

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

З В І Т

відділення № 3

(Астрокосмічний інформаційно-обчислювальний центр)

Звіт заслухано та схвалено на виробничій нараді відділу 19 грудня 2016 року

Завідувач відділення № 3

П. П. Берцик

Київ – 2016

- 1) **Анотовані звіти за кожною темою**, що виконуються в 2016 році в яких, крім отриманих результатів, дати оцінку рівня дослідження і характеристику його наукової та практичної значимості. Окремим пунктом відобразити досягнення в галузі збереження та поліпшення стану навколишнього середовища та сталого розвитку.

ЦІЛЬОВА ТЕМА № 299Ц. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ОБРАНИХ ОБ'ЄКТІВ КОСМОСУ. ТЕОРЕТИЧНІ ТА СПОСТЕРЕЖНІ АСПЕКТИ.

Термін виконання: I кв. 2012 р. – IV кв. 2016 р.

Науковий керівник: директор ГАО НАН України, академік НАН України, д.ф.-м.н. Я. С. Яцків.

Основні результати по темі, отримані в 2016 р.

У 2016 році були представлені результати теоретичного моделювання злиття подвійних надмасивних чорних дір (ПНЧД) за допомогою прямого 2-тільного моделювання з ермітівською схемою інтегрування. Гравітаційна взаємодія чорних дір описувалась пост-ньютонівським наближенням до терму. Використовуючи параметричний опис орбіт ПНЧД отримано великий набір моделей. Кінцевий час гравітаційного злиття ПНЧД параметризовано як функцію початкового ексцентриситету e_0 та відношення мас q подвійної. Проведено детальне тестування нашого коду. Ми порівнювали терми з аналітичним описом у статтях. Під час злиття ПНЧД проаналізовано амплітуду поляризованого гравітаційного випромінювання h_+ та h_{\times} . Ґрунтуючись на нашому чисельному коді оцінено очікуваний час злиття для списку вибраних потенційних SDSS ПНЧД. Наші результати показують, що час злиття є строгою функцією обраного початкового ексцентриситету та лежить у межах тисяч років.

Протягом 2016 року було проведено моделювання впливу неосесиметричних структур у дисках галактик на розподіл вмісту важких елементів. За допомогою програмного пакету Bonsai буде проведено аналіз впливу неосесиметричних структур (бару та спіралей) на радіальний розподіл вмісту кисню протягом 2-3 млрд. років для великої вибірки моделей дискових галактик. Буде проведено порівняння отриманих модельних результатів з результатами, отриманими зі спостережень близько 100 галактик з огляду CALIFA (The Calar Alto Legacy Integral Field Area Survey), що дозволить оцінити ефективність цього механізму перерозподілу вмісту важких елементів у порівнянні з іншими процесами.

Також в рамках виконання цільової теми в 2016 році проведено аналіз спостережних даних з використанням програмного пакету RADMC-3D та графічних засобів GPU. Спираючись на попередній аналіз програмних кодів для моделювань протопланетних дисків, планується розпочати використання програмного пакету RADMC-3D для аналізу фотометричних спостережень. З цією метою буде розроблено алгоритм з використанням графічних засобів GPU, що дозволить обчислювати велику кількість синтетичних розподілів енергії в спектрах протопланетних дисків з різними параметрами одночасно та робити порівняння зі спостереженнями. Цей алгоритм планується використовувати для аналізу спостережень міжнародної бази даних VIZIER (<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>).

Виконавці: заст. директора, д.ф.-м.н. Берцик П. П., с.н.с. Велесь О. А., н.с. Зінченко І. А., н.с. Захожай О. В., техн.І кат. Іванов Д. Д.

Висновок:

Наукова робота була виконана в повному обсязі згідно плану. В рамках виконання цільової теми, були досягнуті істотні результати по використанню GRID/GPU кластера для комплексного астрофізичного числового моделювання.

ВІДОМЧА ТЕМА № 333В

Термін виконання: I кв. 2016 р. – IV кв. 2016 р.

Науковий керівник: заст. директора, д.ф.- м.н. Берцик П. П.

Основні результати по темі, отримані в 2016 р.

1. Детальний аналіз функції розподілу мас зоряних скупчень в нашому галактичному диску. Порівняння різних мас і розмірів скупчень. Числовий аналіз часу життя зоряних скупчень в сонячній околиці.

Було досліджено еволюцію мас зоряних скупчень в галактичному диску. Прямим числовим моделюванням були визначені основні динамічні параметри скупчень. Отримані апроксимаційні форми для тимчасової залежності втрати мас скупчень від часу. Шляхом прямого числового моделювання встановлено, що початкова втрата мас скупчень за рахунок зоряної еволюції (приблизно 20% маси) істотно відображається на подальшій еволюції зоряної системи. Також досліджено вплив еліптичності орбіти зоряного скупчення на темп втрати мас.

2. Інтеграція грід-кластера ГАО НАН України в міжнародну астрономічну структуру GRID-D (Німеччина).

В 2016 році було проведено оновлення апаратної складової сервера ГАО з дзеркалом бази даних ADS (ads.mao.kiev.ua). Для відповідності до вимог ADS було збільшено обсяг оперативної пам'яті до 32 ГБ. Це дозволило встановити оновлену версію бази ADS та збільшити продуктивність бази. В рамках оновлення також були встановлені актуальні версії операційних систем та програмного забезпечення.

Відповідальні виконавці по темі: заст. директора Берцик П. П., с.н.с. Велесь О. А., с.н.с. Пакуляк Л. К., н.с. Зінченко І. А., м.н.с. Золотухіна А. В., пр.інж. Веденичева І. П., пр.інж. Лобортас В. А., пр.інж. Бульба Т. П., інж.І кат. Парусімов Г. В., , інж.І кат. Соболенко М. О., техн. І кат. Іванов Д. Д.

Висновок:

Пряме числове моделювання втрати мас зоряних скупчень підтвердило правильність попередніх результатів, отриманих авторами в попередніх публікаціях.

В рамках проекту встановлено і буде підтримуватися в актуальному стані дзеркало бази ADS (Astrophysics Data System) ads.mao.kiev.ua

КОНКУРСНА ТЕМА № 360 КТ.

«ЗАСТОСУВАННЯ ГРІД-ТЕХНОЛОГІЙ ДО АСТРОФІЗИЧНИХ ТРУДОМІСТКИХ ЗАДАЧ ТА РОЗБУДОВА ГРІД-КЛАСТЕРА ГАО НАН УКРАЇНИ».

Термін виконання: 15.04.2016 - 25.12.2016 рр.

Науковий керівник: зав. відділу, д.ф.-м.н. П. П. Берцик

Основні результати по темі, отримані в 2016 р.

1) У 2016 році виконано обробку та аналіз спектрів 650 галактик нового дата релізу панорамного спектрального огляду CALIFA DR3 (Calar Alto Legacy Integral Field Area). Обробку було виконано за допомогою розробленого у 2015 році програмного пакету ELF3D для визначення параметрів емісійних ліній та адаптованого нами для використання у грід-середовищі УНГ програмного пакету STARLIGHT. Обчислення у грід-середовищі виконувались на грід-сайтах nordug.bitp.kiev.ua, grid.isma.kharkov.ua, uagrid.org.ua та golowood.mao.kiev.ua, загальний час виконання задач по визначенню параметрів емісійних ліній у 2016 році склав 7957 CPU-днів. Отримані результати наразі використовуються для підготовки чотирьох публікацій спільно з науковцями з Німеччини, Іспанії, Бразилії та Аргентини.

На основі обчислених у грід-середовищі інтенсивностей емісійних ліній досліджено глобальну азимутальну асиметрію вмісту кисню у дисках галактик з огляду CALIFA. Встановлено, що не існує значної глобальної азимутальної асиметрії для нашої вибірки галактик, тобто асиметрія мала, як правило, менше ніж 0.05 dex. Дисперсія значень вмістів кисню навколо радіального градієнта вмісту кисню має порівняну величину, близько 0.05 dex. Значна (можливо, домінуюча) частина асиметрії може бути пов'язана з невизначеністю геометричних параметрів галактик. Геометричні параметри (координати центру, нахил і позиційний кут великої осі) галактик також були оцінені з аналізу карт вмісту кисню. Геометричні параметри, отримані за допомогою фотометричних карт та карт вмісту кисню є достатньо близькими для більшості галактик, але розбіжність збільшується для декількох галактик з плоским радіальним градієнтом вмісту кисню.

2) Отримано результат з великомасштабного Λ CDM космологічного моделювання, який включає етап орбітального зближення подвійної надмасивної чорної діри в результаті злиття двох типових масивних галактик при червоному зміщенні $z \sim 3$, аж до фінального злиття, обумовленого випромінюванням гравітаційних хвиль. Дві надмасивні чорні діри з масами $\sim 10^8 M_{\text{sun}}$, швидко осідають в ядрі залишку злиття. Залишок злиття є тривісний та надзвичайно густий внаслідок дисипативної природи злиття і власної компактності галактик на великих червоних зміщеннях. Такі властивості, природно, дозволяють дуже ефективно збільшувати відношення $1/a$ з часом, де a – велика піввісь. Злиття надмасивних чорних дір відбувається за час ~ 10 млн років після того, як галактичні ядра злилися, що на два порядки менше хабблівського часу (Рис. 2). Також було отримано вигляд гравітаційних хвиль та їх спектрограма.

Виконавці: с.н.с. Велесь О. А., н.с. Зінченко І. А., інженер 1 кат. Соболенко М. О., технік 1 кат. Іванов Д. Д.

Висновок: Наукова робота була виконана в повному обсязі згідно плану. Завантаження кластера ГАО на протязі року склала 20-70%.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.

В цілому в 2016 р. відділ працював успішно. Кількість публікацій в наукових журналах, які вийшли в 2016 році(13) тому підтвердження. Також виконані всі завдання згідно робочих планів на 2016 рік.

Статистичні результати роботи АКІОЦ у 2016 році

Сумарний об'єм вхідного трафіку Internet у 2016 році склав біля **15ТБ** даних, вихідного – **4.7ТБ**. З них об'єм поштових відправлень складає біля **3ТБ** (включно зі спамом та розсилками). Загальна кількість відфільтрованих листів спаму та з вірусами складає близько **4 млн.**, або в середньому **7-10** в хвилину.

На кінець 2016 року кількість користувачів ГАО = 168.

Заповненість /home на сервері ГАО – 30% з 800 ГБ.

Загальні дані по веб серверу ГАО

Сайт був створений на версії CMS Joomla! 2.5 і цього року перенесений на модернізовану версію CMS Joomla! 3.6.2 Stable.

Кількість сторінок:

- Українська версія: ~200 фізичних, ~2500 віртуальних (тих, що отримуються програмними засобами) – **приблизно вдвічі більше, ніж на кінець минулого року**
- Англійська версія: ~30 фізичних, ~50 віртуальних.

На сайті працюють сервіси:

- 2) Пошук документів¹
- 3) Форум¹
- 4) Пошук у періодичних виданнях ГАО²
- 5) Пошук в електронному каталозі бібліотеки²
- 6) Електронна картотека публікацій співробітників²
- 7) Електронна канцелярія².
- 8) Пакет програмних засобів поповнення баз даних сайту: додання нових номерів періодичних видань, редагування списків бібліотечних надходжень, доповнення електронної картотеки та електронного каталогу бібліотеки².

¹ – програмні модулі, що працюють під стандартним керівництвом Joomla

² – програмні модулі, що створені в АКІОЦ як доповнення до CMS Joomla

Кількість відвідувань за 2016 рік: 638 тис. (320 тис. минулого року)

Найбільш популярні сторінки: КФНТ (369 тис.), екскурсії (18 тис), матеріали дирекції (16 тис.)

З листопада 2016 року почалися планомірні роботи по створенню та актуалізації англomовних варіантів сторінок ГАО.

Загалом 2016 рік пройшов без значних апаратних втрат та аварій в роботі мережевих служб. На протязі року відділ продовжував виконувати роботи по обслуговуванню локальної мережі ГАО. За цей рік було відремонтовано 2 принтери (принтер загального користування XEROX 3420 та принтер HP LaserJet 1100 (кімн.231), проведена профілактика та протестовано 7 комп'ютерів, заправлено 6 картриджів.

За рахунок внутрішніх резервів АКІОЦ зібрано три комп'ютера, відремонтовано монітор. Частина обладнання АКІОЦ, яке не використовується (диски, оперативна пам'ять, ПК) були передані іншим відділам для використання.

Робоча станція загального користування з кімн.116 була перенесена в читальний зал бібліотеки. За допомогою грантів до цієї станції було закуплено та встановлено новий сканер та закуплено два нових wi-fi роутери в мережу ГАО.

Серед недоліків і питань, які потребують подальшого вдосконалення треба відмітити наступне:

- відділ не був повністю профінансований згідно штатного розкладу і це було основною проблемою в 2016 році.
- необхідне централізоване виділення коштів на поточний ремонт техніки та обладнання та обслуговування офісної комп'ютерної техніки (заправка принтерів, діагностика та оновлення мережевих пристроїв, тощо).

8) Найважливіші наукові результати відділу за 2016 рік.

Найважливіші досягнення

Вперше проведено пряме числове моделювання зіткнень галактик з надмасивними чорними дірами з космологічними початковими умовами. Новий гібридний комп'ютерний код (написаний спеціально для даного моделювання) дозволив провести розрахунки аж до релятивістського злиття надмасивних чорних дір. За результатами моделювання опублікована стаття

Khan F. M., Fiacconi D., Mayer L., Berczik P., Just A Swift Coalescence of Supermassive Black Holes in Cosmological Mergers of Massive Galaxies. The Astrophysical Journal, Volume 828, Issue 2, article id. 73, 8 pp., 2016

За результатами досліджень та обчислень по даній темі видано 8 статей в реферованих журналах.

9) Характеристику координаційної діяльності відділу

10) Інформацію про конференції, семінари, з'їзди

(Інформація про проведені в 2016 році відділом чи лабораторією конференції, семінари, з'їзди, наради тощо, в яких відділ/лабораторія виступила як організатор або співорганізатор, за схемою:)

Назва	Співорганізатори	Дата та місце проведення	Кількість учасників (в т.ч. з країн далекого зарубіжжя, країн СНД) з	Загальна проблематика; Найбільш вагомні результати заходу (рішення, рекомендації, зміст резолюції)

Інформація про заплановані на 2016 рік заходи, в яких відділ/лабораторія є організатором або співорганізатором, за схемою:

Назва	Дата проведення	Місце проведення	Перелік співорганізаторів	Посилання на веб-сайт інституту або конференції

11) Створення та використання об'єктів права інтелектуальної власності —

Навести: найбільш вагомні результати зі створення та використання винаходів, комп'ютерних програм та інших об'єктів права інтелектуальної власності, ноу-хау; - проблеми у галузі охорони та комерціалізації об'єктів права інтелектуальної власності; інформацію щодо складання звітів про патентні дослідження; дані зі створення, охорони та використання об'єктів інтелектуальної власності та про підписані ліцензійні та

ФОРМА VII-2

Договори на використання об'єктів права інтелектуальної власності

№№ п/п	Вид договору (згідно з п.3 додатку VII -1), назва розробки	Номер охоронного документа (якщо є)	Фірма-ліцензіат, країна; дата укладання договору; строк дії	Примітки

Заявки щодо видачі охоронних документів

№ № - п / п	Вид об'єкту права інтелектуальної власності, на який подається заявка (винаходи, корисні моделі, промислові зразки, сорти рослин, торговельні марки)	- Номер заявки	- Заявник(и)	- Примітки
-	-	-	-	-

Рішення щодо видачі охоронних документів

№ № - п/п	Вид об'єкту права інтелектуальної власності	- Дата та номер рішення про видачу патенту (свідоцтва)	- Заявник(и)	- Примітки
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

- інші договори на передачу технологій за формами VII -2 та VII -3, 4, що додаються.

12) Навести перелік опублікованих (а не тих що вийдуть або майже вийшли) статей та ін. відділу та лабораторії за Формою VIII-1

- Загальні показники відділу

- Монографії		- Підручники, навчальні посібники, кількість	- Довідники, науково-популярна література, кількість	- Оpubліковані брошури, рекомендації, методики, кількість	- Статті, кількість				- Тези, кількість
- Кількість	- Обсяг (обл.-вид. арк.)				- у вітчизняних видавництвах	- у зарубіжних видавництвах	- у препринтах	- у наукових фахових журналах (вітчизняних і зарубіжних), що входять до міжнародних баз даних	
- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	- 9	- 10
-	-	-	-	-	5	8	-	-	4

РОБОТИ, ЯКІ ВИЙШЛИ З ДРУКУ У 2016 р.

№	Автори	Назва	Видання	Обс
1	Sobolenko M., Berczik P., Spurzem R.	Large scale direct galaxy collision simulations with central supermassive binary black holes	Star Clusters and Black Holes in Galaxies across Cosmic Time, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium .–2016.–312.–P. 105- 108.	
2	Sobolenko M., Berczik P., Spurzem R., Kupi G	Fast coalescence of post-Newtonian SMBH binaries in real galaxies	KFNT.–2016.– accepted	
3	Zinchenko I.A., Pilyugin L.S., Grebel E.K., Sanchez S.F., Vilchez J.M.	Oxygen abundance maps of CALIFA galaxies.	MNRAS, 462, 2715., 2016	
4	Huang Si-Yi, Spurzem R. , Berczik P.	Performance analysis of parallel gravitational N-body codes on large GPU clusters.	Research in Astronomy and Astrophysics, Volume 16, Issue 1, article id. 11., 2016	
5	Wang L., Spurzem R., Aarseth S., Giersz M., Askar A., Berczik P., Naab T., Schadow R., Kouwenhoven M. B. N.. 2016.	The DRAGON simulations: globular cluster evolution with a million stars.	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 458, Issue 2, p.1450-1465, 2016	
6	Kennedy G, Meiron Y., Shukirgaliyev B., Panamarev T, Berczik P., Just A., Spurzem R.	Star-disc interaction in galactic nuclei: orbits and rates of accreted stars.	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 460, Issue 1, p.240-255, 2016	
7	Khan F. M., Fiacconi D., Mayer L., Berczik P., Just A.	Swift Coalescence of Supermassive Black Holes in Cosmological Mergers of Massive Galaxies.	The Astrophysical Journal, Volume 828, Issue 2, article id. 73, 8 pp., 2016	
8	Polyachenko, E. V.; Berczik, P.; Just, A.	On the bar formation mechanism in galaxies with cuspy bulges.	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 462, Issue 4, p.3727-3738, 2016	
9	Пакуляк Л. К., Андрук В. Н., Иванов Г. А., Ижакевич Е. М., Процюк Ю. И., Шатохина С. В., Головня В. В.	Каталог экваториальных координат и В- величин звезд околополюсной области программы ФОН	Кинемат. и физ. небес. тел 2016 Т.32, N1,с.56-69	

10	Пакуляк Л. К., Андрук В. Н., Головня В. В., Иванов Г. А., Яценко А. И. Шатохина С. В., Ижакевич Е. М	Каталог экваториальных координат и В- величин звезд программы ФОН	Кинемат. и физ. небес. тел 2016 Т.32,N5,с.74-80	
11	Pakuliak L. K., Eglitis I., Eglite M., Andruk V. M	UV-PHOTOMETRY WITH THE 1.2 M SCHMIDT TELESCOPE IN BALDONE	Odessa Astron. Publ. 2016 Vol.29,p.126-129	
12	Pakuliak L. K., Andruk V. M., Golovnia V. V., Shatokhina S. V., Yizhakevych O. M., Ivanov G. A., Yatsenko A. I., Sergeeva T.P	FON: from start to finish	Odessa Astron. Publ. 2016 Vol.29,p.132-136	
13	Pakuliak L.K., Yizhakevych O.M., Andruk V.M.	PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF MAJOR PLANETS AND THEIR MOONS DURING 1961- 1990 AT THE MAO NAS OF UKRAINE	Odessa Astron. Publ. 2016 Vol.29,p.1	

Міжнародне наукове та науково-технічне співробітництво відділу

1. Надати загальну інформацію про стан міжнародного наукового співробітництва відділу/лабораторії: характеристика основних напрямів міжнародного наукового і науково-технічного співробітництва, приклади їх успішної реалізації та перспективи розвитку.

2. Навести зведені статистичні дані про міжнародну діяльність установи за формою IX -1

Співробітники АКІОЦ активно співпрацюють з суперкомп'ютерними центрами в Німеччині, Китаї.

Статистичні дані щодо міжнародного співробітництва від./лаб.

Проводила сь робота по темах		Виїзди за кордон		Прийн ято закорд онних вчени х та спеціа лістів	Прямі зв'язки з закордонними партнерами (кількість)			Участь у роботі конференцій, симпозіумів, семінарів тощо		Участь у роботі міжна- родних органі- зацій, комісій, редакцій тощо	Лекційна діяльність за кордоном	Міжнародні відзнаки українських учених	Гранти	
За га ль на кі ль кі ст ь	П оч ат о в 20 13 р.	Заг ал ьн а кіл ькі сть виї зді в	За га ль на кі ль кіс ть ос іб	Зага льн а кіль кіст ь	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		4	3					1					1	1

3. Навести відомості про отримання грантів міжнародних і зарубіжних організацій за формою ІХ-2. Окремо зазначити прямі двосторонні зв'язки з країнами-членами ЄС. Навести дані про участь установи у міжнародних програмах (повна та скорочена назва програми українською та англійською мовами, умови та форми участі, результати та перспективи).

3. Відомості про гранти міжнародних та зарубіжних організацій

4.	Джерело підтримки (фонд, програма, організація)(назва українською та англійською мовами)	Подані у 2016 р. заявки (назва проекту, програма, номер) (українською та англійською мовами)	Відібрані у 2016 р. проекти (назва, програма, номер) (українською та англійською мовами)	Український керівник проекту	Установи-партнери	Термін виконання
	Фонд Фольцфаген, Fund Volkswagen			Берцик П. П.	Zentrum fur Astronomie der Universitat Heidelberg, Astronomisches Rechen-Institut, Heidelberg, Germany	2016-2018 рр

4. Детальні дані щодо тематики співробітництва з зарубіжними партнерами (окремо по кожній країні) викласти за формою ІХ-

Дані щодо тематики співробітництва з зарубіжними партнерами

Країна-партнер (за алфавітом)	Установа-партнер	Тема співробітництва	Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії	Практичні результати та публікації
Китай	National Astronomical Observatories of China, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China	Застосування ресурсів грід-кластера в N-body моделюванні комплексної еволюції галактик і скупчень галактик, досліджень просторового розподілу галактик у Всесвіті та інших трудомістких астрофізичних задач, що потребують потужних обчислювальних ресурсів	Протокол намірів 2016 рік	2 спільні наукові праці
Німеччина	Zentrum fur Astronomie der Universitat Heidelberg, Astronomisches Rechen-Institut, Heidelberg, Germany	Застосування ресурсів грід-кластера в N-body моделюванні комплексної еволюції галактик і скупчень галактик, досліджень просторового розподілу галактик у Всесвіті та інших трудомістких астрофізичних задач, що потребують потужних обчислювальних ресурсів	Протокол намірів 2016 рік	5 спільних наукових праць