

**Урок на тему: Засоби астрономічних досліджень.  
Космічні телескопи та обсерваторії**

***Юрій Борисович Мирошніченко,**  
кандидат педагогічних наук, учитель фізики та  
астрономії Центральненської ЗОШ I-III ступенів,  
методист відділу освіти  
Миронівської райдержадміністрації*

**Вид навчальних занять:** вивчення нового матеріалу із застосуванням телекомунікаційних технологій навчання.

**Мета:** формувати в учнів уявлення про космічні телескопи та обсерваторії.

**Завдання:** ознайомити учнів з космічними обсерваторіями та їх призначенням.

**Тип уроку:** засвоєння нових знань.

Етапи уроку	Дії вчителя	Час, хвилини	Плановані дії учнів
1	Організаційний етап.	1	Обговорення плану уроку.
2	Підготовка учнів до активного свідомого засвоєння нового матеріалу.	2	Актуалізація знань, необхідних для узагальнення. Запис теми, мети та завдань уроку.
3	Пояснення нового матеріалу.	20	Етап засвоєння нових знань. <a href="http://www.youtube.com/watch?v=k-J0yn_ry1E">http://www.youtube.com/watch?v=k-J0yn_ry1E</a> <a href="http://www.nasa.gov/">http://www.nasa.gov/</a>
4	Етап закріплення знань.	10	Узагальнення і систематизація знань по темі.
5	Пошук інформації в мережі Інтернеті.	10	Контроль засвоєння. Пошук Інформації в Інтернеті по заздалегідь відомих адресах. <a href="http://www.spacetelescope.org/extras/calendars/archive/year/2013/">http://www.spacetelescope.org/extras/calendars/archive/year/2013/</a> <a href="http://elementy.ru/posters/spectrum/gamma">http://elementy.ru/posters/spectrum/gamma</a> <a href="http://starbolls.narod.ru/index.files/9n.htm">http://starbolls.narod.ru/index.files/9n.htm</a>
6	Повідомлення учнів про домашнє завдання та інструктаж з	2	Підведення підсумків уроку. Отримання вказівок до індивідуального домашнього завдання.

	його виконання.		
--	-----------------	--	--

### Хід уроку

#### **I. Організаційний етап.**

#### **II. Мотивація навчальної діяльності. Повідомлення теми, мети та завдань уроку.**

**Підготовча бесіда.** Що Ви знаєте про обсерваторії? Якими бувають обсерваторії, яке їх призначення?

#### **III. Пояснення нового матеріалу. Розповідь з демонструванням фотографій космічних обсерваторій, бесіда.**

##### **1. Розповідь з елементами бесіди.**

Ще недавно позаатмосферна астрономія була мрією багатьох вчених-астрономів. Тепер вона перетворилася у розвинуту галузь, науки. Результати, отримані на космічних телескопах, без найменшого перебільшення перевернули багато наших уявлень про Всесвіт.

Величезний обсяг інформації про космос цілком залишається за межами земної атмосфери. Більша частина інфрачервоного й ультрафіолетового діапазону, а також рентгенівські й гамма-промені космічного походження недоступні для спостережень із поверхні Землі. Для того щоб вивчати Всесвіт у цих променях, необхідно винести прилади для спостережень у відкритий космос.

Для успішної роботи космічної обсерваторії потрібні спільні зусилля самих різних фахівців. Космічні інженери готують телескоп до запуску, виводять його на орбіту, стежать за забезпеченням енергією всіх приладів та їх нормальним функціонуванням. Кожен об'єкт може спостерігатися протягом декількох годин, тому особливо важливо втримувати орієнтацію супутника, що обертається навколо Землі, у тому самому напрямку, щоб вісь телескопа залишалася націленою строго на об'єкт.

Астрономи збирають заявки на проведення спостережень, відбирають із них найбільш важливі, готують програму спостережень, стежать за одержанням і обробкою результатів. Дані, отримані на космічних телескопах, протягом деякого часу доступні лише авторам програми спостережень. Потім вони надходять у комп'ютерні мережі, і будь-який астроном може використовувати їх для своїх досліджень.

**Історія виникнення космічних обсерваторій.** У 1946 році, американський астрофізик Лаймен Спітцер опублікував статтю «Астрономічні переваги позаземної обсерваторії» (англ. Astronomical advantages of an extra-terrestrial observatory). У статті відмічено дві головні переваги такого телескопа: по-перше, його кутова роздільна здатність буде обмежена лише дифракцією, а не турбулентними потоками в атмосфері; по-друге, космічний телескоп міг би вести спостереження в інфрачервоному ультрафіолетовому, рентгенівському та гамма діапазонах, в яких випромінювання поглинається земною атмосферою.

Космічна астрономія стала розвиватися після Другої світової війни. У 1946 році вперше був отриманий ультрафіолетовий спектр Сонця. У другій же половині XX ст. здійснилися слова Костянтина Ціолковського: «Лише з моменту застосування реактивних приладів розпочнеться нова велика ера в астрономії: ера уважного вивчення неба».

В жовтні 1959 р. землянам вперше вдалося побачити зображення зворотнього боку Місяця («Луна-3», СРСР).

В 1962 р. Великобританією був запущений орбітальний телескоп «Аріель» для досліджень Сонця. В 1966 р. НАСА запустила в космос першу орбітальну обсерваторію ОАО-1 (англ. Orbiting Astronomical Observatory). Місія не увінчалася успіхом, через відмову акумуляторів через три дні після старту. У 1968 році була запущена ОАО-2, яка проводила спостереження ультрафіолетового випромінювання зір і галактик аж до 1972 року, значно перевищивши розрахунковий термін експлуатації в 1 рік.

В 1967 р. американська космічна обсерваторія OSO-3 виявила гамма-випромінювання нашої Галактики, а в 1975-1982 рр. європейський супутник COS-B склав першу гамма-променеву карту Чумацького Шляху. Протягом 70-80 років XX ст. на навколоземній орбіті працювало кілька десятків штучних супутників Землі та орбітальних космічних станцій, що використовувались для проведення астрономічних досліджень у різних спектральних діапазонах.

Місії ОАО та OSO продемонстрували можливості орбітальних телескопів. Тому НАСА в 70-90 рр. спроектувала та побудувала чотири великі космічні обсерваторії, кожна з яких досліджувала Всесвіт у певній частині спектра.

**На даному етапі розвитку науки здійснюються дослідження космічного простору такими космічними обсерваторіями:**

Першою ж великою обсерваторією для спостережень в видимому та ближньому ультрафіолетовому діапазонах став космічний телескоп «Габбл», запущений на навколоземну орбіту космічним шаттлом «Дискавері» в квітні 1990 р. Телескоп був названий на честь відомого американського астронома Едвіна Габбла, який усе своє життя присвятив вивченню галактик.



**Рис.1. Телескоп «Габбл».**

У лютому 1997 р. до телескопа знову стартував космічний корабель «Дискавері». Цього разу були знову замінені деякі електронні блоки, встановлений спектрограф і нова ІЧ-камера, за допомогою якої почався пошук планет у найближчих зір.



**Рис.2. Телескоп «Габбл» після сервісного обслуговування 1997 року.**

Телескоп «Габбл», виявився неймовірно дорогим, але проте дуже ефективно працюючим астрономічним інструментом. Кутовий дозвіл телескопа вийшов краще 0,1", що на порядок вище, ніж у наземних оптичних інструментів (під таким кутом, наприклад, буде видна муха з відстані близько 20 км). За допомогою цього телескопа вдалося побачити й досліджувати такі дрібні деталі різних астрономічних об'єктів, які раніше були недоступні телескопам.

Матеріали, отримані за допомогою телескопа «Габбл», дозволили астрономам зробити величезну кількість відкриттів, продовжити вивчення віддалених галактик, отримати додаткові дані про планети за межами Сонячної системи та багато іншого. Кращі фотографії космосу, зняті телескопом «Габбл», — це туманності фантастичної краси, неймовірно вражаюча загибель зір і зіткнення галактик розміщено на сайті <http://www.spacetelescope.org/extras/calendars/archive/year/2013/> та [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/hubble/main/index.html#.Ui22z99oFc1](http://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html#.Ui22z99oFc1).



**Рис.3. Сторінка порталу NASA.**

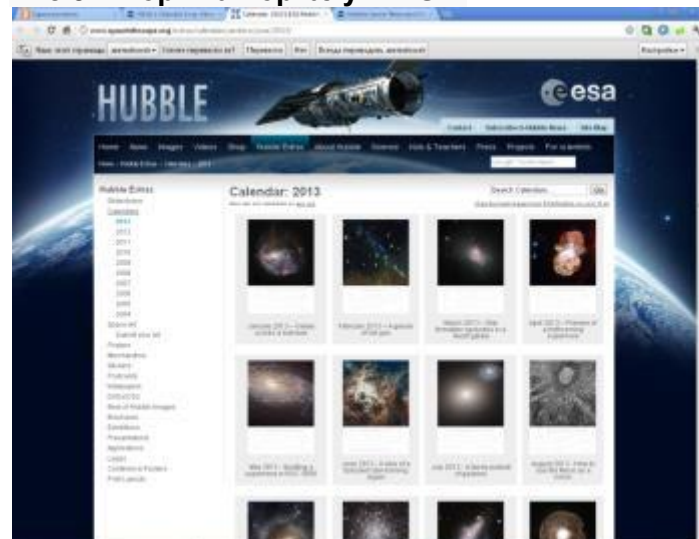


Рис.4. Сторінка порталу [spacetelescope](http://spacetelescope.org).



Рис.5. Фотографії космосу зроблені телескопом «Габбл».

Найбільш значимі результати, отримані телескопом «Габбл»:

- За допомогою вимірювання відстаней до цефеїд в Скупченні Діви було уточнено значення постійної Габбла.
- Вперше отримано карти поверхні Плутона і Еріди.
- Вперше спостерігалися ультрафіолетові полярні сяйва на Сатурні, Юпітері і Ганімеді.
- Отримано додаткові дані про планети поза сонячною системою, зокрема, спектрометричні.
- Знайдена велика кількість протопланетних дисків навколо зір в Туманності Оріона.

- Доведено, що процес формування планет відбувається у більшості зір нашої Галактики.
- Частково підтверджена теорія про надмасивні чорні діри в центрах галактик, на основі спостережень висунута гіпотеза, що зв'язує масу чорних дір і властивості галактики.
- За наслідками спостережень квазарів отримана сучасна космологічна модель: Всесвіт розширюється з прискоренням і заповнений темною енергією, уточнений вік Всесвіту — 13,7 млрд. років.
- Виявлена наявність еквівалентів гамма-спалахів в оптичному діапазоні.
- В 1995 «Габбл» провів дослідження ділянки неба (Hubble Deep Field) розміром в одну тридцятимільйонну площі небесної сфери, що містить декілька тисяч галактик. Порівняння цієї ділянки з іншим, розташованим в іншій частині неба (Hubble South Deep Field), підтвердило гіпотезу про ізотропність Всесвіту.
- У 2004 була сфотографована ділянка неба (Hubble Ultra Deep Field) з ефективною витримкою близько  $10^6$ с (11,3 діб), що дозволило продовжити вивчення віддалених галактик аж до епохи утворення перших зір. Вперше були отримані зображення протогалактик, перших згустків матерії, які сформувалися менш ніж через мільярд років після Великого Вибуху.

Отримані чіткі зображення планет Сонячної системи, які раніше можна було зробити тільки за допомогою міжпланетних станцій. Так, удалося простежити за сезонними змінами вигляду полярної шапки Марса і всієї поверхні цієї планети, за виверженням вулкана на супутнику Юпітера Іо, за падінням на Юпітер комети. Вперше вчені змогли побачити деталі поверхні Плутона. Надзвичайно корисний матеріал отриманий по яскравій кометі Хейла - Боппа: астрономи стежили за тим, як у комети в міру наближення до Сонця формується хвіст, як відбуваються вибухоподібні викиди пилу з поверхні її ядра. Це дало неоціненний матеріал про будову і природу комети.

Учені побачили дрібні деталі міжзоряних газових туманностей, виявили протопланетні диски, що оточують молоді зорі, струмені газу, що викидають зорі, що формуються, нові типи планетарних туманностей зі складною структурою газових волокон.

Удалося заглянути в самі щільні центральні частини кульових зоряних скупчень і галактик, одержати вагомі дані про існування в ядрах багатьох галактик невидимих об'єктів з масою в сотні мільйонів і мільярди мас Сонця (очевидно, чорних дір).

Удалося знайти і дослідити пульсуючі зорі - цефеїди - у далеких галактиках і по них оцінити відстань до цих зоряних систем, уточнивши тим самим всю шкалу міжгалактичних відстаней.

Виявилося можливим детально досліджувати в деяких галактиках дуже важкі для спостережень навколоядерні зорегазові диски розмірами порядку тисячі світлового року і навіть спостерігати в них окремі молоді зоряні скупчення.

У рамках спеціально розробленої програми «Глибоке поле», націленої на дослідження особливо далеких галактик, на телескопі отримані зображення гранично слабких об'єктів - до 30-й зоряної величини. Більшість із них є

галактиками, які ми спостерігаємо в епоху ранньої молодості. Їхнє порівняння з сучасними галактиками значно просунуло наше розуміння того, як мільярди років тому формувалися зоряні системи.

Передбачається, що «Габбл» закінчить свою роботу в 2014 році. Але вже зараз учені піклуються про гідну заміну. «Габбл» не просто робить фотографії космосу, він виводить нашу уяву за межі Земного світу, відкриває перед нами цілий Всесвіт. (Див. [http://www.youtube.com/watch?v=k-J0yn\\_ry1E](http://www.youtube.com/watch?v=k-J0yn_ry1E)).

**Гамма-обсерваторії.** Другою великою космічною обсерваторією стала гамма-обсерваторія ім. Комптона, названа в честь Нобелівського лауреата з фізики Артура Компотна. Запущена 5 квітня 1991 р. на борту космічного човника «Атлантис». З її допомогою вперше проводився огляд всього неба в гамма-променях, а також спостереження Сонця, квазарів, пульсарів, наднових зір, чорних дір. За десять років роботи обсерваторія «Комптон» виявила більше 400 джерел космічного гамма-випромінювання, в 10 разів більше, ніж було відомо до його запуску. Вона також зареєструвала більше 2,5 тис. гамма-спалахів, тоді як раніше було зафіксовано тільки біля 300.

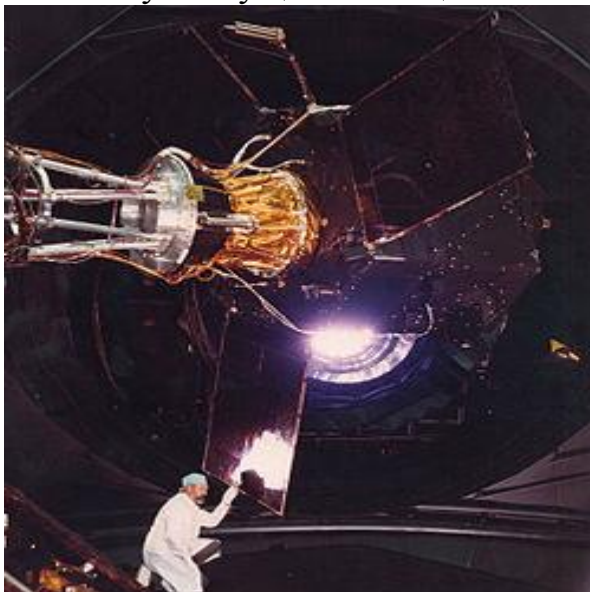


**Рис.6. Гамма-обсерваторія ім. Комптона.**

Гамма-випромінювання тісно межує з рентгенівським, тому для його реєстрації використовують схожі методи. Дуже часто на телескопах, що запускають на навколоземні орбіти, досліджують одночасно рентгенівські, і гамма-джерела. Однак процеси, що породжують гамма-випромінювання, можуть істотно відрізнятися від тих, що ведуть до виникнення рентгенівських квантів. Гамма-промені доносять до нас інформацію про процеси, що відбуваються усередині атомних ядер, і про перетворення елементарних частинок у космосі.

Перші спостереження космічних гамма-джерел були засекречені. Наприкінці 60-х - початку 70-х рр. США запустили чотири військові супутники серії «Вела». Апаратура цих супутників розроблялася для виявлення сплесків рентгенівського і гамма-випромінювання, що виникають під час ядерних вибухів. Однак виявилось, що більшість із зареєстрованих сплесків не пов'язані з військовими випробуваннями, а їхні джерела розташовані не на Землі, а в космосі. Так було відкрито одне із самих загадкових явищ у Всесвіті - гамма-спалах, що представляє собою однократні потужні спалахи випромінювання. Хоча перші космічні гамма-спалахи були зафіксовані ще в 1969 р., інформацію про них опублікували тільки через чотири роки.

Загальна кількість космічних обсерваторій перевищує вже кілька десятків. Зрозуміло, що в короткій статті не можна розповісти про всі з них. І все-таки не можна не згадати ще про один досить успішний проект. З метою проведення позаатмосферних астрометричних спостережень у серпні 1989 р. у космос був запущений спеціалізований супутник «Гіппаркос».



**Рис.7. Спеціалізований супутник «Гіппаркос».**

У ході спостережень він, зокрема, виміряв координати понад 118 тис. зір з точністю до тисячних частинок кутової секунди і визначив положення і колірні характеристики біля мільйона зір. (Докладніше про цього супутника можна прочитати в статті «Де перебувають і куди рухаються світила») та на сайтах <http://www.nasa.gov/>, <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81> та <http://elementy.ru/posters/spectrum/gamma>.

**Рентгенівські обсерваторії.** Третя велика космічна обсерваторія для дослідження Всесвіту в рентгенівському діапазоні була виведена на орбіту в 1999 р. Інформація, отримана цією орбітальною обсерваторією, свідчить що у Всесвіті існує не менше 300 млн. чорних дір. «Чандра» вперше зафіксував процес руйнації звичайної зорі, яка дуже близько підійшла до чорної діри. А в 2004 році він вперше зареєстрував потужні рентгенівські джерела, які можуть бути чорними дірами нового типу з масою в кілька сотень сонячних.

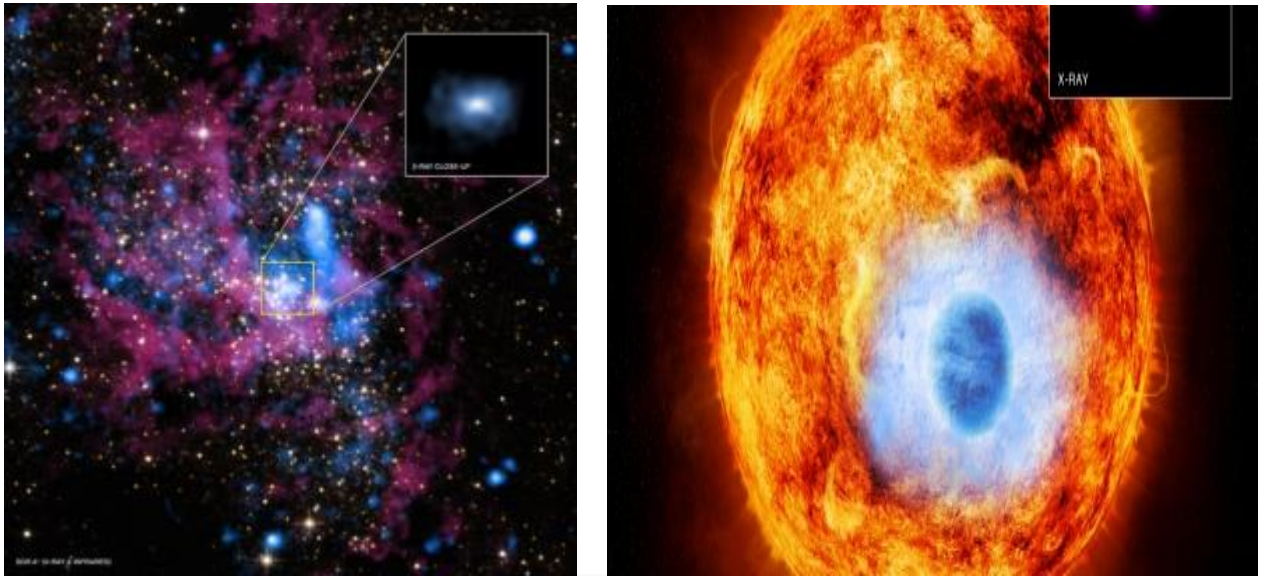
Докладніше про цей супутник можна прочитати на сайті [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/chandra/main/index.html#.Uimx5N9oFc1](http://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/main/index.html#.Uimx5N9oFc1).



Рис.8. Сторінка порталу NASA.



Рис.9. Телескоп «Чандра».



**Рис.10. Фотографії космосу зроблені телескопом «Чандра».**

Рентгенівські промені доносять до нас інформацію про потужні космічні процеси, пов'язаних з екстремальними фізичними умовами. Висока енергія рентгенівських і гамма-квантів дозволяє реєструвати їх «поштучно», з точною вказівкою часу реєстрації. Детектори рентгенівського випромінювання відносно легкі у виготовленні й мають невелику вагу. Тому вони використовуються для спостережень у верхніх шарах атмосфери та за її межами за допомогою висотних ракет ще до перших запусків штучних супутників Землі. Рентгенівські телескопи встановлювалися на багатьох орбітальних станціях і міжпланетних космічних кораблях. Усього в навколоземному просторі побувало біля сотні таких телескопів.

Спостереження космічного рентгенівського випромінювання почалися в Сполучених Штатах Америки відразу ж після закінчення Другої світової війни. У той час для реєстрації рентгенівських квантів використалися звичайні лічильники Гейгера, встановлені на трофейних німецьких ракетах «Фау-2». В 1949 р. одна із цих ракет уперше вловила рентгенівське випромінювання від найближчого до нас джерела - Сонця, а в 1962 р. було виявлене перше джерело за межами Сонячної системи. Точність приладів на ракетах була невисока, але вчених тоді цікавили не стільки характеристики космічних рентгенівських джерел, скільки сам факт їхнього існування.

В 1970 р. на навколоземну орбіту вийшов супутник «**UHURU**» (Ухуру) (США), призначений для пошуку рентгенівських джерел по всьому небу. Із цього часу рентгенівська астрономія перетворилася в повноправну галузь науки про Всесвіт, а точність виміру потоків рентгенівського випромінювання наблизилася до точності спостережень в інших діапазонах спектра. «**UHURU**» зареєстрував багато рентгенівських джерел різної природи. Деякі його відкриття стали основними. Наприклад, він виявив короткохвильове випромінювання від подвійної зорі Геркулес X-1. Це дозволило припустити, що принаймні частина такого випромінювання викликана явищами перетікання речовини із зорі на зорю в тісних подвійних системах. Крім того, супутник зареєстрував рентгенівське випромінювання, що приходить із міжгалактичного простору в скупченнях галактик. Це довело, що галактики занурені в розріджений і дуже гарячий газ. Нарешті одне з невидимих джерел, виявлених «**UHURU**» - Лебідь X-1 - виявився пов'язаним з об'єктом, що має

занадто більшу масу, щоб бути нейтронною зорею. Це дозволило вважати його першим кандидатом у чорні діри.

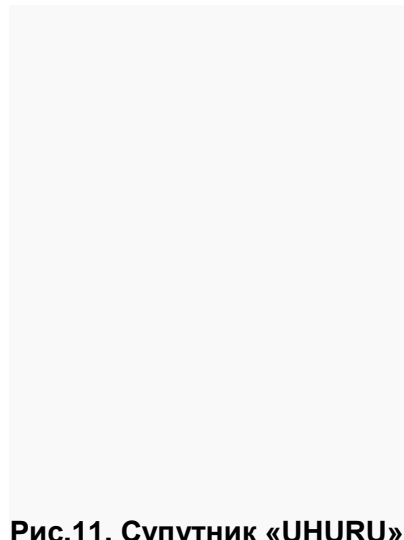


Рис.11. Супутник «UHURU».

У міру вдосконалювання техніки на орбіту піднімалися усе більш складні і різноманітні прилади. З їхньою допомогою були докладно вивчені об'єкти, виявлені на «UHURU» і зроблені нові відкриття.

У листопаді 1978 р. ракета-носіє «Атлас» підняла в космічний простір рентгенівську обсерваторію «Ейнштейн», чутливість якої в 10 тис. раз перевищувала чутливість телескопа «UHURU». Спостереження на цій обсерваторії показали, що майже кожна зоря завдяки гарячій газовій короні є джерелом рентгенівського випромінювання, подібного сонячному. Уперше в цьому діапазоні спостерігалися залишки спалахів наднових - скинуті зорями оболонки, що розширюються, заповненим гарячим газом. «Ейнштейн» зареєстрував випромінювання багатьох зоряних скупчень, галактик і квазарів. Виявилося, що рентгенівське випромінювання у Всесвіті - явище таке ж звичайне, як і випромінювання оптичного діапазону.

В 80-і роки стартували нові рентгенівські телескопи на японських супутниках «Тенма» і «Гінга», радянський «Астрон», «Кванті» та «Гранаті», європейському супутнику EXOSAT. В 90-і роки до них приєдналися спільна американо-європейська обсерваторія ROSAT і японський супутник ASCA.

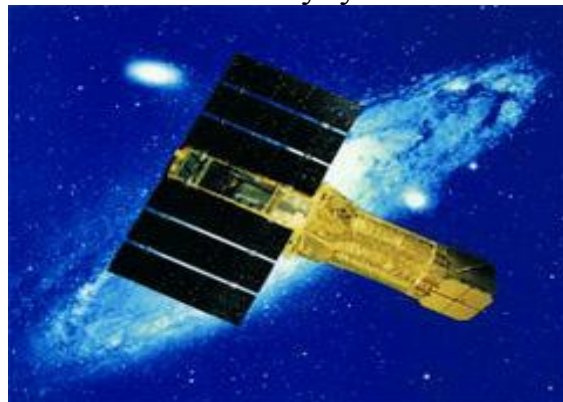


Рис.12. Телескопи «Тенма» та ASCA.

**Інфрачервоні обсерваторії.** Для проведення інфрачервоних спостережень у космос доводиться відправляти досить великий вантаж: сам телескоп, пристрої для обробки й передачі інформації і, нарешті, охолоджувач, що повинен уберегти ІЧ-приймач від фонового випромінювання - інфрачервоних квантів, що випускає сам телескоп. Тому за всю історію космічних польотів у

космосі працювало дуже мало інфрачервоних телескопів. Перша інфрачервона обсерваторія була запущена в січні 1983 р. у рамках спільного американо-європейського проекту IRAS.



**Рис.13. Інфрачервона обсерваторія IRAS.**



До складу комплексу IRAS входив телескоп-рефлектор з діаметром дзеркала 57 см. Детектори реєстрували ІЧ-випромінювання з довжинами хвиль 12, 25, 60 й 100 мкм. Щоб зменшити вплив фонового випромінювання, інструмент проохолоджувався рідким гелієм, що мав температуру всього 2,4К. Супутник проробив на орбіті 10 місяців і відключився після вичерпання запасів охолоджувача. Через особливості орбіти IRAS передавав дані спостережень на Землю двічі в день; під час цих же сеансів зв'язку він одержував нові завдання і знову на півдня відключався.

Головним завданням телескопа IRAS були пошуки джерел довгохвильового ІЧ-випромінювання, складання карт неба в інфрачервоному діапазоні. На це приділялося 60% часу спостережень. IRAS здійснив спостереження близько 250 тис. джерел інфрачервоного випромінювання. На телескопі IRAS уперше були відкриті тисячі галактик з потужним інфрачервоним випромінюванням, у тому числі такі, які в ІЧ-діапазоні випромінюють більше енергії, чим у всіх інших областях спектра. Це випромінювання в основному пов'язане з міжзоряним пилом нагрітим недавно утвореними зорями. IRAS дозволив докладніше вивчити властивості пилових частинок і у нашій Галактиці. Інтерес до інфрачервоних джерел у газопилових хмарах пов'язаний з тим, що саме ці хмари, по сучасних даних, є «зоряними яслами». Тільки, що народжена зоря, оточена газовою хмариною, не видна із Землі, тому що її випромінювання повністю поглинається пилом. При цьому пил нагрівається і починає світитися сам, але на відміну від зорі не у видимому, а в інфрачервоному діапазоні. По характеру випромінювання пилу можна судити про властивості зорі, що ховається в надрах хмари. IRAS виявив безліч таких прото-зоряних об'єктів. З його допомогою були відкриті пилові хмари і навколо багатьох відомих зір. Зокрема, пиловий диск був виявлений у Веги, однієї із самих яскравих зір неба.

Багато відкриттів цього телескопа пов'язані із Сонячною системою. За шість останніх місяців спостережень він виявив шість нових астероїдів, дозволив прояснити природу пилових поясів між орбітами Марса і Юпітера. Його спостереження пролили світло на зміст пилу в кометах.

У листопаді 1989 р. на орбіту вийшов спеціалізований ІЧ-телескоп СОВІ, призначений для досліджень реліктового випромінювання, що збереглося з часу Великого Вибуху й мало температуру 2,7 К. Дослідження цього випромінювання дозволили одержати інформацію про самий початок розвитку Всесвіту, про перші галактики та зорі.

У листопаді 1995 р. Європейським космічним агентством здійснений запуск на навколоземну орбіту інфрачервоної обсерваторії ISO. На ній розміщено телескоп з таким же діаметром дзеркала, як і на IRAS, але для реєстрації випромінювання використовуються більше чутливі детектори. Спостереженням ISO доступний більш широкий діапазон інфрачервоного спектра. У даний час розробляються ще кілька проектів космічних інфрачервоних телескопів, які будуть запуснені в найближчі роки.

**Ультрафіолетові обсерваторії.** Ультрафіолетове випромінювання Сонця і зір практично повністю поглинається озоновим шаром нашої атмосфери, тому ультрафіолетові кванти можна реєструвати тільки у верхніх шарах атмосфери і за її межами.

Інтерес астрономів до ультрафіолетового випромінювання обумовлений тим, що саме в цьому діапазоні випромінює найпоширеніша молекула у Всесвіті - молекула водню.

У перше ультрафіолетовий телескоп-рефлектор і спеціальний ультрафіолетовий спектрометр виведені в космос на спільному американо-європейському супутнику «Коперник», запущеному в серпні 1972 р. Спостереження на ньому проводилися до 1981 р.

Найбільш знаменитий інший ультрафіолетовий супутник - IUE, що, без сумніву, можна вважати одним із самих удалих космічних проектів. Супутник IUE вийшов на орбіту в січні 1978 р. і почав свої багаторічні спостереження. На ньому були встановлені дзеркальний телескоп (діаметр дзеркала 45 см) і два спектрографи.

На супутнику IUE проводилися спостереження найрізноманітніших об'єктів: від комет і планет до далеких галактик. Про ці спостереження написано кілька книг, опубліковано близько 3 тис. статей у наукових журналах, проведено більше десяти великих наукових конференцій.

Вітчизняний рекорд тривалості роботи космічної обсерваторії на орбіті також належить ультрафіолетовому телескопу. Супутник «Астрон» покинув Землю в березні 1983 р. Передбачалося, що він проведе на орбіті один рік. ультрафіолетові спостереження проводилися на телескопі-рефлекторі «Спіка» з діаметром дзеркала 80 см і на ультрафіолетовому спектрометрі. Телескоп припинив спостереження лише в червні 1989 р., набагато перевищивши очікуваний час роботи.

На ультрафіолетовій обсерваторії «Астрон» проводилися дослідження зір, у тому числі з незвичайним хімічним складом, нових і наднових зір, зокрема знаменитої наднової 1987 р. у Великій Магеллановій Хмарі, інших галактик, газових туманностей і комет.



Рис.14. Ультрафіолетова обсерваторія «Астрон».

Необхідно згадати про **орбітальний телескоп «Кеплер»** (англ. *Kepler*) — космічний телескоп НАСА, призначений для пошуків екзопланет. Названий на честь Йоганна Кеплера (1571—1630), німецького філософа, математика, астронома, астролога і оптика.

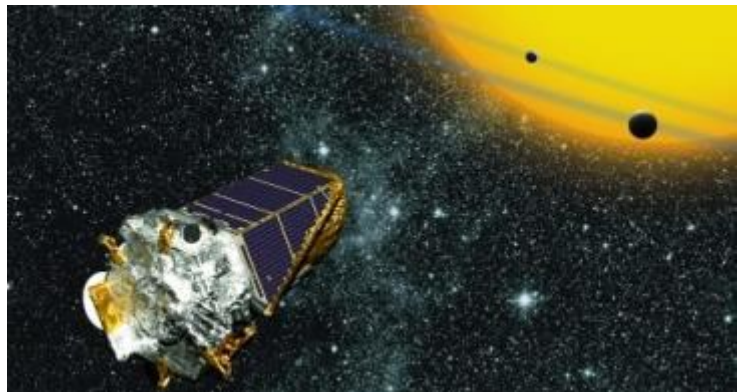
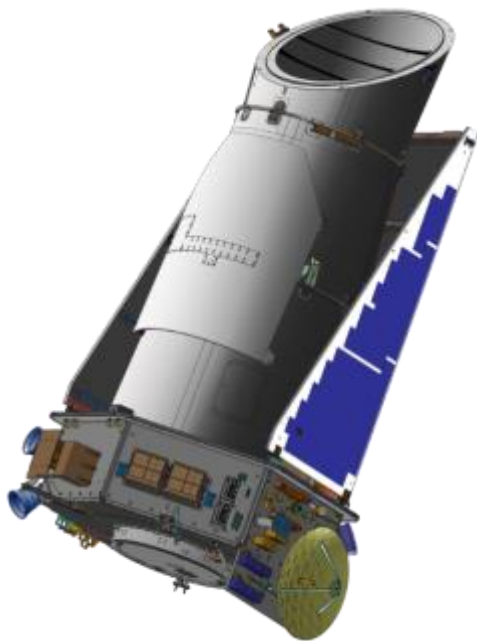


Рис.15. Орбітальний телескоп «Кеплер».

Телескоп був запущений 7 березня 2009 з космодрому на мисі Канаверал в штаті Флоріда. На орбіту апарат вивела ракета-носій Delta II.

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 відокремила і Кеплер почав спостереження ділянки Чумацького шляху.

Місія «Кеплер» планувалась на три з половиною роки. Весь цей час він повинен спостерігати близько 100 тисяч схожих на Сонце зір, навколо яких можуть обертатися екзопланети. Апарат шукає планети, що розташовані поза Сонячною системою, за допомогою транзитного методу. (Коли планета проходить диском своєї зорі, вона закриває від спостерігача частину її

випромінювання. Аналізуючи коливання яскравості світил, астрономи можуть не тільки знаходити планети, але також приблизно оцінювати їх 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 зорями. Телескоп "Габбл", наприклад, позбавлений цієї переваги.

На момент запуску астрономами було виявлено близько 350 екзопланет, а станом на 22 грудня 2011 року 716 екзопланет в 584 планетних системах. 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 і меншого розміру, придатні для життя.



[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/kepler/main/index.html#.Ui22Lt9oFc0](http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html#.Ui22Lt9oFc0)

Наступним кроком позаатмосферної астрономії може стати реалізація проектів побудови космічних телескопів діаметром до 8 метрів і навіть більшими, а також створення астрономічних обсерваторій на Місяці, які будуть додавати все нові цеглинки в космологічну картину Всесвіту.

**IV. Узагальнення і систематизація знань.** Рекомендовані сайти для перегляду відео:

<http://www.youtube.com/watch?v=Csg0DaG4KqU&list=PLApGZ02xWXCQtHCf1a76EGZdKPYCfeZPx>,

<http://www.youtube.com/watch?v=vrDI-snryZo>,

<http://www.youtube.com/watch?v=btyN62T3dq8>,

[http://www.youtube.com/watch?v=k-J0yn\\_ry1E](http://www.youtube.com/watch?v=k-J0yn_ry1E),

<http://www.youtube.com/watch?v=KFF159Kmy20>,

<http://www.youtube.com/watch?v=gdsbOFyGdBY>,

[http://www.youtube.com/watch?v=Eg2MgBtG1\\_8&list=PL063A7347451079CE](http://www.youtube.com/watch?v=Eg2MgBtG1_8&list=PL063A7347451079CE),

<http://www.youtube.com/watch?v=3xl7GpV405g>.

**V. Підведення підсумків уроку, пошук інформації в Інтернеті.**

Рекомендовані сайти для перегляду: <http://www.nasa.gov/>,

[http://www.planet.org.ua/astronomy/site\\_collection/collection\\_observatories.html](http://www.planet.org.ua/astronomy/site_collection/collection_observatories.html)

[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0\\_\(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0_(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF)),

[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_colier/5802/%D0%92%D0%9D%D0%95%D0%90%D0%A2%D0%9C%D0%9E%D0%A1%D0%A4%D0%95%D0%A0%D0%9D%D0%90%D0%AF](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/5802/%D0%92%D0%9D%D0%95%D0%90%D0%A2%D0%9C%D0%9E%D0%A1%D0%A4%D0%95%D0%A0%D0%9D%D0%90%D0%AF),  
<http://www.spacetelescope.org/extras/calendars/archive/year/2013/>,  
<http://elementy.ru/posters/spectrum/gamma>,  
<http://starbolls.narod.ru/index.files/9n.htm>,  
[http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/tehnologiya\\_i\\_promyshlennost/VNE\\_ATMOSFERNAYA\\_ASTRONOMIYA.html?page=0,2](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/VNE_ATMOSFERNAYA_ASTRONOMIYA.html?page=0,2),  
<http://www.laspace.ru/rus/astrofiz32.php>.

#### **VI. Повідомлення домашнього завдання, аргументація оцінок.**

Дослідити сучасні джерела інформації, зібрати та опрацювати матеріал про існуючі космічні обсерваторії.

#### **Література:**

1. Астрономічний енциклопедичний словник / За загальною редакцією І.А. Климишина та А.О.Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с.
2. Веб-сайт «Астроосвіта» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://astroosvita.kiev.ua/> – (Сайт астрономічної освіти)
3. Веб-сайт «Астрономічна обсерваторія» [ Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.observe.univ.kiev.ua> – (Сайт Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка)
4. Веб-сайт «Астрономические новости NASA на русском языке. Новости космоса.» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://www.nasa.gov/> – (Сайт астрономічних новин)
5. Веб-сайт «Астрофизика высоких энергий» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hea.iki.rssi.ru/ru/index.php/> – (Сайт відділу Астрофізики високих енергій)
6. Веб-сайт «Космического телескопа ГАББЛА» [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.spacetelescope.org/extras/calendars/archive/> (Сайт космічного телескопа)
7. Веб-сайт «Кафедра астрономії та фізики космосу» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://space.univ.kiev.ua/viewpage.php?page\\_id=1/](http://space.univ.kiev.ua/viewpage.php?page_id=1/) – (Кафедра астрономії та фізики космосу, Фізичний факультет, Київський національний університет імені Тараса Шевченка)
8. Веб-сайт «Енциклопедія позасонячних планет» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ( <http://exoplanet.eu/> )- (Сайт «Енциклопедія позасонячних планет»)
9. Прянишников В.И. Занимательная астрономия в школе (Пособие для учителей.) / В.И. Прянишников . –М.: Просвещение, 1970. –127 с.
10. Чурюмов К.И., Пугач А.Ф. Небо без чудес/ К.И. Чурюмов, А.Ф. Пугач. – К.: Издательство политической литературы Украины, 1987.-120с.
11. Ксанфомаліті Л.В., Чурюмов К.І. Планети біля інших зір. Журнал «Наше Небо» 2009,- 1, с.24-28.
12. Ксанфомаліті Л.В., Чурюмов К.І. Планети біля інших зір-2. Журнал «Наше Небо» 2011,- 1, с.22-26.