УДК 627.180

В. В. ОНИЩУК

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМИ РІВНЯНЬ НАВ'Є – СТОКСА ДЛЯ ОЦІНКИ ДИНАМІЧНОЇ РІВНОВАГИ СИСТЕМИ «ГАЛАКТИКА – КОСМІЧНИЙ ПРОСТІР ВСЕСВІТУ»

На основі аналітичного розв'язування замкненої системи рівнянь Нав'є-Стокса виконана оцінка морфологічного стану галактики Всесвіту при динамічній рівновазі системи «галактика – космічний простір Всесвіту». За отриманими розрахунковими формулами оцінено динамічну стійкість Всесвіту. Отримані результати розрахунків характеристик галактики дають можливість стверджувати про наявності в її центрі стійкого ядра у вигляді "чорної діри". Ядро галактики являє собою нейтральну зону у вигляді мезовира, який обертається проти годинникової стрілки і, таким чином, підтримує у поперечному вимірі динамічну рівновагу системи «галактика – космічний простір Всесвіту».

Ключові слова: динамічна система «галактика – космічний простір Всесвіту», динамічна рівновага системи, рівняння Нав'є–Стокса, "заморожена" турбулентність, явище поперечно–поздовжньої циркуляції, пристінна зона.

На основе аналитического решения замкнутой системы уравнений Навье-Стокса выполнена оценка морфологического состояния галактики Вселенной при динамическом равновесии системы «галактика – космическое пространство Вселенной». По полученным расчетным формулам оценена динамическая устойчивость Вселенной. Полученные результаты расчетов характеристик галактики дают возможность утверждать о наличии в ее центре устойчивого ядра в виде "черной дыры". Ядро галактики представляет собой нейтральную зону в виде мезовихора, который вращается против часовой стрелки и, таким образом, поддерживает в поперечном измерении динамическое равновесие системы «галактика – космическое пространство Вселенной».

Ключевые слова: динамическая система «галактика – космическое пространство Вселенной», динамическое равновесие системы, уравнения Навье-Стокса, "заморожена" турбулентность, явление поперечно–продольной циркуляции, пристенная зона.

On the basis of analytical solving of a closed system of Navier-Stokes equations, an estimation of the morphological state of the universe's galaxy was performed at the dynamic equilibrium of the "galaxy–space universe" system. Based on the calculated formulas, the dynamic stability of the universe is estimated. The obtained results of calculations of the characteristics of the galaxy make it possible to assert the presence of a stable core in the form of a "black hole" in its center. The nucleus of the galaxy is a neutral zone in the form of a mesovirus, which rotates counterclockwise and thus supports in the transverse dimension the dynamic equilibrium of the system "galaxy – cosmic ray of the universe". Solving the closed Navier-Stokes equations and an example of calculating the main characteristics of the galaxy testify to the possibility of obtaining additional data on its morphological state. From the results of the study it is evident that changes in the characteristics of the galaxy are quite negligible, for example, the change in the radius of the galaxy is 9.44 10–28 %.

Keywords: dynamical system "galaxy – space space of the universe", dynamic equilibrium of the system, Navier-Stokes equation, "frozen" turbulence, phenomenon of transverse longitudinal circulation, wall zone.

Вступ. Життя на планетах сонячних систем повністю залежить від рівня стійкості відповідних галактик, які пов'язані між собою в складі Всесвіту. Сам Всесвіт необхідно розглядати як замкнену систему. При порушені рівноваги галактики відбувається збій частоти коливань, що призводить до небажаних результатів як для людей, так і для всього існуючого в космічному просторі в цілому. Для загального блага необхідно забезпечити динамічну рівновагу Всесвіту. Всесвіти складаються з трьох галактик. Для цього в першу чергу необхідно знати відхилення відповідної галактики від рівноваги за допомогою розв'язку замкненої системи рівнянь Нав'є – Стокса. Динамічна рівновага галактики може порушуватись при вході в її межі побічних предметів або вони можуть виникати безпосередньо всередині неї, а саме: метеорити, астероїди, космічні кораблі тощо. Якщо виникла така ситуація, то для локалізації метеоритів необхідно використати пастки для «Торнадо» – патент України [1]. Астероїди необхідно локалізувати за допомогою нейронної пушки – патент України [2]. У межі космічного простору рекомендується літати на спеціальних кораблях, які мають навколо себе електромагнітне поле (патенти України № 71408, № 92873) [3, 4]. У цьому контексті слід зауважити, що астероїди або метеорити, які потрапили у дану сонячну систему у подальшому не виходять з неї. Це відбувається тому, що планети, які мають багато води притягують до себе указані предмети.

Аналіз попередніх досліджень. На сьогоднішній день не існує аналітичного розв'язку замкненої системи рівнянь Нав'є–Стокса для коректного рішення задач небесної механіки. Ці рівняння уже відомі майже 200 років, які пройшли широке випробування при вирішенні багатьох задач з ламінарним режимом течії, але находяться за зоною досяжності для турбулентного потоку ньютонівської рідини або газу при високих числах критерію Рейнольдса. Головна проблема розв'язку цих рівнянь навіть не в кількості до них додаткових, а в самому підході щодо стабілізації рівня турбулентності у межах прояву властивості самоорганізації будь–якої відкритої або закритої динамічної системи. Оскільки вони за своєю природою самозбереження намагаються досягти мінімуму дисипації енергії, то цей стан відповідає динамічній рівновазі системи, а потік субстрату в цих умовах приймає соліноїдальну траєкторію руху, який наближений до ламінарного режиму в автомодельній області опору стабільних обмежень системи щодо діючих на нього зовнішніх і внутрішніх масових сил. Рекомендована система рівнянь Нав'є–Стокса була апробована при вирішенні ряду задач, які викладені в роботах [5–7].

Методика досліджень. При розгляді рівнянь руху субстрату Нав'є-Стокса належить розвести дію силових факторів на їх індивідуальний рівень функціонування зі збереженням динамічної рівноваги системи і їх послідовну оцінку за умовами виконання конкретної задачі. З методичної точки зору це можна досягти шляхом стабілізації режиму турбулентності субстрату за допомогою додаткового (прототипного) рівняння, а потім шляхом їх сумісного розв'язку попутного виокремлення агентів збурення, цебто тиску в різних його формах і наслідках їх діяльності у вигляді змін форми деформації суцільного середовища. Цей підхід, який можна назвати "замороженою" турбулентністю належить використовувати як для руху субстрату у межах виділеного об'єму, так і для пристінної зони досліджуваного об'єкту.

Виклад основного матеріалу . Для успішного розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса пропонується система додаткових рівнянь, які наведені у наступній формі [8–10]:

$$* \ \frac{\partial \vec{\upsilon}}{\partial t} = -(\vec{\upsilon} \cdot \nabla)\vec{\upsilon} + \nu\Delta\vec{\upsilon} - \frac{1}{\rho'}\nabla p \ ; \qquad (1)$$

$$* \ div\upsilon = 0 \ ; \qquad (2)$$

$$* \frac{\partial \vec{\upsilon}}{\partial t} = \nu\Delta\vec{\upsilon} - \frac{1}{\rho'}\nabla p + \nabla\vec{\upsilon}' \qquad (3)$$

$$* \frac{\partial \vec{\upsilon}'}{\partial t} = -(\vec{\upsilon}'\nabla)\vec{\upsilon}' + \nu\Delta\vec{\upsilon}' - \frac{1}{\rho'}\nabla p + \nabla divP \ ; \qquad (4)$$

$$* \ divU' = 0 \ ; \qquad (5)$$

$$* \ \frac{\partial \vec{\upsilon}}{\partial t} = -(\vec{\upsilon}'\nabla)\vec{\upsilon}' - \frac{1}{\rho'}\nabla p \qquad (6)$$

$$* \frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{\partial r}{\partial t} + \frac{\partial l}{\partial t} \pm \frac{\partial q_{б.п}}{\partial t} \ ; \qquad (7)$$

$$* \frac{\partial \omega}{\partial t} = \rho I_0 \frac{\partial Q}{\partial t} \ ; \qquad (8)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = 3{,}145 I_0^{0,5} r^2 \lambda_3^{--0.5} \frac{\partial r^{0,5}}{\partial t} \ ; \qquad (9)$$

$$* \frac{\partial \omega}{\partial t} = \rho' I_n \frac{\partial \upsilon}{\partial t} \ ; \qquad (10)$$

$$* \frac{\partial \omega^{0,5}}{\partial t} = \Delta r \ , \qquad (11)$$

де ∇ – оператор Гамільтона; Δ – оператор Лапласа; $\rho^1 = \rho(1 - s) + \rho_s s$, де ρ^1 –щільність субстрату, кг/м^3; ρ – щільність твердих частинок субстрату, кг/м^3; s – середня концентрація твердих частинок в об'ємі субстрату, кг/м^3; ρ_s– середня щільність фракцій завислих у субстраті твердих частинок, кг/м^3; p – тиск субстрату, кгс/м^2; ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості, м^2/с; P – привантаження субстрату космічного простору Всесвіту у пристінній області галактики по соліноїдальній траєкторії спіралі без об'ємного стискання, кгс/м^2; r – радіус галактики, м; l – довжина спіралі галактики по осі x, м; $q_{б.п}$ – витрата бокового припливу субстрату до поверхні галактики, м^3/с; $\omega = \pi r^2$– площа поперечного перерізу галактики, м^2; $\Delta\omega$ – доля збільшення площі поперечного перерізу галактики з урахуванням приєднаних мас, м^2; Δr – доля зміни радіусу галактики в площині YZ; I_0 – поздовжній похил галактики; I_n – поперечний похил галактики; $\lambda_з$– коефіцієнт тертя субстрату космічного простору біля поверхні галактики; Q – витрата субстрату космічного простору біля поверхні галактики, м^3/с; δ_i – величина переміщення структурних елементів космічного простору по координатах x, y і z, м; υ – швидкість переміщення субстрату космічного простору Всесвіту навколо галактики, м/с.

В аналіз розв'язування рівнянь Нав'є–Стокса до теперішнього часу входило коректне рішення задачі Коші, оскільки можливість стійкого рішення у значній мірі залежить від рівня турбулентності субстрату і відповідних змін при великих значеннях критерію Рейнольдса. Наведені вище рівняння складають замкнену систему: де рівняння (1), наведене у векторній формі, описує рух субстрату по координатах x, y і z; рівняння (2) – це неперервність потоку субстрату; рівняння (3) стосується стабілізації режиму турбулентності по координатах x, y і z; рівняння (4) оцінює рівень турбулентності субстрату у пристінній зоні галактики по координатах x, y і z; рівняння (5) – це неперервність потоку субстрату у пристінній зоні; рівняння (6) стосується стабілізації конвекційного переміщення субстрату у пристінній зоні по координатах x, y і z; рівняння (7) характеризує неперервність потоку субстрату навколо галактики (рівняння балансу субстрату); рівняння (8) визначає поздовжню стійкість галактики; рівняння (9) відповідає динамічній рівновазі галактики; рівняння (10) визначає поперечну стійкість галактики; рівняння (11) характеризує поздовжню стійкість галактики при її наближені до динамічної рівноваги.

Для вирішення поставленої задачі виконуємо процедуру розкриття рівняння (1), що дає можливість отримати наступні рівняння [9]:

$$\rho'\frac{\partial \upsilon_y}{\partial t} = -\rho'\left(\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_y}{\partial x} + \upsilon_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z}\right) + ; \qquad (12)$$
$$+\frac{\partial}{\partial y}\left[\mu\left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}\right)\right] - \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$\rho'\frac{\partial \upsilon_y}{\partial t} = -\rho'\left(\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_y}{\partial x} + \upsilon_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z}\right) + ; \qquad (13)$$
$$+\frac{\partial}{\partial y}\left[\mu\left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}\right)\right] - \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$\rho\frac{\partial \upsilon_z}{\partial t} = -\rho\left(\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_z}{\partial x} + \upsilon_y\frac{\partial \upsilon_z}{\partial y} + \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}\right) + \qquad (14)$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left[\mu\left(\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z} + \frac{\partial \upsilon_x}{\partial z} - \frac{2}{3}\delta_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}\right)\right] - \frac{\partial p}{\partial z} \ ,$$

де μ – коефіцієнт динамічної в'язкості, кг/м·с. Таким чином, маємо три рівняння руху субстрату.

У розкритому вигляді рівняння (2) має наступний вигляд:

$$\rho'\frac{\partial \upsilon_x}{\partial t} = \frac{\partial}{x\,\partial x}\left[\mu\left(\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x} + \frac{\partial \upsilon_y}{\partial\ x} - \frac{2}{3}\delta_x\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}\right)\right] - \frac{\partial p}{\partial} + \rho'\frac{\partial U'_x}{\partial} \ ; \qquad (15)$$

$$\rho'\frac{\partial \upsilon_y}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y}\left[\mu\left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}\right)\right] - \frac{\partial p}{\partial y} + \rho'\frac{\partial U'_y}{\partial y} \ ; \qquad (16)$$

$$\rho'\frac{\partial \upsilon_y}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y}\left[\mu\left(\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}\right)\right] - \frac{\partial p}{\partial y} + \rho'\frac{\partial U'_y}{\partial y} \ , \qquad (17)$$

Маємо три рівняння стабілізації режиму турбулентності субстрату у пристінній зоні галактики.

Дальше виконуємо підстановки рівнянь (15)–(17) у (12)–(14).

$$\frac{\partial U'_x}{\partial x} - \upsilon_x\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x} - \upsilon_y\frac{\partial \upsilon_x}{\partial y} - \upsilon_z\frac{\partial \upsilon_x}{\partial z} = 0 \ ; \qquad (18)$$

$$\frac{\partial U'_y}{\partial y}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_y}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z}=0\,; \qquad (19)$$

$$\frac{\partial U'_z}{\partial z}-_x\frac{\partial \upsilon_z}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_z}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}=0\,, \qquad (20)$$

Таким чином, отримуємо наступні три рівняння, які відповідають стабільному станові потоку субстрату всередині галактики, тобто зберігаються умови абсолютної автомодельності опору космічного простору на фоні відсутності змін значень критеріїв Рейнольдса, Фруда, Струхала і Томсона. Отримані рівняння (18)–(20) являють собою однорідну стаціонарну систему руху субстрату всередині галактики.

Розв’язок системи рівнянь (8), (9), (18)–(20) дає можливість оцінити рівень повздовжньої стійкості галактики.

Розв’язок системи рівнянь (7)–(10), (18)–(20) дає можливість оцінити інтенсивність розвитку процесів деформації форми галактики.

Розв’язок системи рівнянь (7), (18)–(20) дає можливість виконати оцінку морфологічного стану галактики (просторове розміщення сонячних систем на трьох зодіакальних структурних рівнях).

Розв’язок системи рівнянь (4)–(6) у розкритому вигляді дає можливість виконати оцінку інтенсивності прояву швидкості пульсації субстрату у пристінній зоні.

Аналітичне розв’язування системи рівнянь для оцінки поздовжньої стійкості галактики. Для вирішення поставленої задачі відібрано із загальної кількості рівнянь наступних п’ять:

$$\frac{\partial U'_x}{\partial x}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_x}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_x}{\partial z}=0\,; \qquad (21)$$

$$\frac{\partial U'_y}{\partial y}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_y}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z}=0\,; \qquad (22)$$

$$\frac{\partial U'_z}{\partial z}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_z}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_z}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}=0\,; \qquad (23)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t}=\rho' I_0\frac{\partial Q}{\partial t}\,; \qquad (24)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}=3{,}145 I_0^{\,0,5} r^2\lambda_3^{--0.5}\frac{\partial r^{0,5}}{\partial t}\,. \qquad (25)$$

Спочатку підставляємо рівняння (24) у (21), яке у диференціальній формі має вигляд

$$\left(\frac{\partial U'_x}{\partial x}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_x}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_x}{\partial z}\right)\frac{d\upsilon}{dx}+ \atop +\left(\frac{\partial \omega}{\partial t}-_x\rho' I_0\frac{\partial Q}{\partial t}\right)\frac{dQ}{d}=0\,, \qquad (26)$$

В інтегрувальній формі дане рівняння виглядить наступним чином:

$$\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_x}{\partial x}\frac{dU'}{dx}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}\frac{d\upsilon}{dx}+ \atop +\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial \omega}{\partial t}\frac{d\omega}{xd}-\int_0^{Q_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial Q}{t\partial}\frac{dQ}{dy}=0\,, \qquad (27)$$

Після інтегрування, при меженних умовах від *0* до $U'_{\partial.p}$, $0/V_{\partial.p}$,, $0/\omega_{\partial.p}$, ,і від *0* до $Q_{\partial.p}$ для даного рівняння отримуємо наступний вираз:

$$-U'_{x.\partial.p}+V^2_{\;x.\partial.p}+\rho' I_0 Q_{\partial.p}=0$$

Аналогічним чином виконуємо розв’язок рівнянь по координатах *y* і *z*, з яких маємо вирази

$$-U'_{y\partial\,p}+V^2_{\;y\,\partial\,p}-\omega_{\partial\,p}+\rho' I_0 Q_{\partial\,p}=0\,;$$

$$-U'_{z\partial\,p}+V^2_{\;z\,\partial\,p}=0\,.$$

З цих виразів отримуємо формули

$$I_{0.\partial.p}=\frac{U'_{x.\partial.p}-V^2_{\;x.\partial.p}}{\rho' Q_{\partial.p}}\,; \qquad (28)$$

$$\Delta\omega_{\partial.p}=\rho' I_0 Q_{\partial.p}-U'_{y.\partial.p}+V^2_{\;y.\partial.p}\,, \qquad (29)$$

Дальше підставляємо рівняння (25) у (22) і (23), звідки отримуємо рівняння в інтегральній формі наступного вигляду:

$$\int_0^{V_{\partial.p}}\frac{\partial U'_y}{\partial y}\frac{dU'}{dy}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}\frac{d\upsilon}{dy}+ \atop +\int_0^{Q_{\partial.p}}\frac{\partial Q}{\partial t}\frac{dQ}{dy}-\int_0^{r_{\partial.p}}3.145 I_0^{0,5} r^2\lambda_3^{-0.5}\frac{\partial r^{0,5}}{\partial t}\frac{dr}{dy}=0\,; \qquad (30)$$

$$\int_0^{V_{\partial.p}}\frac{\partial U'_z}{\partial z}\frac{dU'}{dz}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}\frac{d\upsilon}{dz}+ \atop +\int_0^{Q_{\partial.p}}\frac{\partial Q}{\partial t}\frac{dQ}{dz}-\int_0^{r_{\partial.p}}3.145 I_0^{0,5} r^2\lambda_3^{-0.5}\frac{\partial r^{0,5}}{\partial t}\frac{dr}{dz}=0\,. \qquad (31)$$

після інтегрування, при меженних умовах від *0* до $U'_{\partial.p}$, $0/V_{\partial.p}$,, $0/Q_{\partial.p}$, і від *0* до $r_{\partial.p}$, отримуємо вираз

$$-U'_{y\partial\,p}+V^2_{\;y\,\partial\,p}-Q_{\partial\,p}+2.1 I_0^{0,5} r^2\lambda_з^{-0,5} r_{\partial\,p}^{\;1,5}=0\,.$$

$$-U'_{z\partial\,p}+V^2_{\;z\,\partial\,p}+2.1 I_0^{0,5} r^2\lambda_з^{-0,5} r_{\partial\,p}^{\;1,5}=0\,.$$

З даних виразів отримуємо формули

$$\Delta Q_{\partial.p}=-U'_{y.\partial.p}+V^2_{\;y.\partial.p}+2.1 I_0^{\,0,5} r^2\lambda_з^{-0,5} r^{1,5}_{\;\partial.p}\,; \qquad (32)$$

$$\frac{1}{\lambda^{0.5}}=\frac{U'_{z\partial\,p}-V^2_{\;z\,\partial\,p}}{2.1 r^2 I_0^{\,0,5} r_{\partial.p}^{\;1,5}}\,. \qquad (33)$$

Аналітичне розв’язування системи рівнянь для оцінки інтенсивності розвитку процесу деформації форми галактики. Для вирішення цієї задачі підлягає до розгляду наступна система рівнянь:

$$\frac{\partial U'_x}{\partial x}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_x}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_x}{\partial z}=0\,; \qquad (34)$$

$$\frac{\partial U'_y}{\partial y}-\upsilon_x\frac{\partial \upsilon_y}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_y}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_y}{\partial z}=0\,; \qquad (35)$$

$$\frac{\partial U'_z}{\partial z}-_x\frac{\partial \upsilon_z}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial \upsilon_z}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}=0\,; \qquad (36)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}=\frac{\partial r}{\partial t}+\frac{\partial l}{\partial t}\pm\frac{\partial q_{б.п}}{\partial t}\,; \qquad (37)$$

$$\frac{\partial\omega}{\partial t}=\rho' I_0\frac{\partial Q}{\partial t}\,; \qquad (38)$$

$$\frac{\partial\omega}{\partial t}=\rho' I_n\frac{\partial \upsilon}{\partial t}\,. \qquad (39)$$

Спочатку підставляємо рівняння (34) у (33), а потім його розв'язуємо разом з (30)–(32), які в інтегральній формі мають вигляд

$$\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_{xx}}{\partial x}\frac{dU'}{dx}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_x\frac{\partial\upsilon}{\partial x}\frac{d\upsilon}{dx}+\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial\omega}{\partial t}\frac{d\omega}{dx}-\int_0^{r_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial r}{\partial t}\frac{dr}{dx}-\int_0^{l_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial l_{б.п}}{\partial t}\frac{dl}{dx}-\int_0^{q_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial q_{.}}{\partial t}\frac{dq}{dx}=0\,; \qquad (40)$$

$$\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_y}{\partial y}\frac{dU'}{dy}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_y\frac{\partial\upsilon_y}{\partial y}\frac{d\upsilon}{dy}+\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial\omega}{\partial t}\frac{d\omega}{dy}-\int_0^{r_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial r}{\partial t}\frac{dr}{dy}-\int_0^{l_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial l}{\partial t}\frac{dl}{dy}-\int_0^{q_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial q_{б.п}}{\partial t}\frac{dq}{dy}=0\,; \qquad (41)$$

$$\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_z}{\partial z}\frac{dU'}{dz}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_z\frac{\partial\upsilon_z}{\partial z}\frac{d\upsilon}{dz}+\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial\omega}{\partial t}\frac{d\omega}{dz}-\int_0^{r_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial r}{\partial t}\frac{dr}{dz}-\int_0^{l_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial l}{\partial t}\frac{dl}{dz}-\int_0^{q_{\partial.p}}\rho' I_0\frac{\partial q_{б.п}}{\partial t}\frac{dq}{dz}=0\,. \qquad (42)$$

Після інтегрування даних рівнянь при меженних умовах від *0* до $U'_{\partial.p}$, $0/V_{\partial.p}$,, $0/Q_{\partial.p}$, $0/r_{\partial.p}$, $0/\ l_{\partial.p}$, і від *0* до $q_{б.п.\partial.p}$, отримуємо вирази

$$-U'_{x\partial p}I_p l+V^2_{x\,\partial\,p}I+q\rho'_{\ 0\,\partial\,p}+\rho'_{\ 0\ x\,\partial\,p}=0\,;$$

$$-U'_{\partial.p.y}I_p r+V^2_{y.\partial.p}I_p q-\omega_{\partial.p.}+\rho'_{\ 0}+\rho'_{\ 0\ \ y.\partial.p}=0\,;$$

$$-U'_{z\partial p}I_p r+V^2_{z\,\partial\,p}I_p q+\rho'_{\ 0}+\rho'_{\ 0\ z\,\partial\,p}=0\,.$$

З даних виразів отримуємо формули для визначення компонент бокового припливу субстрату з космічного простору Всесвіту до поверхні галактики

$$q_{x.\partial.p}I=l\,(U'_{x.\partial.p}+IV^2_{x.\partial.p}-\rho'_{\ 0\ \partial.p})\,/\,\rho'_{\ 0}\,; \qquad (43)$$

$$q_{y\partial\,p}I=(U'_{y\,\partial\,p}-INr^2_{y\,\partial\,p}+\rho I'_{\ 0}\omega_{\partial\,p\,.}-\rho'_{\ 0\,\partial\,p})\,/\,\rho'_{\ 0}\,; \qquad (44)$$

$$q_{z\partial\,p}I=r(U'_{z\,\partial\,p}+IV^2_{z\,\partial\,p}-\rho'_{\ 0\,\partial\,p})\,/\,\rho'_{\ 0}\,. \qquad (45)$$

Загальна величина бокового припливу субстрату з навколишнього середовища в об'єм потоку субстрату галактики визначається арифметичною сумою компонент

$$G_{\partial.p}=q_{x.\partial.p}+q_{y.\partial.p}+q_{z.\partial.p}\,, \qquad (46)$$

Наступним етапом вирішення цієї задачі є підстановка рівняння (34) у (30)–(32), які в інтегральній формі мають вигляд

$$\begin{aligned}&\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_{xx}}{\partial x}\frac{dU'}{dx}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_x\frac{\partial\upsilon}{\partial x}\frac{d\upsilon}{dx}+\\&+\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial\omega}{\partial t}\frac{d\omega}{dxx}-\int_0^{V_{\partial.p}}\rho' I_n\frac{\partial\upsilon}{\partial t}\frac{d\upsilon}{d}=0\end{aligned}\,; \qquad (47)$$

$$\begin{aligned}&\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_y}{\partial y}\frac{dU'}{dy}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_y\frac{\partial\upsilon_y}{\partial y}\frac{d\upsilon}{dy}+\\&+\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial\omega}{\partial t}\frac{d\omega}{dy}-\int_0^{V_{\partial.p}}\rho' I_n\frac{\partial\upsilon}{\partial t}\frac{d\upsilon}{dy}=0\end{aligned}\,; \qquad (48)$$

$$\begin{aligned}&\int_0^{U'_{\partial.p}}\frac{\partial U'_z}{\partial z}\frac{dU'}{dz}-\int_0^{V_{\partial.p}}\upsilon_z\frac{\partial\upsilon_z}{\partial z}\frac{d\upsilon}{dz}+\\&+\int_0^{\omega_{\partial.p}}\frac{\partial\omega}{\partial t}\frac{d\omega}{dz}-\int_0^{V_{\partial.p}}\rho' I_n\frac{\partial\upsilon}{\partial t}\frac{d\upsilon}{dz}=0\end{aligned}\,. \qquad (49)$$

В результаті інтегрування даних рівнянь у межах від від *0* до $U'_{\partial.p}$,. $0/V_{\partial.p}$ і від *0* до $\omega_{\partial.p}$ отримуємо вирази

$$-U'_{x.\partial.p}+V^2_{x.\partial.p}+\rho' I_n V_{\partial.p}=0\,;$$
$$-U'_{y\partial\,p}+V^2_{y\,\partial\,p}-\omega_{\partial\,p}+\rho' I_n V_{\partial\,p}=0\,;$$
$$-U'_{z\partial\,p}+V^2_{z\,\partial\,p}=0\,.$$

З другого виразу визначаємо поперечний похил галактики

$$I_{n.y/\partial.p}=\frac{U'_{y\partial\,p}-V^2_{y\,\partial\,p}+\Delta\omega_{\partial\,p}}{\rho' V_{\partial.p}}\,. \qquad (50)$$

Аналітичне розв'язування системи рівнянь для оцінки морфологічного стану галактики. Для вирішення поставленої задачі пропонується наступна система рівнянь:

$$\frac{\partial U'_x}{\partial x}-\upsilon_x\frac{\partial\upsilon_x}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial\upsilon_x}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial\upsilon_x}{\partial z}=0\,; \qquad (51)$$

$$\frac{\partial U'_y}{\partial y}-\upsilon_x\frac{\partial\upsilon_y}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial\upsilon_y}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial\upsilon_y}{\partial z}=0\,; \qquad (52)$$

$$\frac{\partial U'_z}{\partial z}-{}_x\frac{\partial\upsilon_z}{\partial x}-\upsilon_y\frac{\partial\upsilon_z}{\partial y}-\upsilon_z\frac{\partial\upsilon_z}{\partial z}=0\,; \qquad (53)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}=\frac{\partial r}{\partial t}+\frac{\partial l}{\partial t}\pm\frac{\partial q_{б.п}}{\partial t}\,. \qquad (54)$$

Розв'язок наведеної вище системи рівнянь починається з підстановки рівняння (44) у (41)–(43), які в результаті диференціювання і інтегрування, у межах від *0* до $U'_{\partial.p}$, $0/V_{\partial.p}$,, $0/Q_{\partial.p}$, $0/r_{\partial.p}$, $0/\ l_{\partial.p}$, і від *0* до $q_{б.п.\partial.p}$, отримуємо вирази

$$-U'_{x\partial\,p} + V^2_{x\,\partial\,p} - Q_{\partial\,p} + l_{\partial\,p} + q_{x\,\partial\,p} = 0\,;$$

$$-U'_{\partial.p.y} + V^2_{y.\partial.p} - Q_{\partial.p.} + r_{\partial.p} + q_{y.\partial.p} = 0\,;$$

$$-U'_{z\partial\,p} + V^2_{z\,\partial\,p} + r_{\partial\,p} + q_{z\,\partial\,p} = 0\,.$$

З даних виразів отримуємо формули для визначення довжини переміщення субстрату космічного простору Всесвіту вздовж поверхні галактики та радіуси галактики по координатах *y* і *z*

$$l_{\partial.p} = U'_{x.\partial.p} - V^2_{x.\partial.p} + Q_{\partial.p} - q_{x.\partial.p}\,; \tag{55}$$

$$r_{\partial.p.y} = U'_{\partial.p.y} - V^2_{y.\partial.p} + Q_{\partial.p.} - q_{y.\partial.p}\,; \tag{56}$$

$$r_{\partial.p.z} = U'_{z.\partial.p} - V^2_{z.\partial.p} - q_{z.\partial.p}\,. \tag{57}$$

Для визначення компонент швидкості потоку субстрату в умовах приведення галактики до динамічній рівновазі використовуються рівняння (41–43). Інтегральні рівняння по координатах *x, y* і *z* мають наступний вигляд:

$$\int_0^{U'_{\partial.p.p}} \frac{\partial U'_x}{\partial x}\frac{dU'}{dx} - \int_0^{V} \upsilon_x \frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}\frac{dV}{dx} = 0\,; \tag{58}$$

$$\int_0^{U'_{\partial.p.p}} \frac{\partial U'_x}{\partial x}\frac{dU'}{dx} - \int_0^{V} \upsilon_x \frac{\partial \upsilon_x}{\partial x}\frac{dV}{dx} = 0\,; \tag{59}$$

$$\int_0^{U'_{\partial.p.p}} \frac{\partial U'_z}{\partial z}\frac{dU'}{dz} - \int_0^{V} \upsilon_z \frac{\partial \upsilon_z}{\partial z}\frac{dV}{dz} = 0\,. \tag{60}$$

Після інтегрування першого рівняння, при меженних умовах від *0* до $V_{\partial.p}$ отримуємо

$$-U'_{x.\partial.p} + V^2_{x.\partial.p} = 0\,,$$

з якого можна визначити компоненту швидкості потоку в координаті *x*

$$V_{x.\partial.p} = U'^{0,5}_{x.\partial.p}\,. \tag{61}$$

Для двох інших компонент швидкості отримуємо аналогічні формули

$$V_{y\partial\,p} = U'^{0,5}_{y\,\partial\,p}\,; \tag{62}$$

$$V_{z\partial\,p} = U'^{0,5}_{z\,\partial\,p}\,. \tag{63}$$

Оцінка основних розрахункових характеристик системи «галактика – космічний простір Всесвіту». Началі здійснюємо сумісний розв'язок рівнянь (8) і (11) в результаті чого отримуємо диференційне рівняння наступного вигляду:

$$\Delta r \frac{\partial \omega^{0,5}}{\partial t}\frac{d\omega}{dy} - \rho' I_0 \frac{\partial Q}{\partial t}\frac{dQ}{dy} = 0\,. \tag{64}$$

Після інтегрування даного рівняння при меженних умовах від *0* до $\omega_{\partial.p}$ і від *0* до $Q_{\partial.p}$, отримуємо вираз

$$-0,666\Delta r \omega_{\partial.p}^{\;1,5} + \rho' I_0 Q_{\partial.p} = 0\,,$$

з цього виразу отримуємо формулу

$$\Delta r = \frac{\rho' I_0 \Delta Q_{\partial.p}}{0,666\Delta\omega_{\partial.p}^{\;1,5}}\,. \tag{65}$$

Аналітичний розв'язок системи рівнянь для оцінки інтенсивності пульсації компонент швидкості потоку субстрату у пристінній області

Для вирішення поставленої задачі відібрана наступна система рівнянь:

$$*\frac{\partial \vec{\upsilon}'}{\partial t} = -(\vec{\upsilon}'\nabla)\vec{\upsilon}' + \nu\Delta\vec{\upsilon}' - \frac{1}{\rho'}\nabla p + \nabla divP\,; \tag{66}$$

$$div\vec{\upsilon}' = 0\,; \tag{67}$$

$$\frac{\partial \vec{\upsilon}}{\partial t} = -(\vec{\upsilon}'\nabla)\vec{\upsilon}' - \frac{1}{\rho'}\nabla p\,. \tag{68}$$

Рівняння (54) у розкритому вигляді приймає наступний вигляд:

$$\frac{\partial U'_y}{\partial t} = -\left(U'_x \frac{p\partial U'_y}{\partial x} + U'_y \frac{\partial U'_y}{\partial y} + U'_z \frac{\partial U'_y}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left[\nu\left(\frac{\partial U'_y}{\partial y} + \frac{\partial U'_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_y \frac{\partial U'_y}{\partial y}\right)\right] - \frac{1}{\rho'}\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\ _y}{\partial y}\right); \tag{69}$$

$$\frac{\partial U'_y}{\partial t} = -\left(U'_x \frac{p\partial U'_y}{\partial x} + U'_y \frac{\partial U'_y}{\partial y} + U'_z \frac{\partial U'_y}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left[\nu\left(\frac{\partial U'_y}{\partial y} + \frac{\partial U'_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_y \frac{\partial U'_y}{\partial y}\right)\right] - \frac{1}{\rho'}\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\ _y}{\partial y}\right); \tag{70}$$

$$\frac{\partial U'_z}{\partial t} = -\left(U'_x \frac{p\partial U'_z}{\partial x} U'_y \frac{\partial U'_z}{\partial y} + U'_z \frac{\partial U'_z}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left[\nu\left(\frac{\partial U'_z}{\partial z} + \frac{\partial U'_y}{\partial z} - \frac{2}{3}\delta_{.z} \frac{\partial U'_z}{\partial z}\right)\right] - \frac{1}{\rho'}\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial\ _z}{\partial z}\right).. \tag{71}$$

Рівняння (52) включено у дану систему з метою стабілізації рівня турбулентності у пристінній області, який залежить від зміни тиску. У розкритому вигляді це рівняння виглядить наступним чином:

$$\frac{\partial U'_x}{\partial t} = \frac{-}{x}\left(U'_x \frac{\partial U'_x}{\partial x} + U'_y \frac{\partial U'_x}{\partial y} + U'_z \frac{\partial U'_x}{\partial z}\right) - \frac{1}{\rho'}\frac{\partial p}{\partial}\,; \tag{72}$$

$$\frac{\partial U'_y}{\partial t} = -\left(U'_x \frac{\partial U'_y}{\partial x} + U'_y \frac{\partial U'_y}{\partial y} + U'_z \frac{\partial U'_y}{\partial z}\right) - \frac{1}{\rho'}\frac{\partial p}{\partial y}\,; \tag{73}$$

$$\frac{\partial U'_z}{\partial t} = -\left(U'_x \frac{\partial U'_z}{\partial x} U'_y \frac{\partial U'_z}{\partial y} + U'_z \frac{\partial U'_z}{\partial z}\right) - \frac{1}{\rho'}\frac{\partial p}{\partial z}\,. \tag{74}$$

Дальше виконуємо послідовну підстановку цих рівнянь, після чого отримуємо

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\nu\left(\frac{\partial U'_x}{\partial x} \frac{p}{+} \frac{\partial U'_y}{\partial x} - \frac{2}{3}\delta_{.x} \frac{\partial U'_x}{\partial x}\right)\right] + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial\ _x}{\partial x}\right) = 0\,; \tag{75}$$

$$\frac{\partial}{\partial y}\left[\nu\left(\frac{\partial U'_y}{\partial y} \frac{p}{+} \frac{\partial U'_z}{\partial y} - \frac{2}{3}\delta_{y} \frac{\partial U'_y}{\partial y}\right)\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\ _y}{\partial y}\right) = 0\,; \tag{76}$$

$$\frac{\partial}{\partial z}\left[\nu\left(\frac{\partial U'_z}{\partial z}\overset{p}{+}\frac{\partial U'_y}{\partial z}-\frac{2}{3}\delta_z\frac{\partial U'_z}{\partial z}\right)\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial\ _z}{\partial z}\right)=0\,. \quad (77)$$

Отримані рівняння являють собою однорідну стаціонарну систему.

Після диференціювання і інтегрування рівнянь, (75)–(77) при меженних умовах від 0 до $U'_{Дд.р}$, і від 0 до $p_{Дд.р}$, отримуємо вирази

$$-0,333.\nu U'^3_{д.р.x}+0,222.\nu\delta_x U'^3_{д.р.x}-0,333.p_{x..д.р.}=0\,;$$

$$-0,333.\nu U'^3_{д.р.y}+0,222.\nu\delta_y U'^3_{д.р.y}-0,333.p_{y.д.р}=0\,;$$

$$-0,333.\nu U'^3_{zд\,р}+0,222.\nu\delta_z U'^3_{z\,д\,р}-0,333.p_{z\,д\,р}=0\,.$$

З цих виразів отримуємо формули

$$U'_{xд.р}=\left[\frac{0,333p^3{}_{д.р}}{0,222.\nu-0,333.\nu}\right]^{0,333}; \quad (78)$$

$$U'_{yд.р}=\left[\frac{0,333p^3{}_{д.р}}{0,222.\nu-0,333.\nu}\right]^{0,333}; \quad (79)$$

$$U'_{zд.р}=\left[\frac{0,333p^3{}_{д.р}}{0,222.\nu-0,333.\nu}\right]^{0,333}. \quad (80)$$

Для визначення компонент тиску у пристінній зоні галактики використовуються розкрите рівняння (52), яке після диференціювання і інтегрування у межах від 0 до $U'_{д.р}$ і від 0 до $p_{Дд.р}$ та при початковій умові (при стані динамічної рівноваги) $\partial U'/\partial t\big|_{t=0}$ дають вирази

$$\begin{gathered}-0,333.\nu U'^3_{x.д.р}+0,222.\nu\delta_x U'^3_{x.д.р}-\\-(1/\rho)p_{x.д.р}-0,333.p^3{}_{x.д.р}=0\end{gathered}\,;$$

$$\begin{gathered}-0,333.\nu U'^3_{yд\,р}+0,222.\nu\delta_y U'^3_{y\,д\,р}-\\-(1/\rho)p_{yд\,р}-0,333.p^3_{y\,д\,р}=0\end{gathered}\,;$$

$$\begin{gathered}-0,333.\nu U'^3_{zд.р}+0,222.\nu\delta_z U'^3_{z\,д\,р}-\\-(1/\rho)p_{zд\,р}-0,333.p^3_{z\,д\,р}=0\end{gathered}\,,$$

з яких отримуємо розрахункові формули

$$\begin{gathered}p_{x.д.р}=\\=(0,333\nu U'^3_{x.д.р}-0,222.\nu U'^3_{x.д.р}+0,333.p^3{}_{x.д.р})\rho\end{gathered}\,; \quad (81)$$

$$\begin{gathered}p_{yд\,р}=\\=(0,333\nu U'^3_{yд\,р}-0,222.\nu U'^3_{y\,д\,р}+0,333.p^3_{y\,д\,р})\rho\end{gathered}\,; \quad (82)$$

$$\begin{gathered}p_{zд\,р}=\\=(0,333\nu U'^3_{zд.р}+0,222.\nu U'^3_{z\,д\,р}+0,333.p^3_{z\,д\,р})\rho\end{gathered}\,. \quad (83)$$

Приклад розрахунку основних характеристик системи «галактика – космічний простір Всесвіту» для стану її динамічної рівноваги. У якості вихідної інформації можемо взяти наступне: коефіцієнт кінематичної в'язкості субстрату ν = 0,0002 м^2/с, щільність субстрату космічного простору ρ' = 1·10^{-06} кг/м^3, геометричні розміри галактики – d_{XY} = 108·10^{27} м, d_{YZ} = 108·10^{27} м.

Порядок розрахунку. Спочатку визначаємо компоненти швидкості пульсації субстрату у пристінній зоні галактики – $U'_{x.д.р}$= $U'_{y.д.р}$= $U'_{z.д.р}$ = =73,67 м/с (при P = 3 кгс/м^2). Компоненти тиску у пристінній зоні ззовні галактики дорівнюють $p_{x.д.р}$ = =$p_{y.д.р}$ = $p_{z.д.р}$ = 1,79·10$^{—05}$ кг/м^2, $P_{д.р}$ = 3,1·10$^{—05}$ кгс/м^2 або 3·10$^{—08}$ Па. Наступним кроком є визначення компонент переміщення субстрату навколо галактики $V_{x.д.р}$ = $V_{yд\,р}$ = $V_{zд\,р}$ = 8,58 м/с, $V_{сер}$ = 14,86 м/с. Витрату субстанції у першому наближенні можна взяти домірною $Q = \pi r^2 V_{сер}$ = 2,18·10^{60} м^3/с, I_0 = =2,64·10$^{—53}$, коефіцієнт тертя субстрату космічного простору при обтіканні галактики, яка обертається у протилежному напрямі навколо свого центра (темної матерії, яку можна назвати чорною дірою або матерією-антиматерією і яка також обертається одночасно в двох осях з однаковою швидкістю, що забезпечує дію сил притягання і відштовхування) λ = 7,61·10^{140}, доля зміни витрати субстрату космічного простору Всесвіту $\Delta Q_{д.р}$ = 56,75 м^3/с, доля зміни площі поперечного перерізу галактики за формулою (32) дорівнює $\Delta\omega$ = 5,96 м^2, доля зміни радіусу галактики з приєднаними масами субстрату космічного простору Всесвіту Δr = 5,93 м. У другому наближені до стану динамічної рівноваги галактики маємо – $Q = \pi r^2 V_{сер}$ = 2,18·10^{60} м^3/с. Оскільки витрата субстрату космічного простору залишається практично незмінною, то дальше ми можемо визначати інші характеристики – $I_{п.д.р}$ = 3,873·10^{06}, компоненти припливу субстрату космічного простору до поверхні галактики – $q_{x.д.р}$ = 0, $q_{y.д.р}$ = 2,04·10^{60} м^3/с, $q_{z.д.р}$ = 1,954·10^{60} м^3/с, стік субстрату космічного простору по соліноїдальній траєкторії навколо галактики $G_{д.р}$ = 4·10^{60} м^3/с, довжина соліноїдального переміщення субстрату космічного простору по поверхні спіралі галактики $l_{д.р}$ = 2,18·10^{60} м, радіуси галактики з приєднаними масами субстрату космічного простору Всесвіту в координатах y і z – $r_{д.р.y}$ = 1,4·10^{59} м, $r_{д.р.z}$ = 1,954·10^{60} м (поперечний розріз галактики у вигляді гіперболоїда).

Висновки. На основі вищевикладеного матеріалу можна зробити наступні науково–практичні узагальнення:

1. Розв'язування замкненої системи рівнянь Нав'є – Стокса і приклад розрахунку основних характеристик галактики засвідчують про можливість отримання ряду додаткових даних, які стосуються оцінки динамічної рівноваги про її морфологічний стан.

2. З результатів дослідження видно, що зміни характеристик системи «галактика – космічний простір Всесвіту» є досить незначним так, наприклад, зміна радіусу галактики з урахуванням приєднаних мас

субстрату, який надходить у Всесвіт із центру галактик (в центр галактик субстрат попадає із планет сонячних систем, зокрема і нашої сонячної системи, яка находиться на віддалі 50 мільйонів кілометрів від центру галактики) за одну секунду складає 1,1·10–26 % або за земний рік 3,377·10—19 %.

Список літератури:

1. Пат. № 74286 UA. Пастка для торнадо. МПК: H99Z 99/00 [Текст] / *Онищук В. В.* – № u 2012 03674; заявл. 27.03.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 20. – 6 с.
2. Пат. № 61382 UA. Нейронна пушка. МПК: E21B 1/00 [Текст] / *Онищук В. В.* – № u201008293; заявл. 02.07.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. – 2 с.
3. Пат. № 71408 UA. Космічний корабель “абья”. МПК: B64G 1/00 [Текст] / *Онищук В. В.* – № u 2012 00200; заявл. 06.01.2012; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13. – 4 с.
4. Пат. № 92873 UA. Суперкосмічний корабель. МПК: B64G 1/00 [Текст] / *Онищук В. В.* – № u 2014 03053; заявл. 26.03.2014; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 17. – 5 с.
5. *Онищук, В. В.* Розв’язування системи рівнянь Нав’є-Стокса для крила літака. Т. 1 [Текст]: матер. конф. / *В. В. Онищук* // Диференціальні та інтегральні рівняння, їх застосування. – Київ: НТТУ «КПІ», 2016. – С. 222–225.
6. *Онищук, В. В.* Розв’язування системи рівнянь Нав’є-Стокса для оцінки динамічної рівноваги системи «потік-русло» [Текст] / *В. В. Онищук* // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – № 4. – С. 6–24.
7. *Онищук, В. В.* Розв’язування системи рівнянь Нав’є-Стокса для оцінки динамічної рівноваги системи «циклон-антициклон» [Текст] / *В. В. Онищук* // Фізична географія та геоморфологія. – 2017. – Вип. 1 (85). – С. 90–100.
8. *Седов, Л. И.* Механика сплошной среды. Т. 1 [Текст] / *Л. И. Седов*. – М.: Наука, 1983. – 528 с.
9. *Дмитревский, В. И.* Гидромеханика [Текст] / *В. И. Дмитревский*. – М.: Морской транспорт, 1962. – 296 с.
10. *Войткунский, Я. И.* Гидромеханика [Текст]: учеб. / *Я. И. Войткунский, Ю. И. Фадеев, К. К. Федяевский*. – 2-е изд., перер. и доп. – Л.: Судостроение, 1982. – 456 с.

Bibliography (transliterated):

1. Onischuk, V. (2012). Pat. No. 74286 UA. Trap for Tornado. MPK: H99Z 99/00. No. u 2012 03674; declareted: 27.03.2012; published: 25.10.2012, Bul. No. 20, 6.
2. Onischuk, V. (2011). Pat. No. 61382 UA. Neuron gun. MPK: E21B 1/00. No. u201008293; declareted: 02.07.2010; published: 25.07.2011, Bul. No. 14, 2.
3. Onischuk, V. (2012). Pat. No. 71408 UA. Spacecraft "ABI". MPK: B64G 1/00. No. u 2012 00200; declareted: 06.01.2012; published: 10.07.2012, Bul. No. 13, 4.
4. Onischuk, V. (2014). Pat. No. 92873 UA. Supercosmic ship. MPK: B64G 1/00. No. u 2014 03053; declareted: 26.03.2014; published: 10.09.2014, Bul. No. 17, 5.
5. Onyschuk, V. (2016). Solving the Navier-Stokes equations for the wing of an aircraft. Vol. 1. Differential and integral equations, their application. Kyiv. NTTU "KPI", 222–225.
6. Onyschuk, V. (2016). Solving the Navier-Stokes equations for estimating the dynamic equilibrium of the "flow-channel" system. Hydrology, hydrochemistry and hydroecology, 4, 6–24.
7. Onyschuk, V. (2017). Solving of the Navier-Stokes equations for assessing the dynamic equilibrium of the cyclone-anticyclone system. Physical geography and geomorphology, 1 (85), 90–100.
8. Sedov, L. (1983). Mechanics of a continuous medium. Vol. 1. Moscow: Nauka, 528.
9. Dmitrevsky, V. (1962). Hydromechanics. Moscow: Marine Transport, 296.
10. Voytkunsky, Ya., Fadeev, Yu., Fedyaevsky, K. (1982). Hydromechanics. Leningrad: Shipbuilding, 456.

Поступила (received) 06.07.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Розв’язування системи рівнянь Нав’є-Стокса для оцінки динамічної рівноваги системи «галактика – космічний простір Всесвіту» / Онищук В. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 20(1242). – С.30–36. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Решение системы уравнений Навье-Стокса для оценки динамического равновесия системы «галактика - космическое пространство Вселенной»/ Онищук В. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 20(1242). – С.30–36. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Solving the Navier-Stokes equations for estimating the dynamic equilibrium of the "galaxy-space universe" system/ Onischuk V. //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 20 (1242).– P.30–36. – Bibliogr.:10. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Онищук Василь Варфоломійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник науково-дослідного сектору гідроекології і гідрохімії географічного факультету, Київський національний університет імені Тараса Шевченка;вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01033; e-mail: willy38@ukr.net.

Онищук Василий Варфоломеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского сектора гидроэкологии и гидрохимии географического факультета, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко; ул. Владимирская, 60, г. Киев, Украина, 01033; e-mail: willy38@ukr.net.

Onyschuk Vasyl – PhD, Senior Researcher of the Research Sector of Hydroecology and Hydrochemistry of the Geography Faculty, Taras Shevchenko National University of Kyiv; Volodymyrska str., 60, Kyiv, Ukraine, 01033; e-mail: willy38@ukr.net.