

Теоретичне обґрунтування результатів вимірювання аномалії траєкторії космічних апаратів

В. Й. Чабан

Національний університет «Львівська політехніка»

Вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна; v1z4d5@gmail.com

Анотація. Йдеться про сонячне прискорення космічних апаратів. Поширена думка про те, що класичні властивості фундаментальних законів статички можуть бути успішно використані в небесній механіці низьких швидкостей ($v \ll c$), спростовується, оскільки залучення релятивістських методів не покращує ситуацію через малість гравітомагнітного поля. Суть проблеми полягає в тому, що відомі класичні методи теорії руху оперують лише поперечною складовою вектора швидкості по відношенню до орієнтації радіус-вектора гравітаційної взаємодії. У статті введено в теорію руху поздовжню складову швидкості, ефект якої виявився на порядок більшим, ніж ефект поперечної. Що підтверджує практика експлуатації космічних апаратів.

Ключові слова: електрогравітація, досі невідоме додаткове сонячне прискорення космічного корабля, адаптований закон тяжіння Ньютона для випадку руху, домінуюча поздовжня складова швидкості.

Мета роботи.

На підставі теорії електрогравітації обґрунтувати результати натурних вимірювань аномалії траєкторії руху космічних апаратів у полі Сонячного притягання. Розробити на суворій математичній основі нелінійні диференціальні рівняння руху небесних тіл з урахуванням скінченної швидкості пропагації гравітаційного поля. Подати результати розрахунку аномалії траєкторії руху космічного зонда Pioneer-10. Показати, що ніякої аномалії руху згідно з класичною теорією не існує. Рух відбувається згідно фундаментальних законів світобудови.

Вступ.

Якщо говорити образно, то йдеться про відому, набравши великого галасу, «Аномалію Піонерів». Pioneer-10 – космічний зонд НАСА, призначений головним чином для вивчення Юпітера та геліосфери. Запущений 3 березня 1972 р. Він став першим космічним апаратом, який здійснив проліт поблизу Юпітера і сфотографував планету, а також першим апаратом, який розвинув достатню швидкість для подолання сили тяжіння Сонця. Услід за ним 6 квітня 1973 р. був запущений Піонер-11, призначений для вивчення Юпітера і Сатурна.

Уперше аномалія польотної траєкторії космічних зондів була виявлена в 1980-х., коли вони здолали близько 20 а.о., тобто 20 відстаней від Землі до Сонця, по траєкторії за межі Сонячної системи. До цього моменту зонди вже виконали свою основну місію. Піонер-10 пролетів поруч з Юпітером в грудні 1973 р., уточнивши при цьому його масу і вимірявши магнетне поле. Піонер-11 наблизився до планети рівно через рік: у грудні 1974 р. Зробивши докладні знімки, він відправився до Сатурна. У 1979 р. апарат передав на Землю зображення планети і її супутника Титана. Основна місія закінчилася, але дані моніторингу траєкторії польоту апарата Піонер-10 вирішили використати для пошуку, як тоді ще передбачалося, десятої планети Сонячної системи. А тепер вже дев'ятої (після пониження в статусі Плутона). Якби було відхилення в траєкторії, то, як вважали вчені, це стало б наслідком гравітації ще невідкритої планети. Відхилення знайшли, але причиною цієї аномалії була аж ніяк не планета на краю Сонячної системи. Але, що найцікавіше, *згодом аномалія виявилася і в зонда-близнюка*. Сьогодні апарати летять у різних напрямках. Піонер-10 рухається до краю Чумацького Шляху, у напрямку сузір'я Тельця. Його близнюк, навпаки, – до центра Галактики, в напрямку сузір'я Щита. Зараз обидва зонди знаходяться у вільному польоті. Тільки отриманий раніше розгін і зовнішні сили (гравітаційні і негравітаційні) впливають на політ космічних апаратів.

Серед негравітаційних сил, наприклад, тиск сонячної радіації, що викликає прискорення, спрямоване від Сонця. А гравітація Сонця, навпаки, тягне апарати до зірки, викликаючи прискорення, спрямоване до Сонця, тобто уповільнює їх. *Усі сили, які можуть впливати на політ космічних апаратів, підраховані і враховані. Крім однієї. Одна невідома і незрозуміла сила тягне зонди назад. Саме вона - причина загадки "Піонерів". Сила мізерно мала, але вона є.* Останні розрахунки, отримані до 2002 р., кажуть, що величина нез'ясованого негативного прискорення становила $(8,74 \pm 1,33) \cdot 10^{-10} \text{ мс}^{-2}$ (на певних відстані та швидкості). Це вже призвело до відхилення апаратів приблизно на 400000 км від розрахункової траєкторії. Здавалося б, зонди пролетіли мільярди кілометрів. На момент втрати зв'язку з «Піонером-10» (23 січня 2003 р.) він відлетів від нас більш ніж на 12 млрд кілометрів. Це 82 а.о. Зв'язок з «Піонером-11» був утрачений 30 вересня 1995 р., апарат уже знаходився від Сонця на відстані 6,5 млрд кілометрів, або 43 а.о. Читаємо в []: «І що ці сотні тисяч у порівнянні з мільярдами кілометрів? Але для науки ці мізерні величини можуть мати величезне значення. Відхилення від норми, від звичного розуміння речей, тобто аномалії можуть свідчити про наявність чогось значимого, але ще

невідкритого, тим більше, в астрофізиці». Аномалія в русі Урана привела до відкриття нової планети - Нептуна. Аномалія в русі Меркурія, виявлена в 1859 р., була пояснена на підставі диференціальних рівнянь руху лише нещодавно нами []. Або ще: «Розв'язання аномалії "Піонерів" може перевернути сучасну фізику або, навпаки, буде цілком тривіальним. Ось тому вона і не дає спокою багатьом ученим».

Дехто стверджує, що межа Сонячної системи визначається як точка, де гравітація Сонця перестає впливати на об'єкт. Але гравітація, як відомо, визначає Всесвіт у величезних масштабах. І ця точка в 50000 разів перевищує відстань від Сонця до Землі. Так, «Вояджер-1» подолав 123 а. о. і йому знадобиться ще 14000 років, щоб з його поточною швидкістю покинути гравітаційний захват Сонця.

За всі роки, присвячені пошуку розв'язання задачі «Аномалії Піонерів», було висунуто безліч припущень. І перше - це помилки в спостереженнях і інтерпретації отриманих даних. Але від нього відмовилися практично відразу. Аномалію пояснювали різними причинами. Гальмуванням у міжпланетному середовищі (пил, хмари газу і т. п.). Гравітаційним притяганням об'єктів пояса Койпера. Витоком газу, наприклад гелію, використовуваного як робоче тіло в радіоізотопних генераторах. Причину шукали і в електромагнетних силах, викликаних накопиченими зондами електричних зарядів. І, звичайно, списували на вплив темної матерії або темної енергії. Зверталися до ефекту прискорення годинника, зумовленого розширенням Всесвіту, а відтак збільшенням фонового «гравітаційного потенціалу», який у свою чергу прискорює космологічний час. Зміною інерції внаслідок взаємодії з енергією вакууму. Можливою нееквівалентністю атомного і астрономічного часу. Не залишився поза увагою і фоновий простір-час, що описується космологічною метрикою Фридмана-Леметра-Робертсона-Уокера, яка не є плоска за Мінковським. Але одним з найпоширеніших пояснень стало теплове випромінювання - термоелектричного генератора. Не обійшлося і без *пропозицій скорегувати існуючу фізику*. Так у 1983 р. М. Мільгер запропонував т. зв. теорію модифікованої ньютонівської динаміки, згідно з якою для опису руху тіл з надзвичайно малим прискоренням, «ньютонівська механіка потребує поправок». Усе це наочно демонструє цікаву гносеологічну ситуацію, як людський розум у стані безпорадності шукає шлях до Істини.

. Оскільки космічні апарати «Піонер-10» і «Піонер-11» летіли майже без додаткових стабілізаційних вмикачів моторів під час «круїзу», щільність середовища Сонячної системи можна характеризувати по силі її впливу на рух космічного апарата. У зовнішній Сонячній системі цей ефект може бути легко прорахований на основі наземних вимірювань дальнього космічного середовища. Коли ці ефекти були враховані, поряд з усіма іншими відомими ефектами, розрахована позиція Піонерів не узгоджувалась з результатами вимірювань, заснованих на термінах повернення радіосигналів з космічного апарата. Вони послідовно показували, що обидва апарати були ближче до внутрішньої частини Сонячної системи, чим вони повинні бути. «Піонери» унікально підходили для виявлення ефекту, тому що вони летіли протягом тривалого часу без додаткових коригувань курсу. Більшість зондів глибокого космосу, запущених після «Піонерів», або зупинились на одній з планет, або використовували вмикач моторів протягом усієї своєї місії..

Хід думок противників перегляду гравітаційної фізики такий [3]. «Якби «Аномалія Піонера» була гравітаційним наслідком деяких далеkobійних модифікацій відомих законів тяжіння, то чому він не вплинув на орбітальний рух великих природних тіл тим же способом. Отже, для гравітаційного пояснення потрібно порушити принцип еквівалентності, який стверджує, що сила тяжіння діє на всі об'єкти однаково. Тому одні доводили, що все точніші вимірювання і моделювання руху зовнішніх планет і їхніх супутників відкидають можливість того, що «Аномалія Піонера» є явищем гравітаційного походження, а інші вважали, що наші знання про рух зовнішніх планет і карликової планети Плутона недостатні, щоб спростувати гравітаційний характер аномалії».

Щодо пошуку причини можливого космологічного походження, то гравітаційно пов'язані об'єкти, такі як Сонячна система, або навіть Чумацький Шлях, не повинні брати участь у розширенні Всесвіту — це відомо зі звичайної теорії і шляхом безпосереднього вимірювання.

На кінець скажемо, що в цій цікавій історії спроби встановити контакт із «Піонером-10» 7 лютого 2003 р. були безуспішними. Причиною втрати радіозв'язку фахівці NASA вважають виснаження радіоізотопного джерела живлення. Передбачається, що апарат продовжує політ. Його швидкість достатня, щоб залишити Сонячну систему, а курс лежить у бік зірки Альдебаран. Якщо з Піонером-10 нічого не станеться по дорозі, його політ до околиць цієї зірки триватиме понад два мільйони років.

Серед нерозв'язаних задач теоретичної фізики є і така: «Що викликає додаткове прискорення в напрямку Сонця космічних апаратів, не описуване класичною теорією». Перше, що прийшло мені до голови, так це те, що у світлі моїх останніх теоретичних розробок [1], можна взятися за успішне розв'язання цієї проблеми. Але тут виникає великий ризик, оскільки я не володію кількісними вихідними даними, конче потрібними в такому випадку для впевненого руху вперед, скріпленого так потрібними зворотними зв'язками (якого порядку додаткове прискорення?). Але й пройти мимо проблеми теж не випадало, бо це було б втечею в тінь безвідповідальності. Тому все, сказане нижче з цього приводу, я кладу на стіл дискусії, бо навіть коли я помилюся, то впевнений, що подібні помилки тільки прискорять чийсь важкі кроки вперед.

Теоретична частина

Мета роботи. На основі передової теорії гравітації пояснити спостережуване природне явище появи додаткового геліоцентричного прискорення, яке уповільнює рух космічних апаратів, які залишають простір Сонячної системи.

Теоретична частина. Класична небесна механіка вільного руху космічних апаратів з нерелятивістськими швидкостями в координатах умовно нерухомого Сонця повністю виходить із закону всесвітнього тяжіння І. Ньютона

$$\mathbf{F} = G \frac{mM}{r^2} \mathbf{r}_0, \quad (1)$$

де \mathbf{F} – вектор сили; m – маса мобільного пристрою; M – маса Сонця; r – миттєва відстань між центрами рухомих мас; \mathbf{r}_0 – одиничний просторовий вектор; $G = 6,67438 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ – глобальна константа.

Поява додаткового прискорення космічних апаратів все ще зумовлена їх рухом навіть у діапазоні дорелятивістських швидкостей. Класичний закон (1) є законом статички, а не динаміки. Через це виникає проблема. Тому тут пропонується закон (1), адаптований до випадку руху на підставі теорії електрогравітації [1].

$$\mathbf{F} = G \frac{mM}{r^2} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + 2 \frac{v}{c} \mathbf{v}_0 \cdot \mathbf{r}_0 \right) \mathbf{r}_0, \quad (2)$$

де v – взаємна миттєва швидкість руху маси; c – швидкість світла у вакуумі; \mathbf{v}_0 – одиничний вектор швидкості. Перший член у (2) представляє постійну статичну силу (1), а другий – так звану гравітаційну (електро)магнітну силу, яка є тривалою силою Лоренца від електрики до механіки, спричиненою поперечним рухом. Він відповідає за релятивістський ефект у гравітаційному полі, подібний до магнітного поля в електричному полі. Третій доданок відповідає силі, викликаній позовжнім переміщенням, орієнтованим уздовж радіуса-вектора силової взаємодії.

Модуль вектора сили (2) запишемо покомпонентно:

$$F_N = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}, \quad (3)$$

$$F_L = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \frac{v^2}{c^2}, \quad (4)$$

$$F_T = 2G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \left(\frac{v}{c} \mathbf{r}_0 \cdot \mathbf{v}_0 \right), \quad (5)$$

where F_N is Newton's force; F_L, F_T are gravitational force is the tangential and radial components of the gravitational force of velocity. It is clear that $v \rightarrow 0$ the modulus of force interaction (4), (5) degenerates into (3).

де F_N – сила Ньютона; Сили гравітації F_L, F_T – це тангенціальна і радіальна складові сили гравітаційні сили швидкості. Зрозуміло, що модулі силової взаємодії (4), (5) вироджується в (3).

Очевидна гранична частка в силовій взаємодії компонентів (4) і (5) за швидкісними та орієнтаційними характеристиками.

$$\mathbf{F}_L = (0 \div 1) \mathbf{F}_N; \quad \mathbf{F}_T = ((-2) \div (+2)) \mathbf{F}_N. \quad (6)$$

У [3] доведено, що складова сили (4) зумовлена тангенціальною складовою швидкості. В електричному полі вона повністю збігається з силою Лоренца, яка в класичній електродинаміці є силою магнітного поля, або так званим релятивістським ефектом в електричному полі. Подовжена до механічної взаємодії, вона представляє відповідну гравітомагнітну силу (4) [4–7].

Функціональна залежність (5) від швидкості руху вища, ніж (4), тому що швидкісний множник (4) піднесений до другого ступеня, а в (5) – до першого. Саме компонент (5) завершує невідому досі триєдину сутність сил тяжіння і дає змогу розв'язати задачу на строгій математичній основі.

Запишемо очевидні рівняння рухомої маси в класичному записі другого закону Ньютона

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt}, \quad \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{v}, \quad (7)$$

Нагадаємо, що в наших теоретичних розробках маса не залежить від швидкості її руху! Це один із фетишів спеціальної теорії відносності. Від швидкості руху узалежнена лише сила взаємодії мас [1]!

Баланс сил (2), (7) в полі гравітуючої маси m_2 згідно з (7) запишемо по-координатно:

$$\frac{dv_k}{dt} = -G \frac{m_2 r_k}{r^3} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + 2 \frac{r_x v_x + r_y v_y + r_z v_z}{cr} \right); \quad \frac{dr_k}{dt} = v_k; \quad k = x, y, z, \quad (8)$$

де r, v – модулі векторів радіуса \mathbf{r} і швидкості \mathbf{v}

$$r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_z^2}; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}, \quad (9)$$

Вирази (8), (9) утворюють повну систему алгебро-диференціальних рівнянь аналізу перехідних процесів у гравітаційному полі в 3D Евклідовому просторі і фізичному часі. Однозначність розв'язку забезпечують початкові умови:

$$r_x(0), r_y(0), r_z(0), v_x(0), v_y(0), v_z(0).$$

Таким чином у процесі руху певної маси ми володіємо усіма параметрами руху \mathbf{r} і \mathbf{v} .

Зауважимо, що на підставі (8), (9) було вперше просимульовано зсув перигелія Меркурія [2] і взаємовплив планет сонячної системи на їхні орбіти [8].

Якщо брати до уваги, що

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{a}, \quad (10)$$

де \mathbf{a} – вектор прискорення, то праві частини перших трьох диференціальних рівнянь (8) і є шуканими прискореннями.

Для прикладу виберемо в околі Землі фіксоване просторово-часове положення космічного апарата в гравітаційному полі Сонця з масою $m_2 = M$. Систему декартових координат зорієнтуємо так, щоб їхній початок збігався з центром нерухомого Сонця. Тоді на підставі (4)–(6) можемо записати вираз для додаткового сонячного поздовжнього прискорення як

$$a = 2G \frac{M}{r^2} \frac{v}{c} \mathbf{v}_0 \cdot \mathbf{r}_0 \quad (11)$$

Оскільки наша задача стосується нерелятивістських швидкостей космічних апаратів, через співвідношення швидкостей $v \ll c$ гравітомагнітна сила як поперечна сила практично незначна. Але поздовжня сила (2) значно більша. Тому причину появи додаткового прискорення в гравітаційному полі Сонця ми будемо шукати в ньому, адже мова йде саме про це.

Виходячи з другого закону Ньютона $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$, де \mathbf{a} – вектор прискорення. Модуль якого на основі (2) можна записати у вигляді

$$a = G \frac{M}{r^2} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} + 2 \frac{v}{c} \mathbf{v}_0 \cdot \mathbf{r}_0 \right), \quad (12)$$

З виразу (12) виділимо третій доданок. Це буде вираженням шуканого додаткового геліоцентричного прискорення

$$a = 2G \frac{M}{r^2} \frac{v_r}{c}; \quad v_r = v \mathbf{v}_0 \cdot \mathbf{r}_0, \quad (13)$$

де v_r – компонент радіальної швидкості. На великій відстані від Сонця досить прийняти $v_r = v$.

У полі Сонячної системи за умови, що всі розміри вказані в СІ:

$$G = 6,67438 \cdot 10^{-11}; \quad M = 1,9891 \cdot 10^{30}; \quad c = 2,99792 \cdot 10^8; \quad \text{AU} = 1,49598 \cdot 10^{11},$$

формулу (9) можна спростити (для $r = n \text{ AU}$) [9]:

$$a = 0,39575 \frac{v_r}{n^2} 10^{-10}. \quad (14)$$

Приклад. Розрахуємо додаткові геліоцентричні прискорення при уповільненні швидкості космічного апарату «Піонер-10» (старт 02.03.1972). Найвні вихідні дані, отримані за результатами космічних контактів на вказані дати [2]:

1. Варіант розрахунку – $n = 25,00$; $v_r = 12500 \text{ мс}^{-1}$;
2. Контакт 23.01.2003 – $n = 82,19$; $v_r = 12224 \text{ мс}^{-1}$;

3. Звернення 23.01.2012 – $n = 106,96$; $v_T = 12048$ мс-1;

Підставляючи вихідні дані в (14), за умови, що на достатній відстані $v_r = v$, отримуємо шукані фіксовані додаткові прискорення:

$$a_1 = 7.915 \cdot 10^{-10}; \quad a_2 = 0.716 \cdot 10^{-10}; \quad a_3 = 0.417 \cdot 10^{-10}.$$

Що стосується додаткового прискорення a_1 , то воно ідеально вписується в результат експерименту ($8,74 \pm 1,33$) $\cdot 10^{-10}$):

$$7.41 \cdot 10^{-10} < 7.92 \cdot 10^{-10} < 10.07 \cdot 10^{-10},$$

хоч, відверто кажучи, результат логічного припущення був введений у вихідні дані цієї версії.

Для попередньої оцінки кількісних співвідношень компонент дії сили тяжіння Сонця розрахуємо повне прискорення за (12)

$$a_{12} = 9.492 \cdot 10^{-6} (1 + 0.174 \cdot 10^{-8} + 0.8339 \cdot 10^{-4}) = 9.492 \cdot 10^{-6} + 1.650 \cdot 10^{-14} + 7.915 \cdot 10^{-10} \text{ (ms}^{-2}\text{)}. \square$$

Як бачимо, коефіцієнт гравітомагнітного прискорення невеликий, тому ним на практиці можна знехтувати, чого не можна сказати про коефіцієнт додаткового сонячного прискорення, а тому це прискорення також помітне в космічній практиці.

На завершення скажемо важливе, що всі теоретичні положення електрогравітації [1] логічно вписуються в теорію космічної інфляції [10].

Конфліктінтересів

Автор стверджує, що можливих фінансових чи інших конфліктів щодо роботи немає.

Подяка

Автор вдячний професору Святославу Яцишину за допомогу в оформленні статті до публікації.

Висновки

1. Панівна думка про те, що в небесній механіці малих швидкостей ($v \ll c$) можна успішно використовувати класичні надбання фундаментальних законів статички, не завжди задовольняє практиці експлуатації штучних космічних апаратів. Залучення методів релятивізму теж не покращує ситуацію, бо гравітомагнетне прискорення є надто мізерне. Тому настав час шукати нові підходи виходу з цього теоретичного тупику.

2. Аналіз проблеми показав, що відомі класичні методи теорії руху оперують лише поперечним компонентом вектора швидкості по відношенню до орієнтації радіуса-вектора гравітаційної взаємодії. Нами в теорію руху вперше привнесено неvistачаючий поздовжній компонент, дія якого виявилася на порядок вищою за дію поперечного.

3. Поява експериментально відчутного додаткового сонячного прискорення в прикладній задачі польоту космічних апаратів лише підтверджує трисутність силової гравітаційної взаємодії – статичної, поперечної і поздовжньої динамічних.

4. The new results obtained in the work are not only of purely scientific interest, but also epistemological in favor of the unity of the universe at all its levels - mega-, macro- and microworld.

5. Не дивлячися на 40-літню історію існування проблеми аномалії польотної швидкості космічних зондів, математичне розв'язання її здійснено вперше, виходячи з теорії електрогравітації – ніякої аномалії літальних траєкторій космічних апаратів не існує. Навпаки, рух відбувається згідно з основними законами світобудови.

Література.

[1]. Tchaban V. Electrogravity: movement in an electric and gravitational field. – Lviv: "Space M", 2023. – 160 p. (ISBN 978-617-8055-50-9).

[2] Чабан В.. Рух у гравітаційному і магнетному полі. – Л: "Простір М", 2021. – 140 с. – ISBN 978-617-8055-01-1.

[3]. Slava G. Turyshev, Viktor T. Toth, Gary Kin-sella, Siu-Chun Lee, Shing M. Lok, Jordan Ellis. Support for the Thermal Origin of the Pioneer Anomaly // Physical Review Letters. – 2012. – 15 June (vol. 108, iss. 24). — [ISSN 0031-9007. – arXiv:1204.2507](https://arxiv.org/abs/1204.2507).

[4] Ruggiero M. L., Tartaglia A. Gravitomagnetic effects. Nuovo Cim. 117B (2002) 743—768 ([gr-qc/0207065](https://arxiv.org/abs/gr-qc/0207065)).

[5] Clark S.J., Tucker R.W. Gauge symmetry and gravito-electromagnetism // [Classical and Quantum Gravity](https://arxiv.org/abs/2000) : journal. — 2000.

[6]. [http://uk.wikipedia.org/wiki. Гравітомагнетизм](http://uk.wikipedia.org/wiki/Гравітомагнетизм).

[7]. Tchaban V. On some Joint Laws of the Field of Gravity- and Electrometry. – Measuring, Equipment and Metrology. Vol 81, No 3, 2020, pp. 37–40 (DOI <https://doi.org/10.23939/istcmtm2020.03.037>).

- [8]. Tchaban V. Impact of the Interaction of Moving Planets on their Orbits. – Measuring, Equipment and Metrology. Vol 83(2), No 2, 2022, pp. 11-16 (<https://doi.org/10.23939/istcmtm2022.02.011>).
- [9]. Tchaban V. Radial Heliocentric Accelration of Spacecraft of Movement. – Modern Methods for the Development of Science// I Intern. Scientific and Practical Conference, Haifa, Izrael (January 09-11, 2023), pp. 330-334.
- [10]. [http://uk.wikipedia.org/wiki. Інфляція](http://uk.wikipedia.org/wiki/Інфляція).