорі, які досягли тієї стадії розвитку, що були здатні вибухати, створюючи наднові зірки. Ці зорі були створені в первинному процесі, який зовсім не розглядається в сучасних теоріях. Серед теорій, що розглядають створення Сонячної системи, є ті, які вважають, що вибух наднових зірок створює вибухову хвилю, спроможну спровокувати зародження центрів згущення в газопилових хмарах. Так в одній велетенській хмарі могли

народитись багато майбутніх зірок. Гравітаційна взаємодія з речовиною хмари сприяла стягуванню речовини до центру, внаслідок чого маса зірки збільшувалась, росла температура в центральних областях зірки, з'явилося видиме випромінювання сформованої зорі. Рештки газопилової хмари формували диск навколо зорі, який з часом фрагментувався на окремі згустки, створюючи майбутні планети.

Одним із розробників цієї моделі був П.Лаплас. Згідно з теорією П.Лапласа Сонячна система почала формуватися близько 10 млрд. років тому й остаточно сформувалась 4,6 млрд. років тому завдяки гравітаційному стисканню велетенської молекулярної хмари.

Інші вчені вважали, що Сонячна система була створена внаслідок зустрічі одинокої зорі – Сонця з іншою зорею. При цьому одні дослідники вважали, що було зіткнення між Сонцем і зіркою, внаслідок чого трапився вибух, який викинув зі сформованого Сонця велику частину його маси, яка згодом і сформувала Сонячну систему.

Інша модель вважала, що прямого зіткнення між Сонцем і зіркою не було. Проте, ці дві зірки пролітали досить близько одна до одної, внаслідок чого з Сонця була викинута сигароподібна частина його маси. Віддалені частини викинутої речовини в основному представляли елементи сонячної атмосфери, тобто, легкі атоми, а нижні – елементи внутрішньої частини Сонця, тобто важкі атоми. Легкі атоми увійшли до складу планет-гігантів, а важкі – до складу планет земної групи.

Серед 20 найвидатніших дослідників Космосу повністю заперечували роль Сонця в утворенні Сонячної системи: Декарт, Кант, Шмідт, частково заперечували роль Сонця Альфвен і Уіппл. Припускали формування Сонячної системи тільки шляхом еволюції Сонця: Лаплас, Бікерланд, Берлаге, Фесенков, Вейцзекер, Койпер. З іншого боку, Арреніус, Чемберлен, Мультон, Бікертон, Джеффріс, Рессел, Хойл припускали, що існувала подвійна зірка, однією з яких було

Сонце. Коли зірка-супутник вибухнула і установилась певна структура в розподілі речовини, виявилось, що в центрі залишилося одне Сонце, а навколо нього було створено багато планет. З часом зайві планети були зруйновані чи викинуті на околицю Сонячної системи і залишились лише відомі нам планети, які мають колову орбіту навколо Сонця.

Вкінці ХХ і на початку ХХІ століття сформувався нове уявлення про створення Сонячної системи.

Відповідно до сучасних уявлень формування Сонячної системи почалося приблизно 4,6 млрд. років тому з гравітаційного колапсу *невеликої частини* велетенської молекулярної хмари [1-4]. При цьому більша частина речовини цієї хмари виявилась в гравітаційному центрі колапсу і почала обертатися, формуючи в центрі туманності Сонце. Речовина, яка не потрапила до центру колапсу, утворила дископодібну хмару, з якої з часом сформувалися планети.

До перерахованих уявлень щодо формування Сонячної системи є ряд претензій. *По-перше*, вони звертають увагу лише на вторинні процеси, відкидаючи можливість народження зірок при створенні Всесвіту. Проте, більша частина зірок народилася саме в первинному процесі. І лише у вторинних процесах з'являються молекулярні хмари. Якщо ці хмари утворилися внаслідок вибуху зірок, то вони розбігаються, а не стискаються.

*По-друге*, моделі, що розробляються, не враховують розширення Всесвіту. В той же час при вивченні механізмів розбігання галактик розширення Всесвіту береться до уваги.

*По-третє*, подібно до того, як відбувається конденсація вологи в хмарах на Землі, повинна відбуватись і конденсація молекулярної хмари в космосі. Отже, потрібен центр конденсації, в ролі якого може виступати лише достатньо масивне тіло. Якщо це тіло рухається в хмарі, то його маса буде збільшуватись за рахунок акреції. Створення диску з елементів розрідженої хмари, який би обертався навколо тіла, буде малоімовірним.

*По-четверте*, другий закон термодинаміки вимагає, щоб ентропія системи росла. Отже конденсація молекулярної хмари повинна інтенсивно видувати речовину за межі хмари.

*По-п'яте*, закон збереження моменту імпульсу є абсолютним. Якщо молекулярна хмара не мала центра, навколо якого було її обертання, то він і не зможе виникнути. Якщо обертання не буде, то не створяться і планети. Отже, центр конденсації з самого початку повинен мати достатньо великий момент імпульсу. Крім того, молекулярна хмара повинна бути достатньо холодною. Тоді процеси акреції будуть не лише збільшувати масу зародка, перетворюючи його на зірку, а і втягувати в обертальний рух ближні шари молекулярної хмари.

Наведені зауваження спонукали авторів запропонувати власну модель народження Сонячної системи у всесвіті, який розширяється.

Для проведення розрахунків врахуємо сучасні параметри Сонця: екваторіальний радіус 696 342 км, середня густина  $1408 \text{ кг/м}^3$ , період обертання на екваторі 25.38 днів, лінійна швидкість обертання на екваторі 1997 м/с.

### **Формування Сонячної системи в Стандартній моделі народження Всесвіту**

Почнемо розгляд створення Сонячної системи з сучасного її стану.

В Стандартній теорії народження Всесвіту маси зірок ( $M_0$ ) і планет ( $m$ ) незмінні. Рух планет по коловій орбіті опишеться формулою:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM_0}{r^2}.$$

Звідси, швидкість руху планети по коловій орбіті

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM_0}{r}}.$$

Для того, щоб тіло віддалилось від Сонця на безмежність, потрібно, щоб сума кінетичної та потенціальної енергії цього тіла була рівна нулю, тобто

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{GmM_0}{r}.$$

Легко бачити, що в цьому випадку швидкість руху тіла

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM_0}{r}}$$

Більша, ніж при коловій орбіті в  $\sqrt{2}$  рази. А звідси зрозуміло, що при коловій орбіті кінетична енергія руху тіла в 2 рази менша за абсолютну величину потенціальної енергії.

Розширення простору приведе до того, що сила гравітаційного притягання стане меншою за відцентрову силу. Звідси випливає, що кінетична енергія тіла стає більшою за половину потенціальної енергії. Як наслідок, тіло повинно додатково віддалятися від Сонця до тих пір, поки не відновиться необхідне співвідношення між кінетичною і потенціальною енергіями.

Отже, планета була б вимушеною рухатись по спіралі, додатково збільшуючи відстань від зірки.

Зафіксуємо швидкість планети на певній коловій орбіті з радіусом  $r_0$ . Вона визначається за формулою

$$v_0^2 = \frac{GM_0}{r_0}$$

Оскільки при розширенні простору ( $r_1 = r_0 + dr_1$ ) швидкість планети виявиться більшою, ніж потрібно для колової орбіти, це спричинить додаткове збільшення відстані до  $r_2 = r_0 + dr_2$ . При цьому

$$v_2^2 = \frac{GM_0}{r_2}$$

Згідно з законом збереження енергії зміна кінетичної енергії буде рівна зміні потенціальної енергії, тобто

$$v_0^2 - v_2^2 = 2GM_0 \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = GM_0 \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Звідси

$$\frac{1}{r_0} + \frac{1}{r_2} = \frac{2}{r_1}$$

Підставимо в цю формулу величини  $r_1$  та  $r_2$

$$\frac{1}{r_0} + \frac{1}{r_0 + dr_2} = \frac{2}{r_0 + dr_1}$$

Оскільки прирости відстаней є малими величинами, останню формулу можна переписати у вигляді:

$$\frac{1}{r_0} + \frac{1}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{dr_2}{r_0}\right) = \frac{2}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{dr_1}{r_0}\right).$$

І, нарешті,  $dr_2 = 2 dr_1$ .

Отже, швидкість збільшення радіусу планетної орбіти суттєво (в 2 рази) перевищувала б швидкість розширення Всесвіту. При цьому швидкість руху планети буде зменшуватись.

Розглядаючи цей процес в зворотному напрямку і пам'ятаючи, що в даному випадку зміна кінетичної енергії повинна дорівнювати половині від зміни потенціальної енергії, знаходимо, що на малій відстані від центра Сонця, наприклад на відстані  $7 \cdot 10^5$  км, швидкість руху Землі по коловій орбіті повинна дорівнювати 435 км/с.

Оскільки швидкість наближення Землі (чи іншої планети Сонячної системи) до Сонця в 2 рази перевищує швидкість зміни відстані від Сонця до планети за рахунок розширення простору, то час такого наближення повинен бути в 2 рази меншим часу розширення Всесвіту. Вважаючи час розширення Всесвіту рівним  $13.25 \cdot 10^9$  років [5], отримаємо час від зародження планети Земля (але не Сонця)  $\approx 6.6$  млрд. років. Цей час значно ближчий до вказаного вище прийнятого часу життя Сонячної системи, ніж час існування Всесвіту.

Відомо, що приливні сили, які виникають між Землею і Місяцем, існують і між Землею та Сонцем. Чим ближче знаходиться орбіта планети до Сонця, тим більша величина приливних сил. Отже, ці сили повинні діяти на планети земної



групи. Вони сприяють додатковому збільшенню відстані між Сонцем і Землею на 15 см/рік [6]. Врахування таких сил наблизить до нас час зародження Землі.

Проте, цей розрахунок нічого не говорить про час народження самого Сонця. З іншого боку, наведений розрахунок вимагає, щоб планети народилися всередині Сонця і вийшли з нього невідомим чином, маючи величезну початкову швидкість орбітального руху. Скоріше наведений розрахунок відповідає приливній гіпотезі Т. Чемберлена (1901 р.), Ф. Мультона (1905 р.) та Г. Джеффріса (1916 р.), за якою з Сонця вирвалася велика частина його маси внаслідок взаємодії з зіркою, яка пролітала мимо Сонця. При цьому відносна швидкість зірки  $v_z$  повинна перевищувати подвійну швидкість зародка Землі, тобто, повинно бути  $v_z > 830$  км/с. Інакше вирвана із Сонця речовина була б захоплена зіркою. Зрозуміло, що таких швидкостей в галактиці в околі Сонця не існує.

Такий механізм утворення планет Сонячної системи сучасна наука вважає малоімовірним. Крім того, звичним є наявність планет у інших зоряних системах, що робить вказаний механізм утворення планет неймовірним. Тому сучасні спеціалісти з космології віддають перевагу народженню Сонячної системи з газопилової хмари.

При цьому комп'ютерне моделювання зореутворення з газопилової хмари (яка за постановкою задачі не повинна розлітатися) показує, що спочатку утворюється товстий, а потім тонкий газопиловий диск навколо майбутнього Сонця, яке з невідомої причини повинно мати великий момент імпульсу. Потім в диску відбувається фрагментація речовини на згустки пилу, яка спочатку привела до формування зародків планет земної групи. Десь через 200 млн років сформувалися планети групи Юпітера. І лише через 1 млрд. років сформувався Нептун і транснептунні малі планети.

**Модель народження Сонячної системи у Всесвіті з початковою мінімальною ентропією**

Згідно з моделлю народження та еволюції Всесвіту з початковою мінімальною ентропією [5] наш Всесвіт постійно розширюється таким чином, що його радіус збільшується зі швидкістю світла. При цьому маси всіх космічних тіл з плином часу збільшуються пропорційно величині сучасної маси:

$$m = m_0 \left(1 + \frac{t}{T_{U0}}\right) = m_0 \frac{T_U}{T_{U0}}, \quad (1)$$

де  $m_0$ - маса космічного тіла в даний момент часу,  $T_{U0}$  - вік Всесвіту в даний момент часу,  $t$  – час, відлік якого починається в даний момент,  $T_U = T_{U0} + t$  – час, відлік якого починається від моменту створення Всесвіту.

Колова орбіта планет навколо зірки з масою  $M$  на даний момент опишеться формулою

$$\frac{mv^2}{r_0} = \frac{GmM_0}{r_0^2} \quad (2)$$

Якщо врахувати розширення Всесвіту з постійною швидкістю, тоді і радіус  $r$  буде збільшуватися пропорційно до часу існування Всесвіту. Звідси

$$v^2 = \frac{GM}{r} = \frac{GM_0}{r_0} = const. \quad (3)$$

Отже, швидкість орбітального руху планети буде постійною, а радіус орбіти буде збільшуватися з такою ж швидкістю, яка відповідає швидкості розширення Всесвіту на масштабах орбіти планети. При цьому тривалість року збільшується з часом.

Візьмемо до уваги, що радіус Всесвіту  $R_U = 1.25 \cdot 10^{26}$  м, швидкість розширення Всесвіту дорівнює швидкості світла [5].

Радіус земної орбіти  $1.5 \cdot 10^{11}$  м. Із пропорції знаходимо швидкість розширення простору в межах земної орбіти:

$$V_3 = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{1.5 \cdot 10^{11}}{1.25 \cdot 10^{26}} = 3.6 \cdot 10^{-7} \text{ м/с.}$$

За рік це складе 11,36 м.

$$\ln V_3 = -14.83716.$$

Таблиця 1. Параметри планет Сонячної системи в наші дні.

n	Тіло	Маса $m_{i0}$ , кг	$T_p$ , земних діб	Відстань до Сонця, млн. км	$a_i = R_{сер}$ млн. км
1	Меркурій	$3.3022 \cdot 10^{23}$	87.97	46.0012–69.8169	57.909
2	Венера	$4.8685 \cdot 10^{24}$	227.70	107.476259-108.942109	108.209
3	Земля	$5.9737 \cdot 10^{24}$	365.26	147.098290-152.098232	149.598
4	Марс	$6.4185 \cdot 10^{23}$	686.98	206.669-249.2093	227.939
6	Юпітер	$1.8986 \cdot 10^{27}$	11р.314д.	740.52 – 816.62	778.57
7	Сатурн	$5.683 \cdot 10^{26}$	29р.167д.	1353.57-1513.33	1433.45
8	Уран	$8.7 \cdot 10^{25}$	84р.5д.	2748.9-3004.4	2876.75
9	Нептун	$1.0243 \cdot 10^{26}$	164р.288д.	4452.9-4553.9	4503.4
10	Плутон	$1.19 \cdot 10^{22}$	247р.255д.	4436.8-7375.9	5906.35
	Сонце	$1.9891 \cdot 10^{30}$		Радіус Сонця	0.696

Проводячи дослідження руху планет в зворотному напрямку часу, ми побачимо, що при народженні планетної системи зародок зірки обертався з великою кутовою швидкістю, яка забезпечувала відрив периферійних областей і утворення планет. Такий висновок узгоджується з висновками роботи [7].

Для знаходження механізмів народження планетної системи зафіксуємо сучасні параметри Сонячної системи (табл. 1).

Для спрощення розрахунків розглянемо задачу в наближенні сферичної форми Сонця в період створення планет. При такому наближенні результати розрахунків будуть носити наближений характер. Зі збільшенням відстані від Сонця до планети форма Сонця не матиме значення. В подальшому можна буде уточнити ці результати.

$$\text{Маса Сонця } M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho = A \cdot T_U.$$

$$\text{Звідси } A = \frac{M}{T_U} = \frac{1.9891 \cdot 10^{30}}{4.18 \cdot 10^{17}} = 0.4759 \cdot 10^{13} \text{ kg/s.}$$

$$4\pi\rho = \frac{3M}{R^3} = \frac{3 \cdot 1.9891 \cdot 10^{30}}{(0.696)^3 \cdot 10^{27}} = 17.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$R^3 = \frac{3 \cdot A \cdot T_U}{4\pi\rho} = \frac{3 \cdot 0.4759 \cdot 10^{13} \cdot T_U}{17.7 \cdot 10^3} = 8 \cdot 10^8 \cdot T_U$$

$$R = 928 \cdot \sqrt[3]{T_U}$$

$$F_S = \ln(R) = 6.833 + \frac{1}{3} \ln(T_U) = 6.833 + x/3 \quad (4)$$

Як бачимо, розширення масивного тіла відбувається значно повільніше, ніж розширення простору. Це варто пам'ятати при дослідженнях розширення галактик, які проводяться останнім часом [8]. Ці дослідження показали, що діаметр галактики Чумацький шлях розширюється зі швидкістю близько 500 м/с. Якби це розширення було викликане лише розширенням простору, то з пропорції випливає, що радіус земної орбіти розширювався б зі швидкістю  $0,83 \cdot 10^{-7}$  м/с, що в 4,34 рази менше, ніж величина швидкості, знайдена в новій моделі створення Всесвіту [5]. Отже, гравітаційна взаємодія між зірками в галактиці сповільнює розширення галактики. З іншого боку, наявність розширення галактики зі знайденою швидкістю свідчить про справедливність припущення про швидкість розширення простору, зробленого в новій моделі [5].

Для планет величина великої півосі еліптичної орбіти

$$a_i = V_i \cdot T_i,$$

де величина локальної швидкості збільшення відстані від Сонця до  $i$ -ї планети  $V_i$  визначається із пропорції, вважаючи, що радіус Всесвіту розширюється зі швидкістю світла [5].

$$f_i = \ln(a_i) = \ln(V_i) + \ln(T_i) = \ln(V_i) + x_i \quad (5)$$

Планети створюються в той момент, коли радіус Сонця і радіус орбіти планет однакові:

$$\ln(R_i) = \ln(a_i)$$

Звідси

$$6.833 + \frac{x_i}{3} = \ln(V_i) + x_i$$

Таблиця 2. Час народження планет Сонячної системи. Відлік часу від Великого Вибуху.

(1 рік = 31556926 с =  $3.1556926 \cdot 10^7$  с.)

n	Тіло	$x_i$	$T_i, sec$	$T_i, років$
1	Меркурій	33.93809327	$5.48437 \cdot 10^{14}$	17379286
2	Венера	32.99973593	$2.14587 \cdot 10^{14}$	6799994
3	Земля	32.51401833	$1.32026 \cdot 10^{14}$	4183734
4	Марс	31.8823946	$7.02018 \cdot 10^{13}$	2224607
6	Юпітер	30.0398058	$1.11204 \cdot 10^{13}$	352393
7	Сатурн	29.12436283	$4.45195 \cdot 10^{12}$	141077
8	Уран	28.07940188	$1.56577 \cdot 10^{12}$	49617
9	Нептун	27.4070621	$7.99348 \cdot 10^{11}$	25330

Далі

$$6.833 - \ln(V_i) = \frac{2x_i}{3}$$

$$x_i = \frac{3}{2} \cdot [6.833 - \ln(V_i)] \quad (6)$$

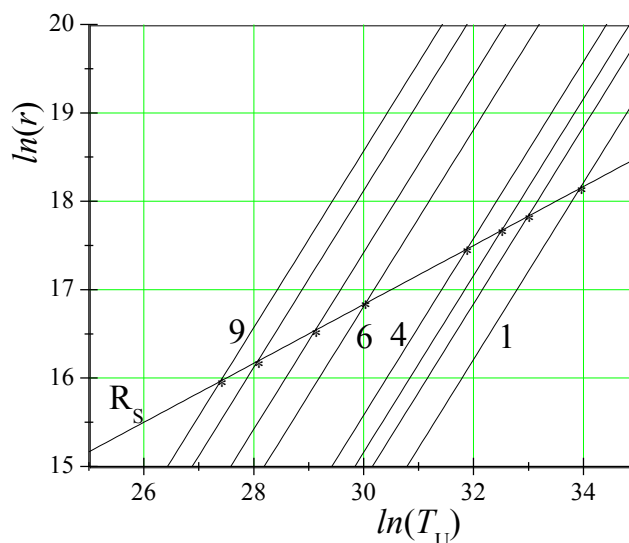


Рис. 1. Залежність радіусу Сонця  $R_S$  і відстані від Сонця до планет від часу існування Всесвіту (момент створення планет - точки перетину прямих 1-9 і  $R_S$ ). Дані для пояса астероїдів відсутні.

Розрахована величина часу народження планет наведена в табл.2, а величина відстані від Сонця до планет в момент їхнього створення і швидкості збільшення цих відстаней наведена в табл. 3. Розраховані величини радіусу і маси Сонця в моменти народження планет наводяться в табл. 4. Залежність відстані від Сонця до планет і радіусу Сонця від часу існування Всесвіту подана на рис.1.

Як випливає з таблиці 5, радіус сонячного диска при створенні планет змінювався від 1% до 10% від сучасної величини радіуса Сонця. Варто при цьому пам'ятати, що в момент створення Нептуна форма Сонця була повністю дископодібною. В подальшому формувалося сферичне ядро, так що при створенні Меркурія вклад дископодібної форми у вигляд Сонця був мінімальним. Тому після створення Меркурія нові планети не створювались.

Таблиця 3. Параметри орбіт планет Сонячної системи в момент їхнього народження

n	Тіло	$a_i$ , км	$\ln(a_i)$	$V_i$ , м/с	$\ln(V_i)$
1	Меркурій	75959	18.1457	$1.385 \cdot 10^{-7}$	-15.7924
2	Венера	55557	17.8329	$2.589 \cdot 10^{-7}$	-15.1668
3	Земля	47252	17.6710	$3.579 \cdot 10^{-7}$	-14.8430
4	Марс	38281	17.4605	$5.453 \cdot 10^{-7}$	-14.4219
6	Юпітер	20713	16.8463	$1.8626 \cdot 10^{-6}$	-13.1935
7	Сатурн	15266	16.5411	$3.429 \cdot 10^{-6}$	-12.5832
8	Уран	10776	16.1928	$6.882 \cdot 10^{-6}$	-11.8866
9	Нептун	8612	15.9687	$10.774 \cdot 10^{-6}$	-11.4384

Таблиця 4. Параметри Сонця в момент народження планет

n	Тіло	$R_s$ , км	$R_s/R_{s0}$	Маса Сонця в момент створення планет, кг
1	Меркурій	75959	0.1091	$2609.0 \cdot 10^{24}$
2	Венера	55557	0.0798	$1020.8 \cdot 10^{24}$
3	Земля	47252	0.0679	$628.1 \cdot 10^{24}$
4	Марс	38281	0.0550	$334.0 \cdot 10^{24}$
6	Юпітер	20713	0.0297	$52.9 \cdot 10^{24}$
7	Сатурн	15266	0.0219	$21.2 \cdot 10^{24}$
8	Уран	10776	0.0155	$7.4 \cdot 10^{24}$
9	Нептун	8612	0.0124	$3.8 \cdot 10^{24}$

З лінійної залежності між номером планети і логарифмом відстані до неї випливає, що наступна планета (після Меркурія), якби вона була створена, повинна знаходитися на відстані 30 млн. км від Сонця. Проте, вона не могла бути створеною внаслідок того, що Сонце збільшило свою масу і радіус, його форма стала сферичною, а кутова швидкість обертання суттєво зменшилася (див. наведені вище дані про обертання Сонця в даний час).

Оскільки маса тіла росте пропорціонально часу, то легко з'ясувати масу планет в момент їхнього створення (табл.5).

З табл. 5 видно, що в момент народження навіть Юпітер мав масу, суттєво меншу за масу Меркурія в наш час. Знайдені маси планет в час народження настільки малі, що приливні сили між цими планетами і Сонцем не могли суттєво вплинути на відстань між планетами і Сонцем. Звичайно, не виключено, що з часом такі сили потрібно враховувати і вони можливо дадуть свій внесок в швидкість зміни відстані між Сонцем і планетами. Проте, необхідно врахувати, що цьому процесу буде перешкоджати резонанс між орбітами планет, який зберігся назавжди.

Таблиця 5. Маса планет Сонячної системи в момент їхнього народження.

n	Тіло	Маса $m_i$ , в момент народження, кг
1	Меркурій	$4.33 \cdot 10^{20}$
2	Венера	$24.985 \cdot 10^{20}$
3	Земля	$18.862 \cdot 10^{20}$
4	Марс	$1.078 \cdot 10^{20}$
6	Юпітер	$504.946 \cdot 10^{20}$
7	Сатурн	$60.509 \cdot 10^{20}$
8	Уран	$3.258 \cdot 10^{20}$
9	Нептун	$1.958 \cdot 10^{20}$

Тепер детально опишемо створення Сонячної системи.

Як впливає з моделі створення зірок [5], на початку свого існування майбутня зірка складалася з важких атомних ядер, які бурхливо розмножувалися і розпадалися з виділенням електронів, протонів і  $\alpha$ -частинок. Ці заряджені частинки з великою швидкістю виривалися за межі зародка зірки. При цьому зародок зірки обертався з великою швидкістю. Оскільки він був носієм великої кількості зарядів, обертання зародка створювало сильне магнітне поле. В цьому полі заряджені частинки, викинуті з поверхні зародка зірки, рухались би по коловій орбіті, повертаючись до зірки. Радіус цієї орбіти визначається за формулою:

$$R = \frac{m v}{e' B},$$

де  $B$  – магнітна індукція,  $v$  – швидкість частинки,  $e'$  - її заряд.

З моделі створення Всесвіту [5] ми знаємо, що маса частинок з певною ймовірністю збільшувалась за рахунок народження бінейтрона в околі частинки. Це спричинить суттєве збільшення радіусу орбіти. При цьому частинка буде повертатись в точку, де її маса збільшилася. З часом маса частинки буде наростати, збільшуючи радіус орбіти. В середньому орбіта частинок буде близькою до площини диска. Проте, орбіта окремих частинок може суттєво відхилитися від цієї площини.

Таким чином сформується зародок майбутньої хмари Оорта.

В перші моменти появи цієї хмари гравітаційна взаємодія частинок хмари з зародком зірки буде несуттєвою порівняно з магнітною взаємодією. Проте, по мірі розширення орбіти частинок хмари гравітаційна взаємодія стане переважаючою, а потім і єдиною. Зрозуміло, що з часом хмара стає електронейтральною, захоплюючи електрони, що випромінюються зародком зірки.

Зародок майбутньої зірки не зобов'язаний мати циліндричну симетрію. Це впливає з того, що з цього зародка можуть формуватись кратні зірки [7]. Тому й не дивно, що зародок хмари Оорта не повинен мати циліндричної симетрії. Більше того, в ньому з часом будуть формуватись переважно з легких атомів досить масивні тіла, локалізовані в певній області орбіти. Ці масивні тіла при певних умовах будуть створювати резонансну взаємодію з зародком зірки, сприяючи вириванню з неї масивних частинок, які містять багато атомів з різними атомними масами. Як наслідок, створиться ще одна хмара частинок, властивості якої будуть суттєво відрізнятись від властивостей хмари Оорта. Цю хмару називають поясом Койпера.

В поясі Койпера на початкових масивних частинках відбувалось формування малих планет, здатних вступати в резонансну взаємодію з зародком зірки, маса і розміри якого на цей момент суттєво збільшились. Як наслідок, в надрах зірки народився згусток матерії, який при досягненні резонансу з малими пла-



нетами виділився як окрема планета. Збільшуючи масу і віддаляючись від зірки ця планета стала Нептуном. Отже, Нептун створився в Сонячній системі не останнім, а першим.

По мірі збільшення маси і радіуса орбіти Нептуна його резонансна взаємодія з Сонцем збільшувалась і завершилася народженням зародка планети Уран. Обидві планети віддалялись від Сонця і збільшували свою масу. При цьому почала виявлятися резонансна взаємодія Урану з об'ємом сонячного диска, внаслідок чого народилась значно масивніша планета Сатурн. В свою чергу Сатурн при досягненні резонансу взаємодії з об'ємом Сонця породив ще масивнішу планету Юпітер.

Здавалось би, що Юпітер повинен породити ще масивнішу планету, якби його резонансна взаємодія охоплювала певну ділянку всередині сонячного диска. Проте, його велика маса збуджувала всю масу сонячного диска, що вилилось в появі великої кількості зародків міні-планет, які в сукупності утворили пояс астероїдів. Цей пояс став немов би фільтром для гравітаційного впливу Юпітера на Сонце. Віддаляючись від Сонця, Юпітер перестав резонансно з ним взаємодіяти. Тому слабкий резонанс формував пояс астероїдів. Внаслідок такого резонансу з глибин сонячного диска народився Марс, планета значно меншої маси і радіусу, проте значно більшої густини, ніж великі планети.

Подальша історія повторюється. Марс породжує подібну до себе планету Земля, яка має більшу масу і більший радіус. В свою чергу Земля мала б породити ще більшу планету (з порівняння мас новонароджених Землі і Венери випливає, що маса зародку Венери перевищує масу зародка Землі). Проте, в момент народження Венери маса Землі виявилась дещо більшою, ніж маса Венери. А Венера породила зовсім малу планету – Меркурій. Причина таких відхилень у двох останніх випадках полягає в тому, що форма Сонця поступово переходила від дископодібної до сферичної. Крім того, суттєво зменшилась екваторіальна швидкість поверхні Сонця (табл.1). Останнє викликане тим, що момент імпуль-

су, який мав зародок Сонця, розподілився між Сонцем і планетами. Осьове обертання Сонця становить лише 2% моменту імпульсу усієї Сонячної системи, хоча маса Сонця становить понад 99,8% загальної маси. Викидання зародків планет з периферійної області сонячного диска привело до зменшення кутової швидкості екваторіального обертання Сонця порівняно з кутовою швидкістю осьового обертання.

І останнє, на що варто звернути увагу, це час створення життя на Землі. Відомо, що у випадку, коли б відстань від Землі до Сонця була меншою на 5%, цього було б достатньо для нестримного розвитку парникового ефекту і значного підвищення середньорічної температури, що погубило б життя на Землі. Якби відстань до Сонця була більшою на 1%, тоді спостерігалось б некероване зледеніння всієї поверхні Землі [9]. Легко підрахувати, що відстань до Сонця була меншою на 5% 660 млн. років тому, а збільшення відстані на 1% відбується через 132 млн. років. При цьому перша цифра відповідає часу зародження багатоклітинних організмів, що передували Кембрійському вибуху [10]. Друга цифра дає оцінку періоду майбутнього існування життя на Землі.

## **Висновки**

На основі розгляду виникнення Сонячної системи виходячи зі Стандартної моделі і з моделі народження Сонячної системи у Всесвіті з початковою мінімальною ентропією зроблені наступні висновки:

1. Сучасні теорії виникнення Сонячної системи з газопилової хмари не враховують розширення Всесвіту і можливості первинного створення зірок при створенні Всесвіту, а також суперечать законами фізики щодо зростання загальної ентропії та виникнення обертального моменту системи.

2. Врахування розширення Всесвіту в Стандартній моделі вимагає, щоб Земля народилася з об'єму Сонця 6,6 млрд. років тому і мала початкову швидкість 435 км/с, що неможливо за жодним з відомих механізмів. Врахування приплив-

них сил між Землею і Сонцем наблизить дату створення Землі. Проте, цей розрахунок нічого не говорить про час народження самого Сонця.

3. Згідно з моделлю народження та еволюції Всесвіту з початковою мінімальною ентропією Всесвіт розширюється з постійною швидкістю. При цьому як маса космічного тіла, так і відстань від планети до Сонця збільшуються пропорційно часу. Цей факт забезпечує постійну в часі швидкість руху Землі на своїй орбіті, яка постійно віддаляється від Сонця.

4. Нова модель передбачає, що першою народилася хмара Оорта, потім пояс Койпера і лише після цього виникли умови резонансу для виділення з периферії сонячного диска зародка майбутньої планети Нептун. Цей зародок, віддаляючись від сонячного диска і збільшуючи свою масу, досягає резонансу взаємодії з Сонцем, що спричинило створення зародка планети Уран. Діючи за тим же сценарієм, Уран спричинює створення Сатурна, а Сатурн – Юпітера. При цьому маса кожної наступної планети збільшується. Проте, Юпітер вступає в резонанс не з певною областю Сонця, а з усім об'ємом, внаслідок чого виникає пояс астероїдів.

5. Оскільки Юпітер відходить від умови резонансу з Сонцем, подальша історія створення планет нагадує ту, яка починалася з поясу Койпера. При цьому створилася спочатку невелика планета Марс, потім більша планета Земля.

6. Після народження зародка Землі умови для резонансного створення планет погіршилися внаслідок поступового наближення до сферичної форми Сонця і зменшення екваторіальної швидкості на Сонці. В результаті Венера виявилась меншою за Землю, а Меркурій зовсім малим. Після цього умови для подальшого створення планет зникли.

7. Запропонована модель формування Сонячної системи дає правильну оцінку часу виникнення багатоклітинних організмів (рослин і тварин) на Землі, а також передбачає період майбутнього існування життя на Землі.

## Література.

- [1]. Шкловский И. С. Эволюция протозвезд и протозвездных оболочек // Звезды: их рождение, жизнь и смерть. — 3-е изд., перераб. — М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. — 384 с.
- [2]. [Протозорі](#) // [Астрономічний енциклопедичний словник](#) / за заг. ред. [І. А. Климишина](#) та А. О. Корсунь. — Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. — С. 384—385.
- [3]. Ламзин С. А., Сурдин В. Г. [Протозвёзды. Где, как и из чего формируются звёзды.](#) — М. : Наука, 1992.
- [4]. Audrey Bouvier, Meenakshi Wadhwa (2010). The age of the solar system redefined by the oldest Pb-Pb age of a meteoritic inclusion. *Nature Geoscience* **3**: 637–641.
- [5]. Petro O. Kondratenko. The Birth and Evolution of the Universe with Minimal Initial Entropy. // *International Journal of Physics and Astronomy*. December 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 1-21.
- [6]. [Takaho Miura](#), [Hideyoshi Arakida](#), [Masumi Kasai](#), [Shuichi Kuramata](#). Secular increase of the Astronomical Unit: a possible explanation in terms of the total angular momentum conservation law // [arXiv.org](#) > [astro-ph](#) > arXiv:0905.3008.
- [7]. Petro O. Kondratenko. Origin of a Planetary System in the Model of Universe with Minimum Initial Entropy. // *International Journal of Advanced Research in Physical Science*. Volume-4 Issue-8. – 2017. pp. 4-13.
- [8]. Robert Massey, Anita Heward, Morgan Hollis, Helen Klus, Marieke Baan, Cristina Martínez-Lombilla. Is the Milky Way getting bigger? // Royal Astronomical Society. Meeting: European Week of Astronomy and Space Science. Public Release: 2-Apr-2018. <http://www.ras.org.uk/ras>; [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2018-04/ras-itm032918.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-04/ras-itm032918.php).
- [9]. Л.Б.Окунь. Фундаментальные константы физики. // *Успехи физических наук*. — 1991. — т.161, №9. — с.177-194.
- [10]. Evolutionary history of life. From Wikipedia, the free encyclopedia.