

ПРАКТИЧНА РОБОТА З АСТРОНОМІЇ НА ТЕМУ: «ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНОЇ МІСІЇ «РОЗЕТТА» ЧЕРЕЗ МЕРЕЖУ ІНТЕРНЕТ»

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

Мета дослідження: за результатами дослідження наукових космічних лабораторій, провідних науковців та астрономічних інститутів дізнатися більше про місію «Розетта» через мережу Інтернет.

Теоретичні відомості.

Космічний апарат «Розетта» стартував 2 березня 2004 року з космодрому Куру (Французька Гвіана) у напрямку до ядра короткоперіодичної комети Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko).

Символічна назва місії «Розетта» і полягає у тому, що ядро комети Чурюмова-Герасименко після посадки на нього посадкового модуля, що доставить космічний апарат «Розетта», зіграв своєрідну роль «розетського» каменю для з'ясування таємниць крижаних кометних ядер – носіїв загадкової реліктової речовини Сонячної системи, а від них - прямий шлях до вирішення фундаментальної проблеми космогонії Сонячної системи й походження життя на Землі.

З моменту відкриття ця комета вже поверталася до Землі 7 разів. Перед її сьомою появою поблизу Сонця до комети відправлений космічний апарат «Rosetta», що досягне її ядра в 2014 році. І разом з ним комета пройде перигелій у восьмий раз в 2016 році.



Мал.1. Відкривачі комети 67P/Чурюмова-Герасименко в 1975 р. у Душанбе



Мал..2. Знімок комети 67Р отриманий К.Чурюмовим й І.Караченцевим за допомогою 6-м телескопа 13 січня 1983 р.

У лютому 2004 року відкривачі комети 67Р за запрошенням генерального директора Європейського космічного агентства Жана-Жака Дордена вилетіли з Парижа спеціальним рейсом (VIP flight №158) у Французьку Гвіану в Південну Америку на космодром Куру, де велися приготування до старту № 158 ракети Аріан 5 з Розеттою на борту.

2 березня 2004 року о 07:17:44 UTC із площадки ELA3 космодрому Куру у Французькій Гвіані успішно стартувала ракета-носіє Ariane-5G+ (це був 158 пуск ракети Аріан на космодромі КУРУ), що вивела в космос європейський міжпланетний зонд «Rosetta» (28169 / 2004 006A). Через 2 години 15 хвилин після старту відбулося успішне відділення КА «Розетта» від другого щабля ракети Аріан, розкрилися панелі сонячної батареї, після чого КА «Розетта» з посадковим модулем «Філі» вийшла на задану траєкторію польоту. Через кілька днів польоту, коли орбіта стабілізувалася, небесні механіки прорахували детальний сценарій місії, відповідно до якого Розетта для того, щоб з розрахунковою точністю наблизитися до ядра комети Чурюмова-Герасименко, повинна зробити три гравітаційних маневри поблизу Землі й один біля Марса.

Розетта, зробивши свій перший виток по навколосонячній орбіті, в березні 2005 р. повернулася до Землі, одержавши від неї перший гравітаційний імпульс, попрямувала навколо Сонця до Марса. У березні 2007 р. другий виток Розетти по вже злегка витягнутій навколосонячній орбіті завершився прольотом поблизу червоної планети на висоті 250 км, тому що саме на такій пролітній висоті над Марсом Розетта отримала від нього другий прискорювальний гравітаційний імпульс, що ще більше розтягнув навколосонячний орбітальний еліпс Розетти й відправив її до Землі. При прольоті поблизу Марса прилади Розетти провели детальне картографування поверхні Марса й інших досліджень. У листопаді 2007 р., пролітаючи поблизу Землі, Розетта одержала третій гравітаційний

імпульс на своєму третьому витку й попрямувала до Сонця по ще більш витягнутій еліптичній орбіті .



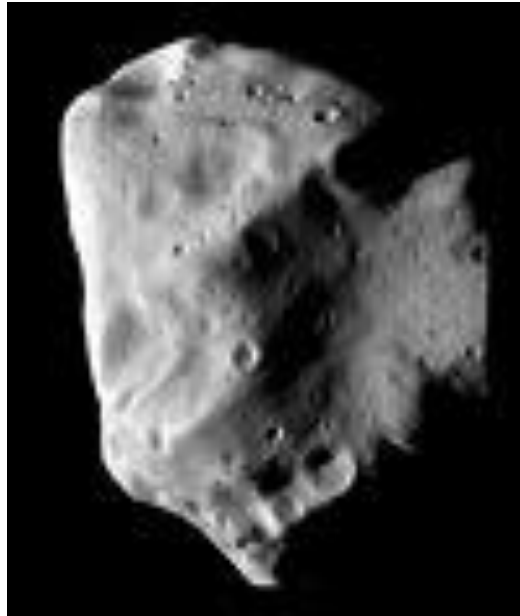
Мал.3. Клим Чурюмов і Світлана Герасименко на космодромі Куру на фоні ракети Аріан V з космічним апаратом «Розетта» перед її стартом

Обігнувши Сонце, Розетта 5 вересня 2008 року, перебуваючи в головному поясі астероїдів наблизилася на 850 кілометрів до астероїда Штейнс (№ 2867) і передала на Землю його зображення та інші наукові дані про нього. Ця мала планета 2867 була відкрита 4 листопада 1969 року Миколою Степановичем Чернихом у Криму й названа на честь відомого латиського астронома професора Карла Августовича Штейнса – фахівця з космогонії комет.



Мал.4. Астероїд Штейнс № 2867 5 вересня 2008 р. («Розетта»)

Повертаючись із пояса астероїдів до Сонця, «Розетта» в листопаді 2009 р. знову пролетіла поблизу Землі й, зробивши свій четвертий гравітаційний маневр, перейшла на остаточну орбіту польоту до комети Чурюмова-Герасименко. Обігнувши втретє Сонце, Розетта 10 липня 2010 року пролетіла поблизу великого астероїда Лютеції (№ 21) (за оцінкою із Землі діаметром 99 км), сфотографувавши його. Лютеція – астероїд неправильної форми розмірами 132x101x76 км. Астероїд 21 Лютецію відкрив 15 листопада 1852 року Г. Гольдшмидт.



Мал. 5. Астероїд Лютеція № 21 10 липня 2010 р. («Розетта»)

Після прольоту поблизу Лютеції всі прилади Розетти були переведені в «очікуваний» режим майже на 4 роки до підльоту до ядра комети Чурюмова-Герасименко. У травні 2014 року Розетта знизилася свою швидкість щодо ядра комети до 2 м/с, наблизилася до нього на відстань 25 км і перейшла на орбіту штучного супутника ядра комети Чурюмова-Герасименко. Всі прилади Розетти увімкнулися в повну готовність та почати систематичні дослідження ядра й навколоядерної області комети. У цей час було проведене повне й детальне картографування поверхні ядра комети, що дозволило вперше у світі побудувати детальний «глобус» ядра комети. Докладний аналіз рельєфу ядра комети дав можливість вибрати п'ять площадок на його поверхні для безпечної посадки модуля «Філі».

У листопаді 2014 було проведено найскладніший і найголовніший етап всієї місії «Розетта» – відділення від орбітального модуля зонда «Філі» і посадка його на одну з 5-ти обраних для цієї мети безпечних площин на ядрі комети. При цьому було включено двигун на Філі, що погасив швидкість зонда до величини менше 1 м/с. «Філі» здійснила м'яку посадку спершу на одну із трьох його ніжок, потім й на дві інші ніжки. При торканні другої ніжки із зонда висунулися два спеціальних гарпуни, які проникли в кометний ґрунт, закріпили модуль «Філі» на кометному ядрі й зробили його положення надійно стійким. Після закріплення «Філі» на кометному ядрі 10 приладів, встановлених на ньому за

командою із Землі, приступили до головного завдання місії – комплексного дослідження загадкової реліктової речовини кометного ядра й Сонячної системи.

«Філі» – це унікальний науковий контейнер масою близько 21 кг. На ньому встановлено 10 приладів, у тому числі спектрометр альфа променів, протонів і рентгенівських променів (APX) для дослідження елементного складу кометної речовини.

З модуля «Філі» наукові дані, отримані кожним з його 10-ти високоточних і чутливих приладів, були передані на орбітальний модуль «Розетти», а відтілля по телеметрії за допомогою радіотелескопа разом з даними, отриманими 11 приладами «Розетти», вся наукова інформація була передана на Землю.

Для живлення приладів космічної орбітальної лабораторії використовувалася сонячна батарея площею 32м². За допомогою 2-метрової антени радіотелескопа, встановленого на «Розетті», вперше в історії науки надходили в наукові лабораторії на Землі унікальні дані про реліктову речовину Сонячної системи. Багато вчених вважають, що це – експеримент тисячоліття, а за кількістю витрачених на нього засобів – біля півтора мільярда євро – це буде один з найбільш дорогих експериментів в історії науки. Поза всяким сумнівом – це найграндіозніша кометна місія, унікальний і захоплюючий експеримент в історії людської цивілізації, результати якої поповнили новими відкриттями золотий фонд світової науки.

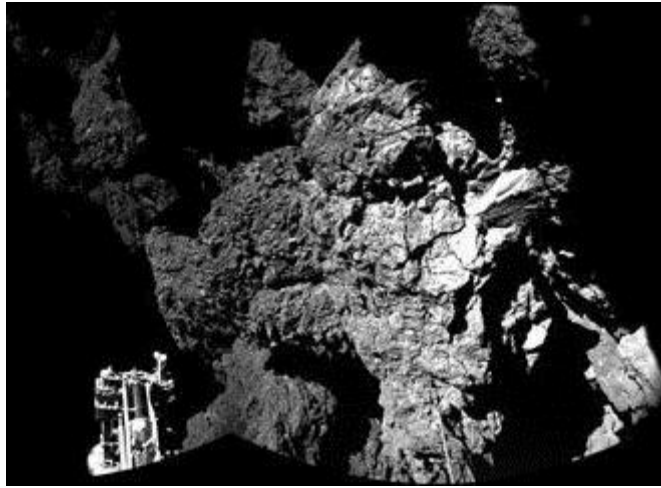
Учені одержали перші знімки, зроблені спускаємим модулем «Philae» європейського зонда «Rosetta», який здійснив посадку на поверхню ядра комети Чурюмова - Герасименко. Операція по висадженню «Philae» була зроблена на відстані більш ніж 500 млн. км від Землі. Таким чином, уперше в історії людства штучний зонд здійснив м'яку посадку на поверхню комети.

12 листопада 2014 року зонд «Philae» досяг ядра комети 67P/Чурюмова-Герасименко, відкритої 23 жовтня 1969 року киянами Климом Чурюмовим і Світланою Герасименко.

Зонд «Philae» має на своєму борті десять інструментів, необхідних для проведення досліджень ядра комети. За допомогою радіохвиль учені вивчили внутрішню структуру комети, а мікрокамери зробили з поверхні комети панорамні знімки. Також за допомогою свердла, встановленого на «Philae», учені взяли проби кометного ґрунту із глибини до 20 сантиметрів.

Місія «Rosetta» є найамбіційнішим проектом ЕКА. Дані, отримані з її допомогою, необхідні для пояснення процесів еволюції Сонячної системи й появи води на Землі. Основним організатором місії виступив ЕКА, а всього в її організації задіяно 50 компаній з 14 країн Європи й США.

Модуль "Філі" після 10 років космічних подорожей здійснив успішну м'яку посадку на комету 12 листопада, в 18:02 за київським часом. Перед цим, відстикований від космічного зонда "Розетта", він протягом семи годин поступово зближався з ядром комети, щоб о 18 год 02 хв. за київським часом сісти на обраний для цієї мети рівний майданчик.



Мал.6. Фото: ESA/Rosetta/Philae/CIVA

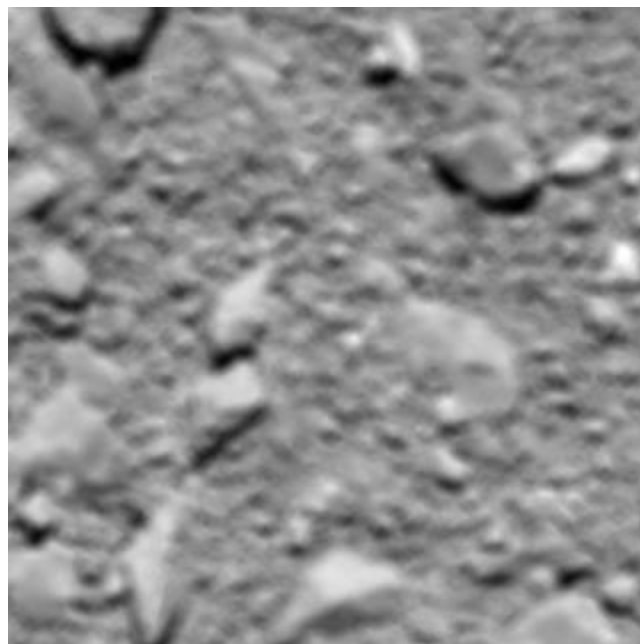
Оскільки в кометі практично немає власної сили тяжіння, посадка на неї була найскладнішим завданням, що вимагала не тільки точних розрахунків, але й певної частки везіння. Найменша помилка – і модуль просто відлетить від ядра, перетворившись у тимчасовий штучний супутник навколо ядра комети. «Філі» пощастило – він приземлився, щільно вбивши опори в поверхневий шар ядра.

Під час спуску ЕКА опублікувало перші зернисті зображення поверхні комети, передані після відділення модуля від «Розетти».

Після досягнення комети модуль «Філі» відразу ж приступив до наукових досліджень на кометі. Різноманітні інструменти розпочали вивчати фізичні й хімічні властивості поверхні, а бури витягувати зразки складу речовини комети для подальшого дослідження в його лабораторії.

Місія космічного апарата «Розетта» закінчилася. «Філі» залишилось на кометі Чурюмова-Герасименка. Вивчення цього небесного тіла, і було основною метою цієї місії Європейської космічної агенції. Біля комети «Розетта» провела останні два роки та надала людству надзвичайно важливу інформацію.

Європейське космічне агентство оприлюднило останні фото «Розетти» комети Чурюмова-Герасименка.



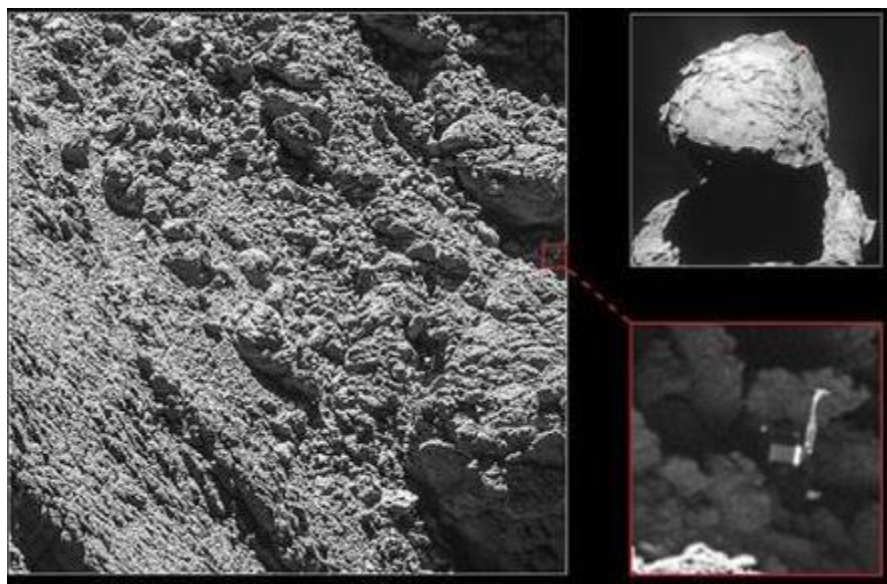
Мал.7. Фотознімок комети Чурюмова-Герасименко(ESA/Rosetta/Philae/DLR) з висоти 51 м.
<https://pbs.twimg.com/media/CtmaiDqXYAAyrY3.jpg>

Модуль незаплановано приземлився у надто темному місці. На початку вересня 2016 “Розетта” визначила точне місце перебування “Філи”, що дозволило краще зрозуміти знімки, які вдалося зробити модулю.



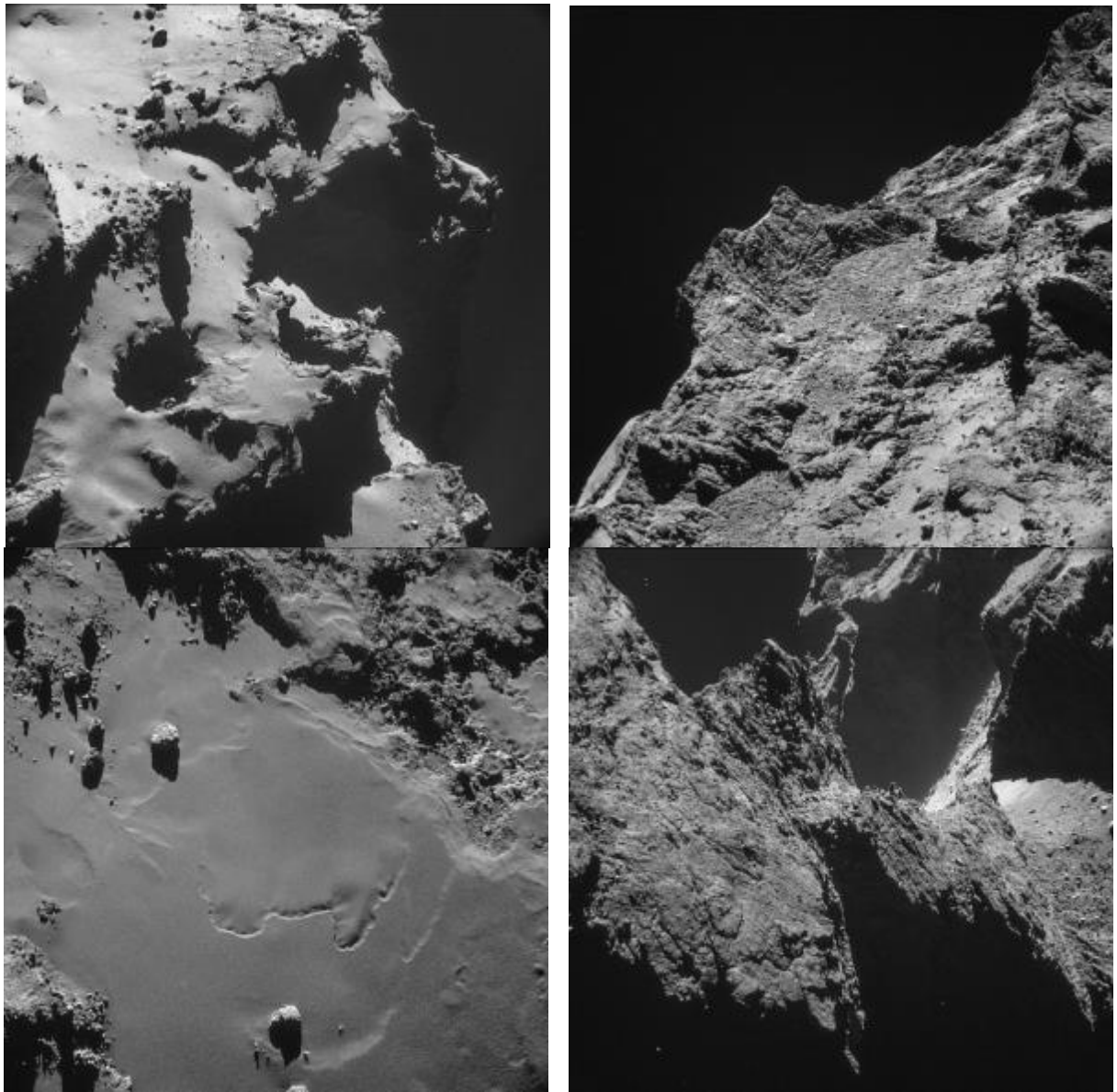
Мал.8. ESA/Rosetta/NavCam

Космічна місія була першою в історії “зустріччю” з кометою. Таким чином вона надавала науковцям унікальну інформацію. “Розетта” супроводжувала небесне тіло, коли воно оберталося навколо Сонця.



Мал.9. ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team; context:ESA/Rosetta/NavCam

Протягом своєї місії “Розетта” ніколи не наближалася до комети ближче ніж на 1,9 км. Під час зниження апарата на “довічне паркування” науковці отримали від “Розетти” корисну інформацію. Йдеться про детальні фотографії небесного тіла безпосередньо перед падінням апарата та зробити важливі наукові висновки з отриманих даних лабораторії «Філи».



Мал.10.Перші фотознімки комети Чурюмова-Герасименко(ESA/Rosetta/Philae/DLR)

«Мелодія» далекої комети. Сотні тисяч користувачів соціальних мереж бурхливо обговорюють «спів» комети Чурюмова-Герасименко, записаний космічним апаратом «Розетта» і розміщений на сайті Європейського космічного агентства.

Потрібно сказати, учені не менш здивовані почутим, ніж користувачі соцмережі. «Ми всі схвильовані, тому що це для нас велика новина. Ми не очікували нічого подібного й намагаємося зрозуміти фізичну природу цього явища», – зізнався глава кафедри космічної фізики й сенсорики Брауншвейгського технічного університету Карл-Хайнц Гласмайер.

Ця «пісня», як її називають між собою вчені, насправді була записана в діапазоні, не доступному людському вуху, і підсилена в 10 тисяч разів. Фахівці думають, що комета випускає в космос нейтральні частки, які зіштовхуються там із частками, що володіють високою енергією, і це викликає звучання [9].

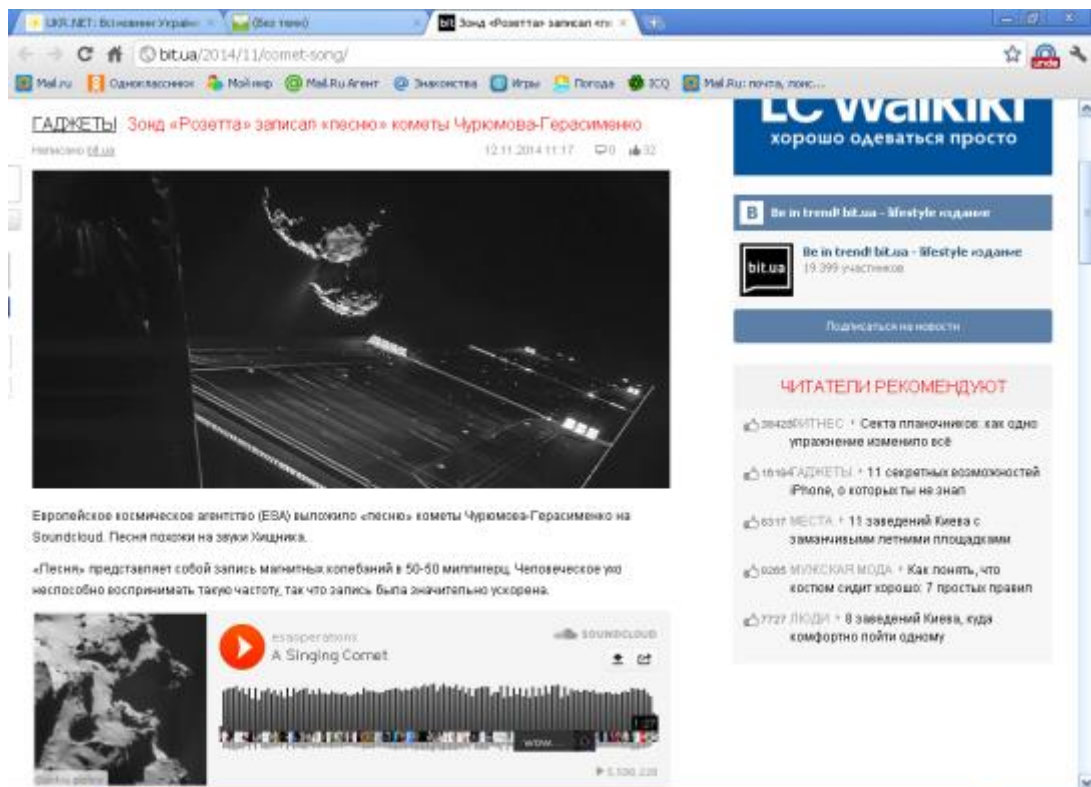
Коментар українського науковця Кліма Івановича Чурюмова: «Але імовірність таких зіткнень дуже мала, а музика звучить безперервно. На мій

погляд, це під дією сонячного вітру (сонячних протонів і електронів) коливаються магнітні силові лінії (своєрідні струни космічної української бандури) слабого магнітного поля, яке оточує ядро комети. Якщо трансформувати ці коливання магнітних силових ліній в звук у земній лабораторії, тоді ми і почуємо чудову космічну мелодію – пісню ядра комети 67P».

Однак точний фізичний механізм цих коливань залишається загадкою, вважають інші вчені.

Проаналізувавши ці звуки, ми прийшли до різних припущень : природа виникнення звуків – наслідок тертя кометних частинок, які виділяються з комети, що несеться з величезною швидкістю, маючи неправильну форму. Але звук можна почути тільки в якомусь середовищі – в земному повітрі або у воді. Біля комети зараз вакуум і ніякі звуки не розповсюджуються. Ми чуємо ці звуки у земних умовах, де чутливий прилад підсилив і перетворив якісь безшумні хвилі у звук.

Мелодію далекої комети ми досліджували з сайтів астрономічних порталів та українського сайту <http://bit.ua/2014/11/comet-song/>:



Мал.11. Web-сторінка сайту <http://bit.ua/2014/11/comet-song/>

Комета 67P/Чурюмова – Герасименко є короткоперіодичною кометою, яка має період обертання приблизно 6 років і 7 місяців. Комета складається з двох частин. Передбачається, що раніше вони були двома різними небесними тілами, а потім зіткнулися, утворивши одне. Дослідники розділили поверхню комети на дев'ятнадцять районів, які назвали на честь давньоєгипетських божеств. Також вчені підтвердили наявність водяного льоду на поверхні комети. Водяний лід був виявлений під зовнішньою оболонкою комети і в деяких регіонах на її поверхні.

Разом з тим, аналіз поверхні комети вказує на те, що вона складається з темної, сухої речовини з невеликою домішкою водяного льоду.

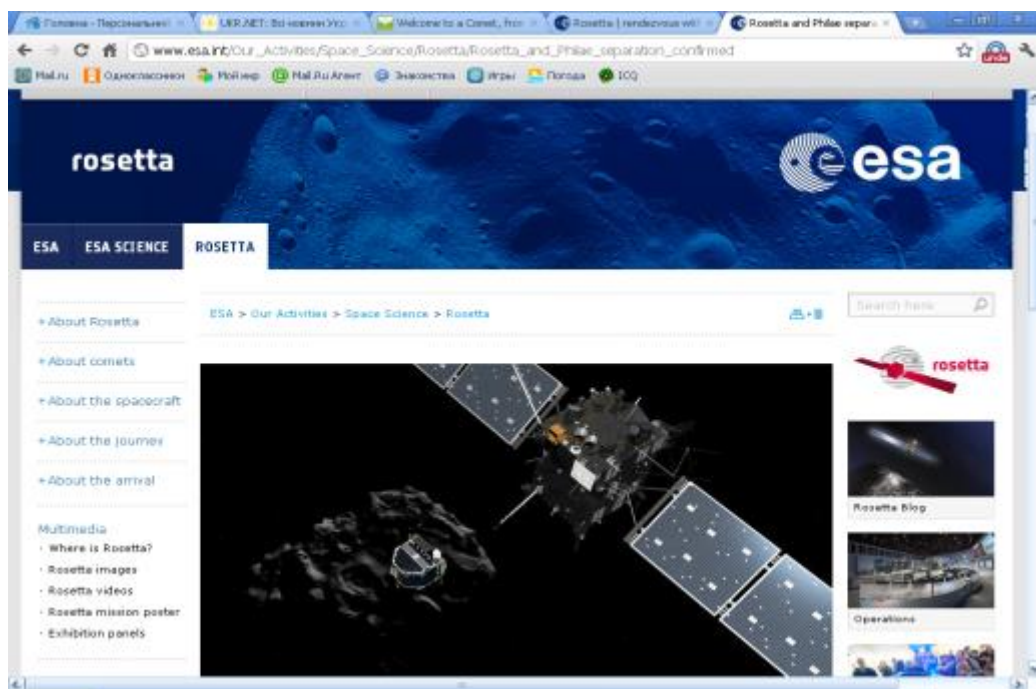
Залишки “Розетти” залишаться на кометі, забрати їх звідти неможливо. Крім того, комета Чурюмова-Герасименка віддаляється від Сонця, а отже сонячні батареї космічного апарата будуть розряджені.

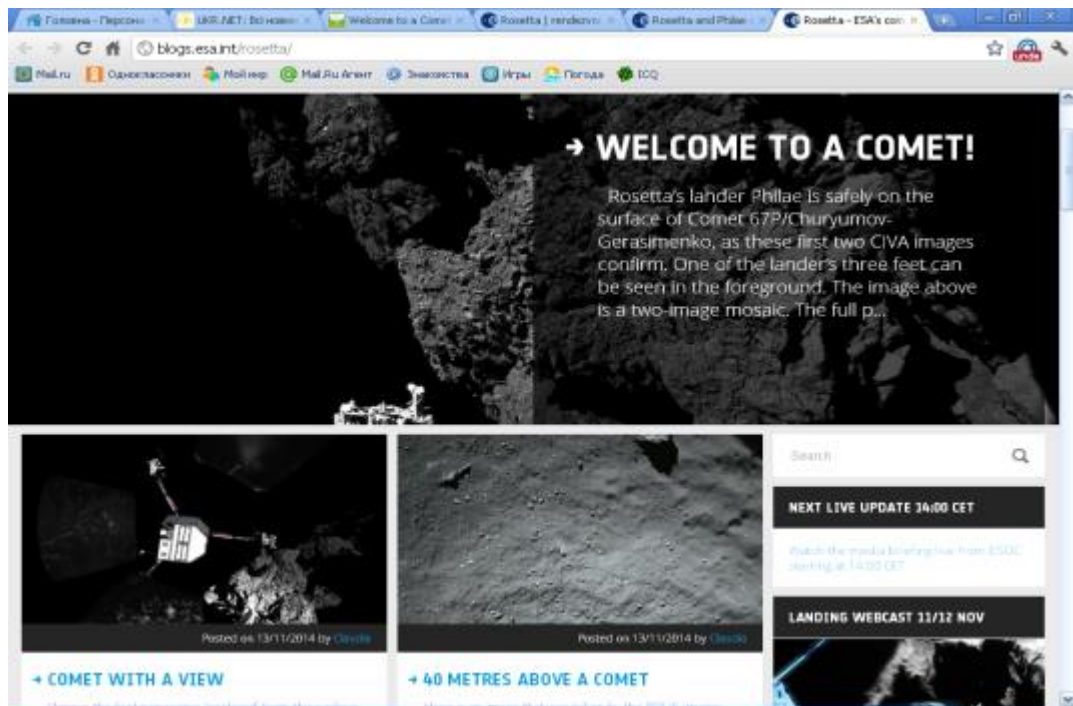
Всі матеріали euronews про “Розетту” українською мовою можна побачити за посиланням: <http://ua.euronews.com/tag/rosetta>

Більше читайте за посиланням: http://dt.ua/TECHNOLOGIES/zond-rosetta-zavershiv-svoyu-misiyu-i-spryamovaniy-na-zitknennya-z-kometoyu-churyumova-gerasimenko-220331_.html

Докладніше: <http://www.capital.ua/ru/news/34442-ft-gigantskiy-proryv-v-nauke-zond-opustilsya-na-kometu#ixzz3Iyy37LWz>

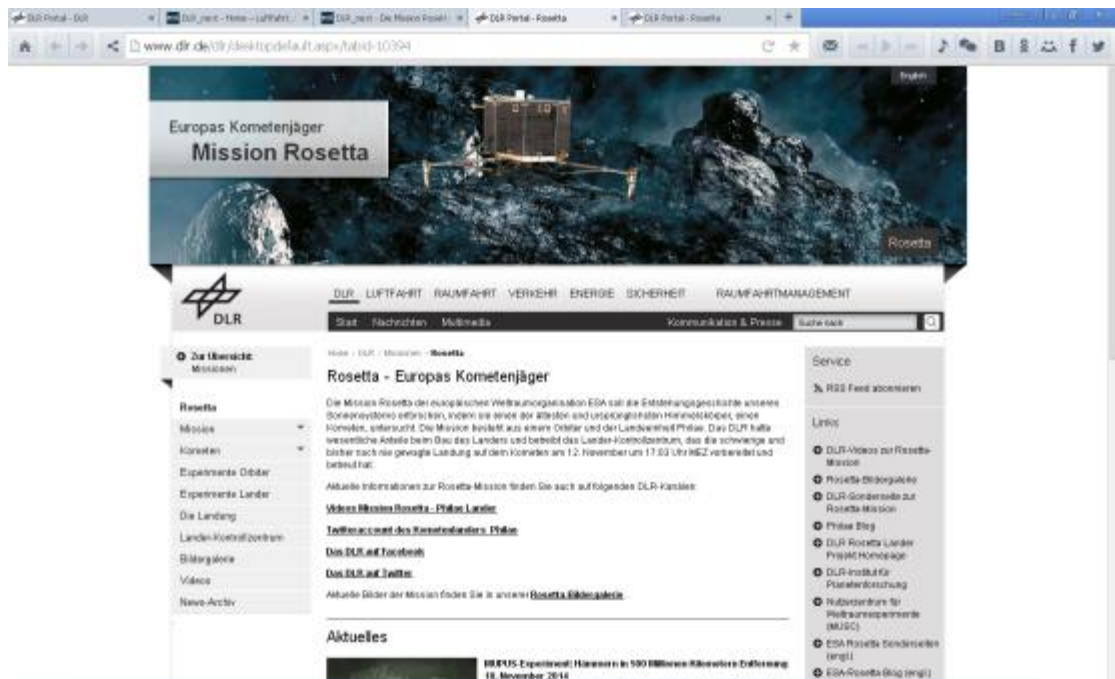
Наукові дослідження досягнень космічної місії «Rosetta». Джерелом інформації для наукових досліджень є астрономічні портали ЕКА, ДЛР та НАСА [5, 7, 9].



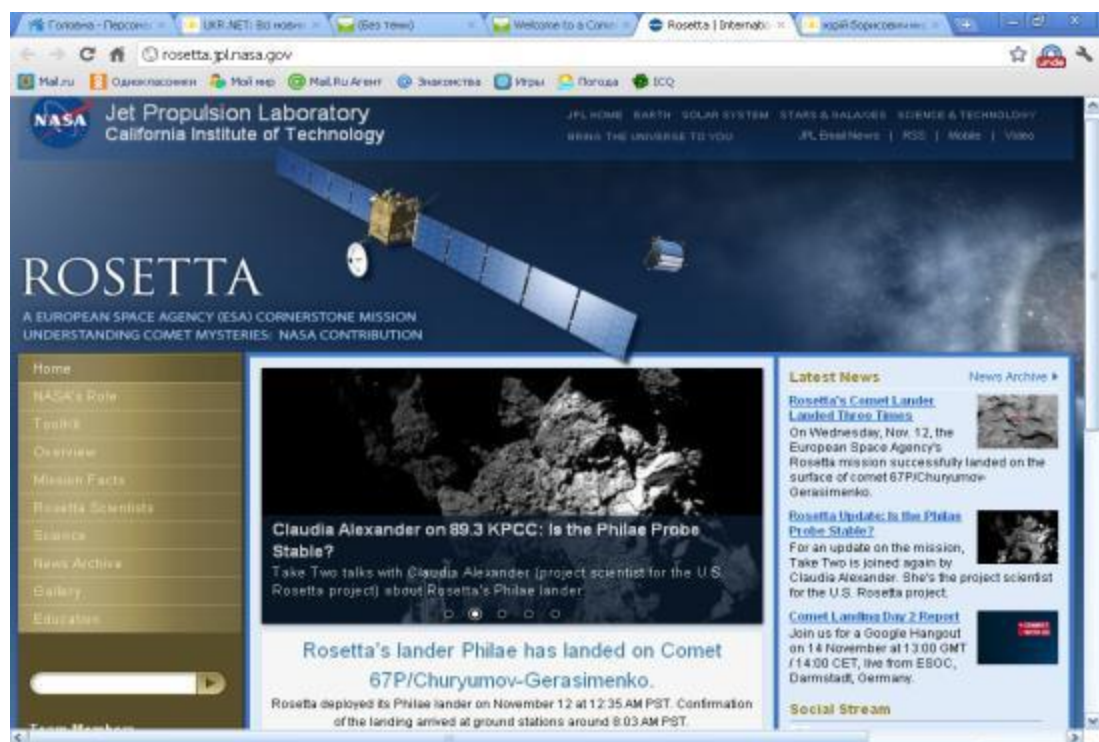


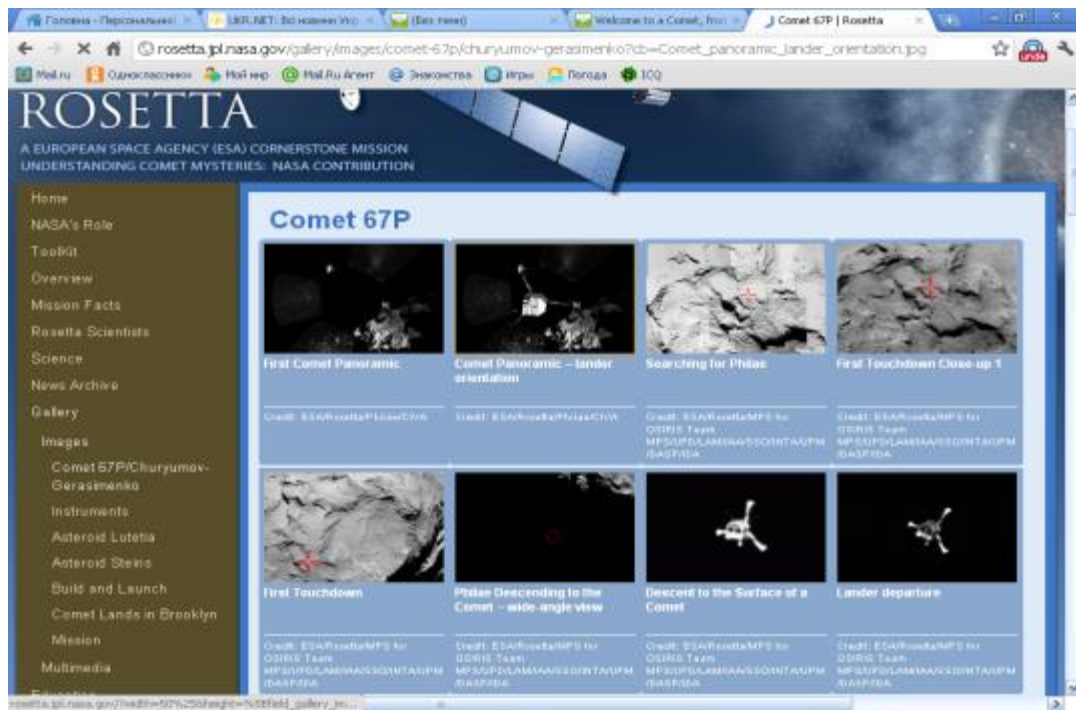
Мал.12. Web-сторінка порталу <http://www.esa.int/rosetta>





Мал.13. Web-сторінка порталу <http://www.dlr.de>





Мал.14. Web-сторінка порталу <http://rosetta.jpl.nasa.gov>

Досліджуючи через мережу Інтернет космічну місію «Rosetta», необхідно не тільки розглядати різні частини комети з метою знаходження цікавого матеріалу (зображення), а також аналізувати стан поверхні, робити наукові висновки про форму, поверхню, хімічний склад комети, звук, який виникає, особливості її траєкторії в непізнанному безмежному космічному просторі.

Пошук інформації для дослідження місії «Rosetta» у мережі Інтернет.
 Для дослідження наукової інформації про місію «Rosetta» рекомендовано астрономічні сайти та портали для проведення дослідницької діяльності через мережу Інтернет: Веб-сайт «Астрономические новости NASA на русском языке. Новости космоса.» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://www.nasa.gov/> (Сайт астрономічних новин),
 Веб-сайт «Космического агентства ЕКА» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://www.esa.int/rosetta> (Сайт космічного агентства ЕКА),
 Веб-сайт «Позаатмосферна астрономія» [Електронний ресурс].–Режим доступу: http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/VNEAT_MOSFERNAYA_ASTRONOMIYA.html?page=0,2 (Сайт позаатмосферної астрономії),
 Веб-сайт «Новини освіти і науки» [Електронний ресурс].– Режим доступу: http://uaonline.com.ua/novyny_64784.html/ (Сайт новин),
 Веб-сайт «Новини науки та космосу» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://globalscience.ru/article/read/ua19936/> (Сайт космічних новин),
 Веб-сайт «Академік» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: 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 (Сайт словників та енциклопедій),

Веб-сайт «Вікіпедія» [Електронний ресурс].– Режим доступу:

<http://uk.wikipedia.org/wiki/> (Довідковий сайт),

Веб-сайт «Космофакт» [Електронний ресурс].–Режим доступу:

<http://cosmofact.net/byolohy-nashly-mykrobov-sposobnyih-zhyt-na-marse.html>

(Астрономічний сайт),

Веб-сайт «Елементи великої науки» [Електронний ресурс].–Режим доступу:

<http://elementy.ru/posters/spectrum/gamma> (Науковий сайт),

Веб-сайт «Енциклопедія космосу» [Електронний ресурс].–Режим доступу:

<http://starbolls.narod.ru/index.files/9n.htm> (Космічний сайт),

<http://www.laspacespace.ru/rus/astrofiz32.php>.

Джерела відео-фото матеріалів, які можна використовувати під час публічних заходів, наприклад до «Дня Комети».

<http://www.dlr.de/en> - головна сторінка німецького аерокосмічного центру англійською,

<http://www.dlr.de/next/> - пізнавальна сторінка для школярів та студентів із популярними матеріалами про космічні програми DLR,

<http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-9473/> - сторінка місії Розетта-Філі, ці матеріали є також і на YouTube англійською мовою.

Нові Відео-фотоматеріали на сторінці

<http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10394> ,

<http://www.dlr.de/dlr/en/desktopdefault.aspx/tabid-10394/> , які можуть стати Вам в нагоді.

Там також вказано на сторінки в соціальних мережах присвячені місії Розетта-Філі.

Після дослідження інформації необхідно підготувати висновок та звіт про проведену роботу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Астрономічний енциклопедичний словник / За загальною редакцією І.А. Климичина 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.observ.univ.kiev.ua> – (Сайт Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка)
4. Веб-сайт “Астрономія для всіх ” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://yuriy-myroshnichenko.edukit.kiev.ua/> – (Персональний сайт Ю.Б. Мирошніченка).
5. Веб-сайт «Астрономічні новини NASA. Новини космосу.» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://www.nasa.gov/> - (Сайт астрономічних новин)
6. Веб-сайт «Астрофізика високих енергій» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hea.iki.rssi.ru/ru/index.php/> – (Сайт відділу Астрофізики високих енергій)
7. Веб-сайт «Космічного агентства ЕКА» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://www.esa.int/rosetta> (Сайт космічного агентства ЕКА)

8. Веб-сайт «Библиотеки Украины - каталог Украинских библиотек» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrlibworld.kiev.ua/> – (Сайт-каталог Українських бібліотек)
9. Веб-сайт «Космического агентства DLR» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dlr.de> – (Космічне агентство DLR)
10. Веб-сайт «Енциклопедія позасонячних планет» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: (<http://exoplanet.eu/>)- (Сайт «Енциклопедія позасонячних планет»)
11. Веб-сайт «Кафедра астрономії та фізики космосу» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://space.univ.kiev.ua/viewpage.php?page_id=1/ – (Кафедра астрономії та фізики космосу, Фізичний факультет, Київський національний університет імені Тараса Шевченка)
12. Веб-сайт «Київський планетарій » [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kievplanet.org.ua/> – (Сайт Київського планетарію)
13. Веб-сайт «Любительская астрономия на Украине» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.astroscope.com.ua/> - (Сайт любителів астрономії України)
14. Веб-сайт «Наукова бібліотека» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.library.ukma.kiev.ua/> – (Наукова бібліотека)
15. Веб-сайт «Вікіпедія» [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>- (Довідковий сайт)
16. Веб-сайт «Библиотеки Украины - каталог Украинских библиотек» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrlibworld.kiev.ua/> – (Сайт-каталог Українських бібліотек)
17. Чурюмов К.И., Пугач А.Ф. Небо без чудес/ К.И. Чурюмов, А.Ф. Пугач. – К.: Издательство политической литературы Украины, 1987.-120с.