

УДК 52(076.5)

Сиротюк В. Д.

МІСІЯ КОСМІЧНОГО ТЕЛЕСКОПА “КЕПЛЕР” – ПІЗНАННЯ ВСЕСВІТУ

Наукова мета телескопа “Кеплер” полягає в тому, щоб досліджувати структуру і різноманітність планетарних систем. Для цього, розглядаючи багато зірок, необхідно досягти декількох цілей: визначити скільки планет, подібних до Землі, і великих планет знаходиться біля придатної для життя зони зірок всіх спектральних типів; обчислити діапазон розмірів і форм орбіт цих планет; оцінити кількість планет, що знаходяться в системах кратних зір; визначити діапазон розмірів орбіти, яскравості, діаметра, маси і густини короткоперіодичних планет-гігантів; виявити додаткових членів в кожній виявленій планетарній системі, використовуючи інші методики; вивчити властивості тих зір, в яких виявлені планетарні системи.

Ключові слова: Всесвіт, пізнання Всесвіту, космічні дослідження, телескоп “Кеплер”.

Земна атмосфера добре пропускає випромінювання в оптичному (0,3-0,6 мкм), ближньому інфрачервоному (0,6-2 мкм) і радіодіапазоні (1 мм-30 м). Вже в ближньому ультрафіолетовому діапазоні зі зменшенням довжини хвилі прозорість атмосфери сильно погіршується, внаслідок чого спостереження в ультрафіолетовому, рентгенівському і гамма діапазонах стають можливими тільки з Космосу. Винятком є реєстрація гамма-випромінювання надвисоких енергій, для якого підходять методи астрофізики космічних променів: високоенергійні гамма-фотони в атмосфері породжують вторинні електрони, які реєструються наземними установками.

В інфрачервоному діапазоні також сильне поглинання в атмосфері, проте, в області 2-8 мкм є деяка кількість вікон прозорості (як і в міліметровому діапазоні), в яких можна проводити спостереження. Крім того, оскільки велика частина ліній поглинання в інфрачервоному діапазоні належить молекулам води, інфрачервоні спостереження можна проводити в сухих районах Землі (зрозуміло, на тих довжинах хвиль, де утворюються вікна прозорості у зв'язку з відсутністю води). Прикладом такого розміщення телескопа може слугувати South Pole Telescope, встановлений на Південному географічному полюсі, що працює в субміліметровому діапазоні.

У деяких випадках вдається розв'язати проблему атмосфери підйомом телескопів чи детекторів в повітря на літаках або стратосферних балонах. Але, найбільші результати досягаються з винесенням телескопів у Космос.

Космічна астрономія – єдиний спосіб отримати інформацію про Всесвіт у короткохвильовому і, здебільшого, в інфрачервоному діапазоні; спосіб поліпшити роздільну здатність радіоінтерферометрів. Оптичні спостереження з Космосу не настільки привабливі в світлі сучасного розвитку адаптивної оптики, що дозволяє сильно знизити вплив атмосфери на якість зображення, а також дорожнечу виведення на орбіту телескопа з дзеркалом, яке можна порівняти за розмірами з великими наземними телескопами.

Орбітальний телескоп “Кеплер” (англ. Kepler) – космічний телескоп НАСА, призначений для пошуків екзопланет. Названий на честь Йоганна Кеплера (1571–1630), німецького філософа, математика, астронома, астролога й оптика. Телескоп був запущений 7 березня 2009 року з космодрому на мисі Канаверал в штаті Флорида. На орбіту апарат вивела ракета-носій Delta II. Двічі, в січні 2006 року і в березні 2006 року запуск відкладався через фінансові проблеми. Місія коштуватиме приблизно 467 мільйонів доларів.



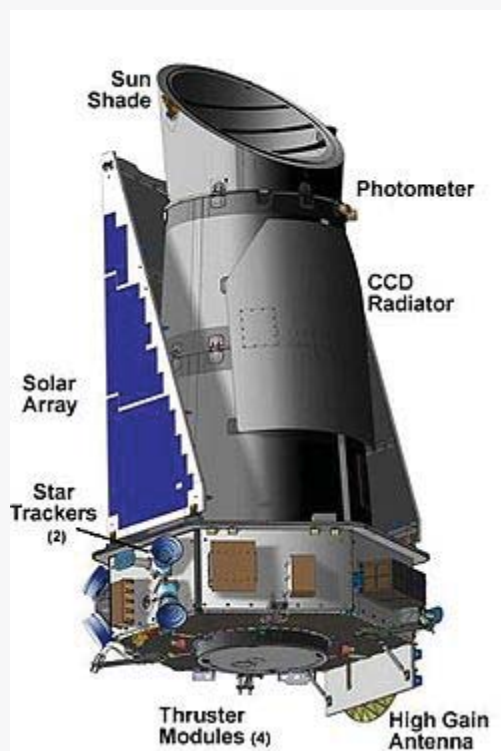
Старт ракети "Дельта ІІ" з "Кеплером"

Спочатку було заплановано, що місія "Кеплер" продовжиться три з половиною роки. Весь цей час він проводив спостереження за близько 100 тисяч схожих на Сонце зірок, навколо яких можуть обертатися екзопланети. Апарат здійснював пошук планети, що розташовані поза Сонячною системою, за допомогою транзитного методу. Коли планета проходить диском своєї зірки, вона закриває від спостерігача частину її випромінювання. Аналізуючи коливання яскравості світил, астрономи можуть не тільки знаходити планети, але також приблизно оцінювати їхній розмір.

"Кеплер" обертається навколо Сонця орбітою з радіусом близько однієї астрономічної одиниці. Фактично, "Кеплер" повторюватиме шлях нашої планети, що обертається навколо Сонця. Таке розташування дозволяє телескопу постійно стежити за одними і тими ж зірками. Телескоп "Габбл", наприклад, позбавлений цієї переваги.

На момент запуску астрономами було виявлено близько 350 екзопланет. Більшість з них є газовими гігантами на зразок Юпітера. На таких планетах не можуть розвиватися організми земного типу, а саме населеність екзопланет найбільше цікавить учених. "Кеплер" зможе знаходити планети меншого розміру, придатніші для життя.

Орбітальний телескоп “Кеплер”



Компоненти орбітального телескопа “Кеплер”

Загальна інформація

Код NSSDC:	2009-011A
Організація:	NASA
Дата запуску:	7 березня 2009, 03:49:57.465 UTC
Запущено:	Мис Канаверал
Засіб запуску:	Delta II (7925-10L)
Маса:	1039 кг
Тип орбіти:	Навколосонячна
Висота орбіти:	Близько 1 а.о. від Сонця
Орбітальний період:	372,5 дні
Тип телескопа:	Системи Шмідта
Довжина хвилі:	400-865 нм

Інструменти

42 ПЗЗматриці:	Розміром 5см × 5 см кожна
-----------------------	---------------------------

Зовнішні посилання

Інтернет-сторінка:	http:// kepler.nasa.gov/
---------------------------	--

8 квітня 2009 року інженери NASA дали команду на подачу струму через спеціальний плавкий дріт, який зруйнувався і звільнив еліптичну кришку, призначену для захисту об'єктиву від пилу. Вона плавно відокремилася і Кеплер почав спостереження ділянки Чумацького шляху. Ця операція була критичною для успіху і мала пройти без збоїв – Кеплер знаходиться настільки далеко від Землі, що туди не літають астронавти. виправити помилку можливості не було б. У квітні ж Кеплер зробив перші знімки.

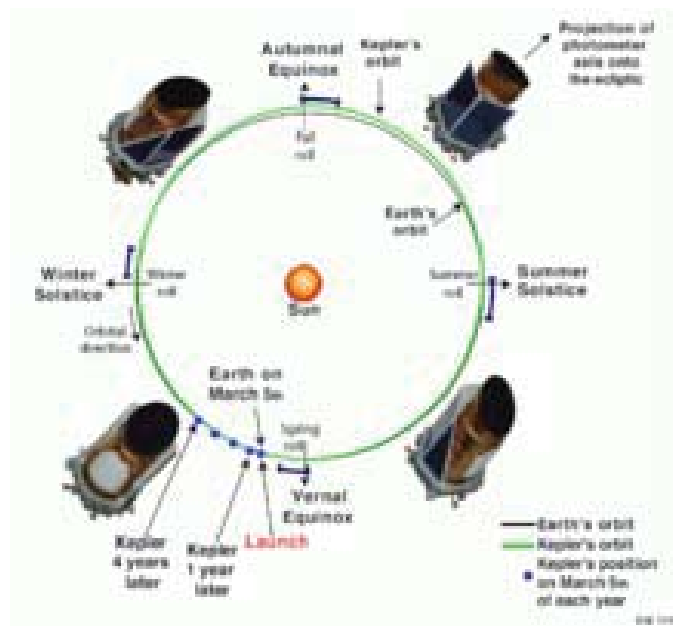
Космічний апарат має телескоп системи Шмідта, пристосований для пошуку далеких планет з космосу. Через коригувальну “лінзу” особливого профілю діаметром 95 см світло падає на головне дзеркало телескопа, розмір якого вже 1,3 метра. Відбите від дзеркала світло збирається в головному фокусі, де розташована мозаїка з 21 пари спеціально створених астрономічних ПЗЗ-матриць, здатних зафіксувати майже кожен падаючий на них фотон (ефективність людського ока в десятки разів менша). Вся мозаїка має розмір приблизно 30 см на 30 см і складається з 95 мегапікселів. Це найбільша ПЗЗ-матриця з усіх, що коли-небудь запускалися в Космос.

Велике дзеркало і спеціальна матриця необхідні для високої точності вимірювань блиску. Фотони на матрицю падають нерегулярно, й існують нерегулярні і незламні (так звані пуассонові) флуктуації їхньої кількості. Вони пропорційні квадратному кореню з числа фотонів, і якщо потрібно виміряти блиск з точністю 10 % (1 : 10), потрібно не менше 100 фотонів, з точністю 1 % (1 : 100) – не менше 10 000 фотонів, а з точністю 0,002 %, якої має досягти Кеплер, (1 : 50 000) – не менше 2,5 мільярдів квантів від кожної зірки. Навіть з метровим дзеркалом телескопа доведеться накопичувати фотони по півгодини на кожну експозицію.

У своїх пошуках “Кеплер” покладаватиметься на другий за ефективністю метод пошуку позасонячних планет - метод транзитів. Коли якесь непрозоре тіло проходить перед диском зірки, її блиск ледве помітно змінюється. Щоб тінь на нас впала, орбіта планети повинна бути нахилена під дуже невеликим кутом до променя зору. Такі шанси невеликі. Наприклад, земну тінь можна розгледіти лише приблизно з кожної сотні зірки в околицях Сонця (ці зірки мають лежати у вузькій смужі шириною приблизно півградуса навколо екліптики). Тому “Кеплер” має спостерігати відразу дуже багато зірок. Астрономи вирішили обмежитися сотнею тисяч.

Крім того, падати на нас будуть навіть не тіні, а півтіні: планети надто малі, щоб повністю закрити своїм тілом диск далекого світила. Наприклад, Земля, проходячи диском Сонця, закриває для далекого спостерігача лише 0,008 % його поверхні, і приблизно на стільки ж падає його блиск. А значить, вимірювати блиск треба з величезною точністю – в тисячні частки відсотка. Це вимагає точної і стабільної фотометрії (вимірювань блиску) – і “Кеплер” зможе вимірювати зміни блиску зірок з точністю від 0,002 % для найяскравіших до 0,008 % для найслабших. Нарешті, проходження тіні потрібно не прогавити - для стороннього спостерігача проходження Землі диском Сонця триває не більше 10 годин, а повторюється воно лише один раз на рік. Крім того, періоди далеких планет ми не знаємо, і коли вони пройдуть перед диском знову, наперед нікому невідомо. Тому “Кеплер” має безперервно дивитися на небо. Телескоп з діаметром дзеркала трохи менше одного метра робить виміри кожні 10 хвилин, аналізуючи дані про зірки, що перебувають на відстані до трьох тисяч світлових років від Землі.

Цим він і займеться, щойно вийде на орбіту і відладить всю свою апаратуру: протягом трьох з половиною років (а якщо програма буде продовжена, то і довше), телескоп спостерігатиме одну і ту ж область неба розміром приблизно 100 квадратних градусів на межі сузір'їв Лебедя і Ліри поблизу площини нашої Галактики. Переривати свою вахту космічний апарат буде лише на декілька годин раз на три місяці, щоб переорієнтувати антену на Землю. Скидати накопичену інформацію на Землю прилад буде приблизно раз на місяць.



Орбіта Землі і “Кеплера”, вирівнювання в точках сонцестояння і рівнодення

Заради безперервності і стабільності спостережень телескоп виведено на не зовсім звичайну орбіту. “Кеплер” перебуватиме за декілька мільйонів кілометрів поблизу Землі на трохи витягнутішій, ніж земна, орбіті, поволі віддаляючись від нашої планети (приблизно на 40 тисяч кілометрів за добу). Він постійно перебуватиме у сонячних променях, і його нагрів – а значить, і шуми апаратури – не змінюватимуться внаслідок переходу у земну тінь та назад.

Крім того, щоб виключити можливі коливання чутливості телескопа (наприклад, через повільну деградацію оптики – від мікрометеоритів – або камери – від космічних променів), блиск щоразу обчислюватиметься відносно сусідніх зірок і попередніх кадрів. Це так звана подвійна (у просторі і в часі) диференціальна фотометрія.

На 95 мегапікселях розміститься 100 тисяч зірок, навколо яких телескоп шукатиме планети. Вони розташовані на відстанях від 600 до 3000 світлових років від нас у Рукаві Оріона нашої Галактики (Рукав Оріона ми бачимо і в сузір’ї Лебедя). 170 тисяч кандидатів на спостереження вже відібрано. Протягом року телескоп стежитиме за кожним із них, а потім концентруватиметься на 100 тисячах, що показують найменші “випадкові” коливання блиску (вони можуть виникати за рахунок плям, спалахів і тремтінь поверхні – загалом, активності самого світила).

Це будуть зірки трьох спектральних класів – жовті зірки класу G, схожі на наше Сонце, білі зірки класу A, які яскравіші і гарячіші за наше світило, та червоні карлики класу M, тьмяніші за Сонце. Залежно від яскравості світила, зона рідкої води знаходиться на різних відстанях від зірки – вона ближче для тьмяних зірок і далі для яскравих.

Тривалість основної місії “Кеплера” – 3,5 роки, а для впевненого виявлення планети вчені мають спостерігати не менше 3 проходжень кандидата диском світила. Тому, якщо планети є навколо більшості зірок, буде знайдено більше планет в зоні рідкої води біля червоних та жовтих зірок, а планетам, що знаходяться на орбітах у (ширшій) зоні рідкої води навколо зірок класу A, може і не вистачити часу на три повних оберти. Вчені вважають, що вже в перші півроку знайдуть немало “гарячих юпітерів”, періоди яких можуть складати лише кілька діб – за сучасними оцінками, вони обертаються навколо кожної десятої зірки, а може, і частіше. Чотири таких планети вже відомі – їх було виявлено з Землі, і їхнє “перевідкриття” “Кеплером” стане непоганим тестом його можливостей.

Планет, схожих на Землю, доведеться чекати щонайменше два роки, а швидше за все – і всі три. Раніше вони просто не встигнуть зробити необхідні три оберти. Крім того,

вчені збираються не публікувати дані про нові планети, поки не підтвердять їхні параметри спостереженнями на великих телескопах із Землі. Це може ще дещо затримати оприлюднення даних щодо нових планет.

Скільки таких планет знайдеться - ніхто сказати поки не може. Якщо у всіх, схожих на Сонце зірок, є схожі на Землю планети на таких же відстанях, як Земля, ми зможемо побачити кілька сотень землеподібних планет - тих, які відкидають тінь у наш бік. Але це максимальне значення. Учасники проекту розраховують, скоріше, на декілька десятків.

Наукова мета телескопа "Кеплер" полягає в тому, щоб досліджувати структуру і різноманітність планетарних систем. Для цього, розглядаючи багато зірок, необхідно досягти декількох цілей:

- Визначити скільки планет, подібних до Землі, і великих планет знаходиться біля придатної для життя зони зірок всіх спектральних типів.
- Обчислити діапазон розмірів і форм орбіт цих планет.
- Оцінити кількість планет, що знаходяться в системах кратних зір.
- Визначити діапазон розмірів орбіти, яскравості, діаметра, маси і густини короткоперіодичних планет-гігантів.
- Виявити додаткових членів в кожній виявленій планетарній системі, використовуючи інші методики.
- Вивчити властивості тих зір, в яких виявлені планетарні системи.

Пошук екзопланет. На початку 2010 року на конференції Американського астрономічного товариства було оголошено про відкриття телескопом "Кеплер" перших п'яти екзопланет. Найменша зі знайдених планет за своїми розмірами порівняна з Нептуном, чотири інші більші Юпітера. Жодна з них не належить до планет земного типу, пошук яких є головним завданням "Кеплера". Всі п'ять планет обертаються на дуже близьких до зір орбітах і здійснюють один оберт за три-п'ять днів. Температура їхньої поверхні перевищує температуру розпеченої лави.

Повідомляючи про результати роботи телескопа, представник NASA також повідомив про виявлення невідомого об'єкта, що обертається навколо зорі, проте не є ані планетою, ані білим карликом. Цей об'єкт гарячіший за саму зорю і за своїми розмірами перевищує білі карлики.

На початок лютого 2011 року "Кеплер" знайшов 1235 позасонячних планет. Розмір 68 з них можна порівняти з розміром Землі, а 288 належать до класу так званих суперземель (тобто вони більші нашої планети, але істотно менше газових гігантів Сонячної системи). Ще 662 планети за діаметром порівнянні Нептуном, 165 – з Юпітером, а 19 зі знайдених небесних тіл більші цього газового гіганта. У так званій зоні життя своїх зір перебувають 54 з виявлених "Кеплером" планет. Розмір п'яти планет із зони, придатної для життя можна порівняти з розміром Землі. Ще одна цікава знахідка телескопа – схожа на Сонце зоря Kepler-11, навколо якої обертається шість планет. Це найчисленніша з відомих екзопланетних систем. 5 грудня 2011 року було оголошено про відкриття планети Kepler-22b. Це перша підтверджена екзопланета.

Завершення першого етапу місії. Космічний телескоп "Кеплер" у листопаді **2012** року завершив основну частину своєї місії (**16 червня** того року припинив функціонувати двигун одного з чотирьох маховиків, які забезпечували стабілізацію апарату відносно тієї ділянки неба, за якою ведеться спостереження), але стараннями вчених продовжував вивчати галактику.

За три з половиною роки роботи космічного телескопа вченим вдалося виявити більше двох тисяч об'єктів-кандидатів на звання екзопланет. До листопада 2012 року кількість підтверджених екзопланет, знайдених з його допомогою, становило 105 штук. Серед них виявилися як газові гіганти, що обертаються поблизу від своїх зір - гарячі юпітери, так і планети, котрі ненабагато перевищують за розмірами нашу - суперземлі. Також були виявлені зорі з кількома планетами.

Спочатку було заплановано, що робота космічного телескопа "Кеплер" триватиме

лише до листопада 2012. Проте, послуговуючись порадою провідних астрономів світу та приймаючи до уваги величезний вклад телескопу в галузі відкриття нових екзопланет, НАСА вирішило продовжити роботу телескопу до 2016 року. Справа в тому, що впевнитись в існуванні екзопланети біля зорі, слід відстежити кілька раз транзит екзопланети, що вимагає довшого періоду спостережень, які може проводити телескоп “Кеплер”. Рішення про продовження місії було прийнято ще у квітні 2012 року. Як зазначено в прес-релізі NASA, наступні чотири роки пошук зосередиться переважно на планетах, подібних до Землі.

Подальші негаразди. На початку травня 2013 року на телескопі відмовив другий двигун-маховик, і телескоп було переведено до безпечного режиму. Відтепер, щоб зберегти нерухомий стан потрібно задіяти звичайні двигуни, але палива для цього вистачить лише на кілька місяців, після чого використання апарату припиниться.

Поламка телескопу може надовго затримати вивчення астрономами екзопланет. Наступник “Кеплера”, телескоп “Джеймс Вебб” планується вивести на орбіту лише 2018 року, але початок експлуатації проекту, вартість якого постійно зростає, може затягнутися.

Однак, згодом інженерам НАСА вдалось знайти спосіб, як використовувати тиск сонячного світла задля керування космічним телескопом. У травні 2014 року “Кеплер” знову почав передавати відомості на Землю, і місія дістала назву K2.

Поновлення роботи. У грудні 2014 року з'явилося повідомлення про перше відкриття кандидата на статус екзопланети після поновлення роботи апарату. Планета, позначена як HIP 116454 b, перебуває в сузір'ї Риб завдальшки 180 світлових років від нас. Вона в 2,5 рази більша від Землі і має період обертання 9 діб, а її зоря холодніша й менша за наше світило.

2016 рік. 7 квітня під час сеансу зв'язку, за 14 годин до запланованого маневру з метою орієнтувати телескоп на центр Чумацького шляху, “Кеплер” перейшов у аварійний стан. 11 квітня фахівцям НАСА вдалося стабілізувати рух апарату, його передавальна антена спрямована у бік Землі, що дозволяє отримувати телеметрію. Причина збою, через який телескоп перейшов в аварійний режим, поки не встановлена. 22 квітня повноцінне функціонування апарату було відновлено.

Використана література:

1. Астрономічна обсерваторія. Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.observ.univ.kiev.ua> – (Сайт Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка).
2. Астрономічні новини NASA. Новини космосу. Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nasa.gov/> - (Сайт астрономічних новин).
3. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki/> - (Довідковий сайт).
4. Інституту космічних досліджень. Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ikd.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=category&id=10&Itemid=11&lang=uk – (Інститут космічних досліджень).
5. Космічного агентства ЕКА. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.esa.int/rosetta> (Сайт космічного агентства ЕКА).
6. Космічного агентства DLR [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dlr.de> – (Космічне агентство DLR).

References:

1. Astronomichna observatoriya. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.observ.univ.kiev.ua> – (Sayt Astronomichnoyi observatoriyi Kyuyivs'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka).
2. Astronomichni novyny NASA. Novyny kosmosu. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.nasa.gov/> - (Sayt astronomichnykh novyn).
3. Vikipediya. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <http://uk.wikipedia.org/wiki/> - (Dovidkovyy sayt).
4. Instytutu kosmichnykh doslidzhen. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu :

- http://www.ikd.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=category&id=10&Itemid=11&lang=uk – (Instytut kosmichnykh doslidzhen’).
5. Kosmichnoho ahenstva EKA – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.esa.int/rosetta> (Sayt kosmichnoho ahenstva EKA).
 6. Kosmichnoho ahenstva DLR. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.dlr.de> – (Kosmichne ahenstvo DLR).

Сиротюк В. Д. Миссия космического телескопа “Кеплер” – познание Вселенной.

Научная цель телескопа “Кеплер” заключается в том, чтобы исследовать структуру и разнообразие планетарных систем. Для этого, рассматривая много звезд, необходимо достичь нескольких целей: определить сколько планет, подобных Земле, и большим планетам находится около пригодной для жизни зоны звезд всех спектральных типов; вычислить диапазон размеров и форм орбит этих планет; оценить количество планет, которые находятся в системах кратных звезде; определить диапазон размеров орбиты, яркости, диаметра, массы и плотности короткопериодических планет-гигантов; выявить дополнительных членов у каждой выявленной планетарной системы, используя другие методики; изучить свойства тех звезд, в которых выявлены планетарные системы.

Ключевые слова: Вселенная, познание Вселенной, космические исследования, телескоп “Кеплер”.

Syrotiuk V. D. Mission of the Space telescope “Kepler” is cognition of Universe.

Scientific purpose of telescope “Kepler” consists in that, to investigate a structure and variety of the planetary systems. For this purpose, examining many stars, it is necessary to attain a few aims: to define how many planets, similar to Earth, and major planets is near the suitable for life area of stars of all spectral types; to calculate the range of sizes and forms of orbits of these planets; to estimate the amount of planets which are in the systems multiple sight; to define the range of sizes of orbit, brightness, diameter, mass and closeness of short-period planets-giants; to educe additional members at every educed planetary system, using other methods; to learn properties those the sight, the planetary systems are educed in which.

Keywords: Universe, cognition of Universe, space researches, telescope “Kepler”.

УДК 378.147:7840

Сиротюк Т. А.

ПІДГОТОВКА ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ У ГАЛУЗІ ВОКАЛЬНОГО МИСТЕЦТВА: ПРОБЛЕМИ Й ОСОБЛИВОСТІ

В науковій сфері з проблем вокального виховання та виконавської культури як у галузі мистецтвознавства, так і вокальній педагогіці, питання ефективного методичного забезпечення підготовки вокалістів є чи не найвразливішим місцем, оскільки розв’язання його триває вже протягом багатьох століть. Накопичений чималий досвід теоретичних і практичних знань і умінь у вокальному мистецтві ставить щораз вищі вимоги до професійної підготовки спеціалістів-вокалістів.

Ключові слова: підготовка кадрів, педагогічні кадри, вокальне мистецтво, вокальна педагогіка.

Інноваційні процеси, які проходять на сучасному етапі в Україні, створюють умови для подальшого розвитку вищої освіти, тому перед педагогічними ВНЗ постає низка важливих питань, серед яких завдання професійної підготовки майбутнього вчителя музичного мистецтва до ефективної діяльності в сучасних умовах загальноосвітньої школи. Вокальна підготовка є важливою складовою професійної підготовки майбутнього педагога музичного мистецтва.

Зі змінами сучасних потреб загальноосвітньої школи виникає необхідність у нових