# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

**Державний обліковий номер:** 0526U000256

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 24-08-2026

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Іщенко Марина Вікторівна
2. Maryna V. Ishchenko

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., с.д., 01.03.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Аспірантура/Докторантура:** ні

**Шифр наукової спеціальності:** 01.03.01

**Назва наукової спеціальності:** Астрометрія і небесна механіка

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 08-09-2026

**Спеціальність за освітою:** Геоінформаційні системи і технології

**Місце роботи здобувача:** Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417360

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.208.01

**Повне найменування юридичної особи:** Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417360

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417360

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 41.23.35, 41.29.25, 41.03.02

### Тема дисертації:

1. Динамічна еволюція кулястих скупчень Молочного Шляху на космологічній часовій шкалі
2. Dynamical evolution of the Milky Way Globular Clusters on the cosmological time scale

### Реферат/анотація:

1. Робота присвячена детальному дослідженню динамічної еволюції системи 160 кулястих скупчень Молочного Шляху (КС МШ) за допомогою задачі N тіл у зовнішніх динамічних гравітаційних потенціалах, що змінюються з часом на космологічній часовій шкалі (10 млрд років назад у часі) та є подібними на сьогодні до фізичних параметрів МШ. Встановлено, що як наявні КС МШ, так і ті, що існували в минулому (станом на сьогодні є зруйнованими), не забезпечують формування поточної маси центрального зоряного скупчення, демонструючи, що механізм акреції зір з КС не є достатньою умовою для його формування у минулому. Визначено, що близькі проходження КС за 10 млрд років у минулому є досить частими подіями, з десятками випадків на кожен мільярд років. Такі події є найбільш частими в центральній зоні Галактики, що формують дві кільцеподібні структури на відстані 1 кпк та 2 кпк від Галактичного центру. З'ясовано, що найбільш вірогідним кандидатом близького прольоту поблизу Сонця у минулому є КС NGC 7078 (M15), яке відбулося

приблизно –330 млн років, при цьому гравітаційний вплив M15 на хмару Оорта спричинив значне руйнування та розширення структури хмари. Уточнено фазово□просторові межі потоку карликової галактики Гайя-Енцелад із застосуванням алгоритмів ідентифікації хімічно пекулярних зір з потоку та зір-утікачів КС, що в минулому належали цій галактиці. Проведено порівняльний аналіз втрати маси скупчень, ролі ефективності зореутворення та визначено залежність від орбітальних характеристик і початкових умов на довготривалу еволюцію КС.

2. The study was devoted to a detailed investigation of the dynamical evolution of the 160 Milky Way's globular cluster system (MW GC) using the N□body problem in external dynamical gravitational potentials that vary with time on cosmological scales (10 billion years back in time) and are comparable today to the physical parameters of the Galaxy. Established that the present□day GCs MW and those that existed in the past (but are now disrupted) do not account for the formation of the current mass of the nuclear star cluster, demonstrating that this mechanism is not a sufficient condition for its formation in the past. Determined that close passages of GCs on cosmological timescales are relatively frequent events: under the condition with dozens of cases per billion years. These events are most common in the central Galactic zone, forming two ring□like structures at distances of 1 kpc and 2 kpc from the Galactic Center. Most probable candidate for a close passage near the Sun in the past was identified as GC NGC□7078 (M15), which occurred approx. 330 Myr ago and gravitational influence of M15 on the Oort cloud, causing significant destruction and expansion of the cloud structure. Clarified the phase□space boundaries of the Gaia□Enceladus dwarf galaxy stream using algorithms for identifying chemically peculiar stars from the stream and escaped stars from GCs associated with Gaia□Enceladus. A comparative analysis of the mass loss of clusters, the role of star formation efficiency, and the dependence of the long-term evolution of GS on orbital characteristics and initial conditions were determined.

### Державний реєстраційний номер ДіР:

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Не застосовується

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

### Публікації:


- Kuvatova D., Ishchenko M., Berczik P., Veles O., Sobodar O., Panamarev T. (2026) How our proto Nuclear Star Cluster formed and grew due to early globular clusters disruption. I. Case of low masses. Astronomy and Astrophysics. Vol. 706, issue A220, 16 pages.
- Bilodid M., Ishchenko M., Berczik P. (2025) Globular clusters of the Gaia Enceladus/Sausage. I. Orbital and dynamical evolution on cosmological timescales. Astronomy and Astrophysics. Vol. 704, issue A242, 18 pages.
- Ishchenko, M., Berczik, P. (2025) Gravitational influence of the globular cluster NGC 7078 (M 15) flyby of the Oort Cloud System. Astronomy and Astrophysics. Vol. 699, A248, 11 pages.
- Klos J.H., Just A., Polyachenko E.V., Berczik P., Ishchenko M. (2025) Global survey of star clusters in the Milky Way. VIII. Cluster formation and evolution. Astronomy and Astrophysics. Vol. 697, issue A129, 21 pages.
- Ishchenko, M., Masliukh, V., Hradov, M., Berczik, P., Shukirgaliyev, B., Omarov C. (2025) Dynamical evolution of the open clusters with different star formation efficiencies and orbital parameters. Astronomy and Astrophysics. Vol. 694, issue A33, 13 pages.
- Berczik, P., Ishchenko, M., Sobodar, O., Mardini, M. (2024) Cosmological insights into the early accretion of r-process-enhanced stars: II. Dynamical identification of lost members of Reticulum II. Astronomy and Astrophysics. Vol. 692, issue A130, 8 pages.

- Ishchenko, M., Berczik, P., Panamarev, T., Kuvatova, D., Kalambay, M., Gluchshenko, A., Veles, O., Sobolenko, M., Sobodar, O., Omarov, C. (2024) Dynamical evolution of Milky Way globular clusters on the cosmological timescale: I. Mass loss and interaction with the nuclear star cluster. Astronomy and Astrophysics, Vol. 689, issue A178, 17 pages.
- Ishchenko, M., Berczik, P., Sobolenko, M. (2024) Milky Way globular clusters on cosmological timescales. IV. Guests in the outer Solar System. Astronomy and Astrophysics. Vol. 683, issue A146, 11 pages.
- Ishchenko, M., Sobolenko, M., Berczik, P., Omarov, C., Sobodar, O., Kalambay, M., Yurin, D. (2023) Milky Way globular clusters on cosmological timescales. III. Interaction rates. Astronomy and Astrophysics. Vol. 678, issue A69, 10 pages.
- Ishchenko, M., Sobolenko, M., Kuvatova, D., Panamarev, T., Berczik, P. (2023) Milky Way globular clusters on cosmological timescales. II. Interaction with the Galactic centre. Astronomy and Astrophysics. Vol. 674, issue A70, 24 pages.
- Ishchenko, M., Sobolenko, M., Berczik, P., Khoperskov, S., Omarov, C., Sobodar, O., Makukov, M. (2023) Milky Way globular clusters on cosmological timescales. I. Evolution of the orbital parameters in time-varying potentials. Astronomy and Astrophysics. Vol. 673, issue A152, 18 pages.
- Shukirgaliyev, B., Otebay, A., Sobolenko, M., Ishchenko, M., Borodina, O., Panamarev, T., Myrzakul, S., Kalambay, M., Naurzbayeva, A., Abdikamalov, E., Polyachenko, E., Banerjee, S., Berczik, P., Spurzem, R., Just, A. (2021) Bound mass of Dehnen models with a centrally peaked star formation efficiency. Astronomy and Astrophysics. Vol. 654, issue A53, 13 pages.
- Mardini, M., Placco, V., Meiron, Y., Ishchenko, M., Avramov, B., Mazzarini, M., Berczik, P., Arca Sedda, M., Beers, T., Frebel, A., Taani, A., Donnari, M., Al-Wardat, M., Zhao, G. (2020) Cosmological Insights into the Early Accretion of r-process-enhanced Stars. I. A Comprehensive Chemodynamical Analysis of LAMOST J1109+0754. Astrophysical Journal. Vol. 903, issue 88, 18 pages.
- Kalambay M., Ishchenko M., Kuvatova D., Panamarev T., Berczik P. (2026) The contribution to Galactic Centre □-ray excess from cluster-born millisecond pulsars. Constraints from direct N-body simulations. Astronomy and Astrophysics, Vol. 708, issue A89, 10 pages.
- Berczik, P., Panamarev, T., Ishchenko, M., Kocsis, B. (2025) Evolution of the disky second generation of stars in globular clusters on cosmological timescale. Astronomy and Astrophysics. Vol. 694, issue A163, 13 pages.
- Weis, L., West, C., Just, A., Berczik, P., Ishchenko, M., Roeser, S., Schilbach, E., Shukirgaliyev B. (2025) Dynamical model of Praesepe and its tidal tails. Astronomy and Astrophysics. Vol. 703, issue A47, 13 pages.
- Berczik, P., Sobolenko, M., Ishchenko, M. (2024) Dynamical evolution timescales for the triple supermassive black hole system in NGC 6240. Astronomy and Astrophysics. Vol. 687, letter to editor 18, 13 pages.
- Bannikova, E., Akerman, N., Capaccioli, M., Berczik, P., Akhmetov, V., Ishchenko, M. (2023) Apparent counter-rotation in the torus of NGC 1068: influence of an asymmetric wind. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. 518, issue 1, pp. 742–751.
- Berczik, P., Arca Sedda, M., Sobolenko, M., Ishchenko, M., Sobodar, O., Spurzem, R. (2022) Merging of unequal mass binary black holes in non-axisymmetric galactic nuclei. Astronomy and Astrophysics. Vol. 665, issue A86, 7 pages.
- Bannikova, E., Sergeyev, A., Akerman, N., Berczik, P., Ishchenko, M., Capaccioli, M., Akhmetov, V. (2021) Dynamical model of an obscuring clumpy torus in AGNs: I. Velocity and velocity dispersion maps for interpretation of ALMA observations. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. 503, issue 1, pp. 1459–1472.
- Ishchenko, M. Sobolenko, M. Berczik, P. Panamarev, T. (2023) Statistical Analysis of the Probability of Interaction of Globular Clusters with Each Other and with the Galactic Center on the Cosmological Time Scale According to Gaia DR2 Data. Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Vol. 39, issue 1, pp. 33–44.
- Chemerynska, I., Ishchenko, M., Sobolenko, M., Khoperskov, S., Berczik P. (2022) Kinematic characteristics of the Milky Way globular clusters based on Gaia DR2 data. Advances in Astronomy and Space Physics. Vol. 12, issue 1–2, pp. 18–24.

- Ishchenko M., Berczik P., Kharchenko N. (2020) Dynamical evolution modeling of the Collinder 135 & UBC 7 binary star cluster, Proceedings of the International Astronomical Union. Vol. 16, Symposium S362: The Predictive Power of Computational Astrophysics as a Discovery Tool, pp. 128–133.
- Kuvatova D., Panamarev T., Ishchenko M., Gluchshenko A., Berczik P. (2024) Estimating Gamma-Ray Flux from Millisecond Pulsars Originating in Globular Clusters Near the Galactic Center. Recent Contributions to Physics. Vol. 90, issue 3, pp. 14–20.
- Ishchenko M.V., Sobolenko M.O., Kalambay M.T., Shukirgaliyev B.T., Berczik P.P. (2021) Milky Way Globular Clusters: close encounter rates with each other and with the Central Supermassive Black Hole. Reports of the National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Vol. 6, issue 340, pp. 94–105.
- Mardini, M., Placco, V., Meiron, Y., Ishchenko, M., Avramov, B., Mazzarini, M., Berczik, P., Arca Sedda, M., Beers, T., Frebel, A., Taani, A., Donnari, M., Al-Wardat, M., Zhao, G. (2020) VizieR Online Data Catalog: Ions individual abundances in LAMOST J1109+0754 [Electronic resource]. Centre de Données astronomiques de Strasbourg (https://cdsarc.cds.unistra.fr/viz-bin/cat/J/ApJ/903/88)
- Ishchenko M. (2025) How our Nuclear Star Cluster formed and grew due to first generation globular clusters disruption. Abstract Book of Cosmology 2025 Elba Island, Isola D'Elba, Italy, Sep 7–13, 2025.
- Ishchenko M. (2025) Role of Globular Cluster flybys in shaping Outer Solar system,SS28: The Outer Solar System in its Stellar Environment - at the Gaia & LSST era, id 991, EAS2025, European Astronomical Society Annual Meeting, Cork, Ireland, June 23–27, 2025.
- Ishchenko M. (2025) Collisions of Globular Clusters as a mechanism of multiple-population formation, S13: Globular Clusters: Exploring Multiple Stellar Populations at the Frontier of Spectroscopy, Photometry, and Dynamics, id 989, EAS2025, European Astronomical Society Annual Meeting, Cork, Ireland, June 23–27, 2025.
- Ishchenko M., Berczik P., Sobolenko M. (2024) Milky Way globular clusters in cosmological timescale. Probability of the interaction with the Galactic center, Book of abstract of the Bogolyubov Kyiv Conference «Problems of Theoretical and Mathematical Physics», Kyiv, Ukraine , Sep 24–26 2024.
- Ishchenko M., Berczik P. (2024) The Milky Way Globular Clusters: guests in the Oort cloud system on cosmological timescale, Abstracts book of the Current problems in astronomy and astrophysics, Lviv, Ukraine, Sept 23–26, 2024.
- Ishchenko M., Berczik P., Sobolenko M. (2024) NGC 6240: triple SMBH evolution with von Zeipel-Lidov-Kozai oscillation, Division J-1: Galaxies and Cosmology, id 1694, IAU General Assembly 2024, Aug 6–15, 2024.
- Berczik, P., Ishchenko, M., Sobolenko, M. (2024) Formation and evolution of the Nuclear Star Cluster in the Milky Way and other spiral galaxies on the cosmological time scale. Division J-1: Galaxies and Cosmology, id 1087, IAU General Assembly 2024, Aug 6–15, 2024.
- Ishchenko M. (2024) Milky Way globular clusters in cosmological timescale. Probability of the interaction with the Galactic center, Abstract book of the 12th Kazakhstan-China-Korea (KCK) Workshop, Astana, Kazakhstan, May 20-24, 2024.
- Sobodar, O., Kalambay, M., Veles, O., Sobolenko, M., Ishchenko, M. (2024) Global dynamical evolution of the Globular Cluster high mass stellar remnants in Milky Way, S3: New light on Galaxies from Cosmic Dawn to Noon, id. 753. EAS 2024, European Astronomical Society Annual Meeting, Padova, Italy, July 1–5, 2024.
- Berczik, P., Sobolenko, M., Ishchenko, M. (2024) The impact of post-Newtonian effects on massive black hole binary evolution from 1000 to 10 Rsch separations, S2: Lighthouses on the Universe: astrophysics and cosmology with pulsar timing arrays, id. 628. EAS 2024, European Astronomical Society Annual Meeting, Padova, Italy, July 1–5, 2024.
- Ishchenko, M. (2024) Star-by-star dynamical evolution of the physical pair of the Collinder 135 and UBC 7 open clusters based on Gaia RD3. S4: Gaia: The (TWO) Billion Star Galaxy Census: from the Solar System to our Milky Way and beyond, id. 302, EAS2024, European Astronomical Society Annual Meeting, Padova, Italy, July 1–5, 2023.
- Ishchenko, M., Sobolenko, M., Berczik, P., Omarov, C., Sobodar, O., Kalambay, M., Yurin, D. (2024) A possibility of the Milky Way globular clusters interaction rates on cosmological timescales based on Gaia RD3. S4: Gaia:

The (TWO) Billion Star Galaxy Census: from the Solar System to our Milky Way and beyond. id. 389, EAS2024, European Astronomical Society Annual Meeting, Padova, Italy, July 1–5, 2023.

- Ishchenko M. (2023) Dynamical evolution of the Milky Way globular clusters in cosmological timescale: interaction with the central Super Massive Black Hole. Abstract Book of Cosmology 2023 Miramare, Trieste, Italy, Aug 28 - Sep 2, 2023.
- Ishchenko, M. (2023)The Milky Way Globular Clusters: guests in the outer Solar system on cosmological time scale. SS5a: The Solar System - from near to far - in its stellar environment at the Gaia & LSST era. Id 290. EAS2023, European Astronomical Society Annual Meeting, Krakow, Poland, July 10–14, 2023.
- Berczik, P., Ishchenko, M., Sobolenko, M. (2023) Formation and evolution of the Nuclear Star Cluster in the Milky Way and other spiral galaxies on the cosmological time scale. SS28: Understanding the connection between nuclear star clusters, black holes and galaxy evolution: merging observations and simulations, id. 346, EAS2023, European Astronomical Society Annual Meeting, Krakow, Poland, July 10–14, 2023.
- Berczik, P., Ishchenko, M., Sobolenko, M., Sobodar, O. (2022) Triune Model of Galactic Center Dynamical Evolution. Direct integration of Galactic Center, S2: Galaxies as cosmological tracers, id. 959, EAS2022, European Astronomical Society Annual Meeting, Valencia, Spain. June 27–July 1, 2022.
- Ishchenko M. (2022) Milky Way globular clusters subsystem in cosmological timescale. Interaction with the Galactic center, International Conference «Astronomy and Space Physics in the Kyiv University», Kyiv, Ukraine, Oct 18–21, 2022.
- Sobodar O., Sobolenko M., Ishchenko M., Berczik P. (2022) NGC6240: Numerical model of triple supermassive black hole host galaxy complex co-evolution, SS39: Miscellaneous ePoster session, id. 913. EAS2022, European Astronomical Society Annual Meeting, Valencia, Spain. June 27–July 1, 2022.
- Ishchenko, M., Sobolenko, M., Sobodar, O., Berczik, P. (2022) The Milky Way Globular Clusters: interaction between each other's on Galactic time scale, S2: Galaxies as cosmological tracers, id. 785. EAS2022, EAS2022, European Astronomical Society Annual Meeting, Valencia, Spain. June 27–July 1, 2022.
- Ishchenko M., Sobolenko M., Berczik P. (2021) Milky Way Globular Clusters: close encounter rates with each other and with the Central Supermassive Black Hole, XII Young Scientists Conference «Problems of Theoretical Physics», Kyiv, Ukraine, Dec. 21–22, 2021.
- Ishchenko M., Berczik P. (2021) Dynamical model of a clumpy torus in AGNs. Velocity and velocity dispersion maps interpretations, Book of abstract International Conference «Astronomy and Space Physics in the Kyiv University», Kyiv, Ukraine, May 25–28, 2021.
- Chemerynska I., Ishchenko M., Berczik P. (2021) Backward and forward orbital integration of the Milky Way globular cluster system. 27th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Kyiv, Ukraine, April 26–30, 2021.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методи, теорії, гіпотези

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впровадження не планується

**Зв'язок з науковими темами:** 0120U100162; 0120U105456; 0219U102424; 0121U110627; 0121U111799; 0122U002563; 0121U113722

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мелех Богдан Ярославович

2. Bohdan Y. Melekh

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.03.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5397-0017

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 57201210512; Web of Science Researcher ID: L-5023-2017; https://scholar.google.com.ua/citations?user=vQPZo0YAAAAJ&hl=uk&oi=sra

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мішеніна Тамара Василівна

2. Tamara V. Mishenina

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.03.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3067-372X

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**Код за ЄДРПОУ:** 02071091

**Місцезнаходження:** вул. Дворянська, Одеса, 65082, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Федоров Петро Миколайович

2. Petro M. Fedorov

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.03.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-9426-3586

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

**Код за ЄДРПОУ:** 02071205

**Місцезнаходження:** майдан Свободи, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Вавилова Ірина Борисівна |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Вавилова Ірина Борисівна |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Кулик Ірина Віталіївна |
| **Реєстратор** | Юрченко Тетяна Анатоліївна |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Тетяна Анатоліївна |

