

ІГОР КОРЧ

# МАНДРІВНИКИ У ВСЕСВІТІ

(про апарати, які назавжди  
покинуть Сонячну систему)

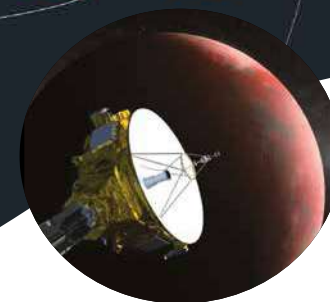
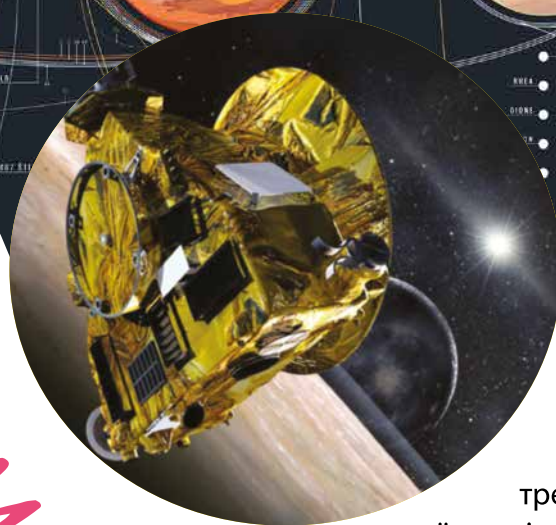
Привіт, „Вояджер-1“!

Ти залишаєш нашу рідну Сонячну систему, а полетів, коли я ще не народився. Твій процесор працює повільніше, ніж звичайнісінький мікрокалькулятор; твоя фотокамера слабша, ніж в моєму мобільному телефоні; потужність твого генератора менша, ніж потужність праски. Тебе це не зупинило.

Ти пролетів величезний шлях, досягнув меж Сонячної системи, а сьогодні твій голос, що передається за допомогою радіохвиль, досягає Землі майже за 19 годин. Незабаром він зовсім стихне, як стихли голоси твоїх попередників.

Прощавай, Вояджер-1! Пробач, що ми не дали тобі кращих очей-камер і кращого мозку-процесора. Пробач, що скоро у тебе вичерпається запас енергії, і ти залишишся в цілковитій темряві і самотності з дивними розмальованими пластинками на борту.

Можливо, через мільярди років ти знайдеш своїх механічних братів або зустрінеш інопланетян, які відновлять твої функції і прочитають послання землян. Щастя тобі, Вояджер-1!



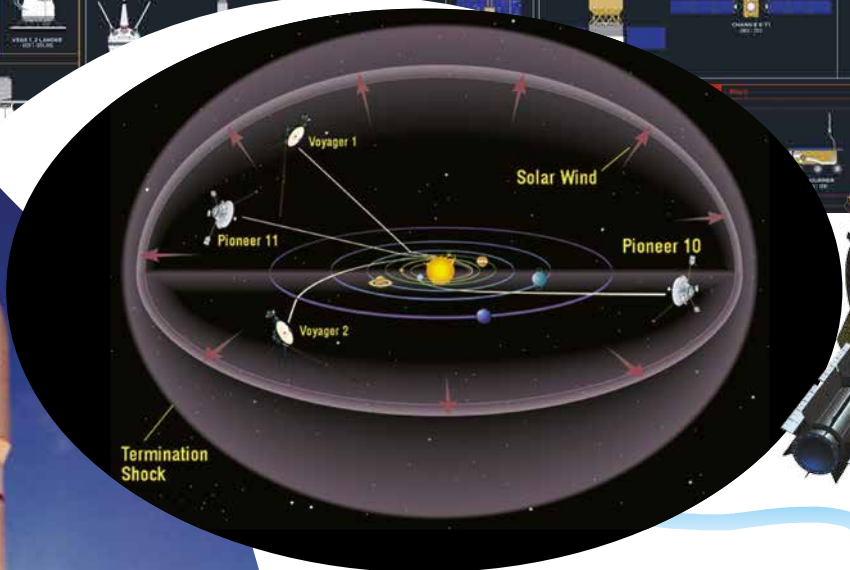
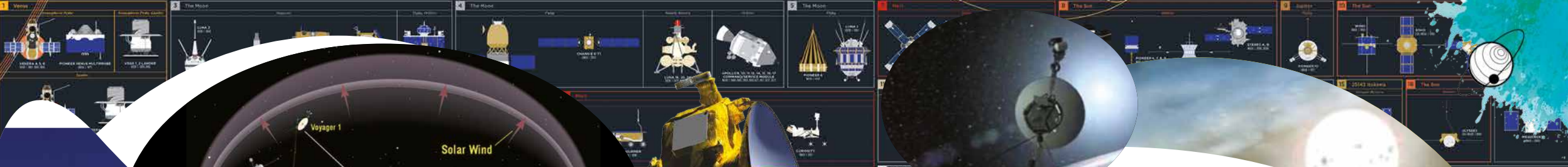
## ТРЕТЯ КОСМІЧНА

Щоб залишити Сонячну систему, космічний апарат поблизу Землі має мати третю космічну швидкість, а це потребує чималих затрат палива. Щоб зменшити їх, вигідно стартувати поблизу екватора, використовуючи осьовий ( $\approx 0,5$  км/с) та орбітальний ( $\approx 30$  км/с) рух Землі. За таких умов апарат може досягнути третьої космічної швидкості і покинути Сонячну систему з швидкістю  $\approx 17$  км/с відносно Землі та  $(30 + 17) = 47$  км/с відносно Сонця. Досягнувши такої швидкості, апарат рухатиметься по незамкнутій траєкторії, а його швидкість відносно Сонця буде зменшуватися і на безмежності прямуватиме до нуля. Але сучасні ракети-носії не можуть доставити на орбіту необхідної для цього кількості палива. Тому досі жоден космічний апарат не розвивав третьої космічної швидкості і не покидав Сонячну систему у такий спосіб.

Космічний зонд „New Horizons“, запущений 10 років тому у січні 2006 року для вивчення Плутона, покинув земну орбіту з рекордною на той час швидкістю – понад 16 км/с. Впродовж цих десяти років Міжнародний астрономічний союз позбавив Плутон статусу планети, а зонд, здійснивши у 2007 році гравітаційний маневр поблизу Юпітера зі швидкістю 23 км/с, подолав уже майже 5 млрд км. Місія „New Horizons“ розрахована на 15–17 років, а її вартість – \$700 млн.

„New Horizons“ поблизу Плутона. Ілюстрація.



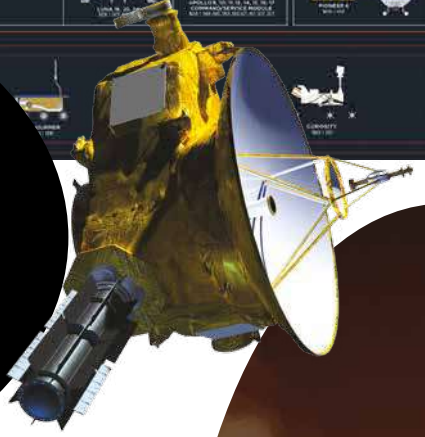


### ЯК ЗДЕШЕВИТИ ПРОЕКТ?

Виявляється, для виходу за межі Сонячної системи космічний апарат можуть розігнати планети-гіганти. За відповідної конфігурації цих планет, наближаючись до кожної з них, апарат, наче на буксирі, нарощує швидкість. Востаннє Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун вишикувалися так у 70-і роки минулого століття. Саме тоді американські вчені відправили космічні апарати „Піонер-10“, „Піонер-11“, „Вояджер-2“ і „Вояджер-1“. На сьогодні лише ці мандрівники та зонд „New Horizons“ досягли третьої космічної швидкості.

### КОСМІЧНІ ПІОНЕРИ

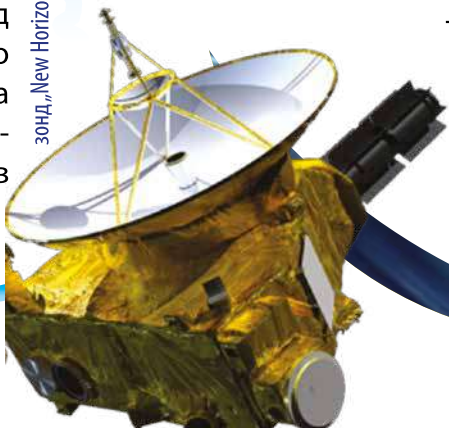
Першим космічним апаратом, який набув достатньої швидкості, щоб назавжди залишити Сонячну систему, був „Піонер-10“. Його запустили у березні 1972 року, а у лютому 1973 року він перший раз перетнув пояс астероїдів, дослідив деякі з них та виявив пиловий пояс поблизу Юпітера. Апарат оновив інформацію про склад атмосфери планети, уточнив її масу, виміряв величину магнітного поля, а також встановив, що загальний тепловий потік від Юпітера у 2,5 рази перевищує енергію, яку планета отримує від Сонця. Космічний апарат уточнив густини чотирьох найбільших супутників Юпітера і надіслав кілька сотень фотографій планети.



старт зонда „Піонер-11“



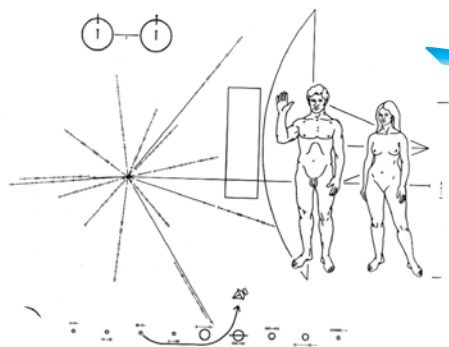
зонд „New Horizons“



„Піонер-11“ розпочав свою мандрівку у квітні 1973 року. У грудні цього ж року він наблизився до Юпітера, надіслав на Землю чудові фотографії Червоної плями і південної полярної зони планети. Здійснивши гравітаційний маневр поблизу Юпітера, апарат полетів до Сатурна, хоча програма досліджень цього не передбачала. У вересні 1979 року, наблизившись до Сатурна на відстань 21 000 км, апарат відкрив невідоме раніше кільце Е та визначив характеристики магнітного поля планети. Подальших корекцій курсу не проводилося, і апарат попрямував у напрямку сузір'я Орла.

Прилади обох космічних апаратів працювали ще тривалий час після побачення з планетами-гігантами. Зв'язок із зондом „Піонер-11“ припинився у листопаді 1995 року, а „Піонер-10“ протримався довше: останній сигнал зонда на Землі отримали 23 січня 2003 року. Зараз апарат прямує крізь космічну порожнечу до улюбленої фантастами зорі Альдебаран і наблизиться до неї через 1,7 млн. років.

За наполяганням Карла Сагана, на борту „Піонерів“ встановили алюмінієву пластину з зашифрованою інформацією про Землю, її місцезнаходження, а також картою пульсарів, на якій позначено розташування







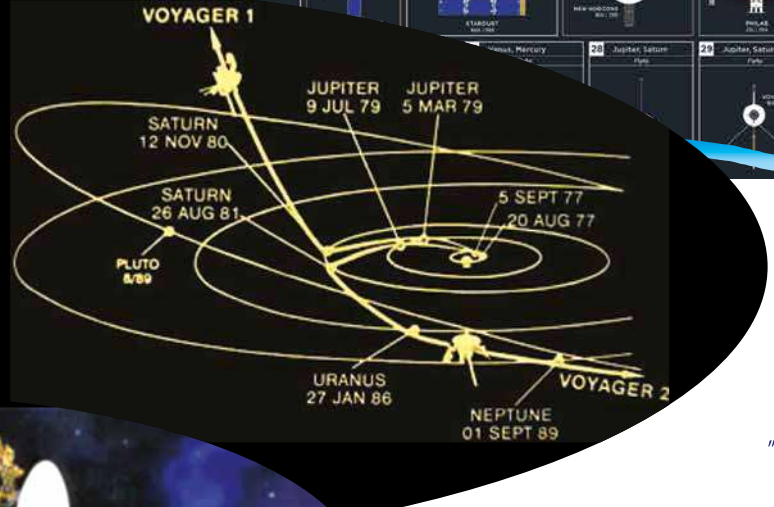
Старт „Вояджера-2”

Сонця в Галактиці і схематичним малюнком людини на тлі апарату, щоб гіпотетичні жителі інших світів могли краще уявити масштаби зображень. Варто зазначити, що на пластині зображено 9 планет Сонячної системи (Плутон на момент запуску апарату мав статус планети), а траєкторія „Піонера-11” вказана неправильно, адже маневр у полі Сатурна не був запланований, і насправді апарат залишив Сонячну систему за іншою траєкторією.

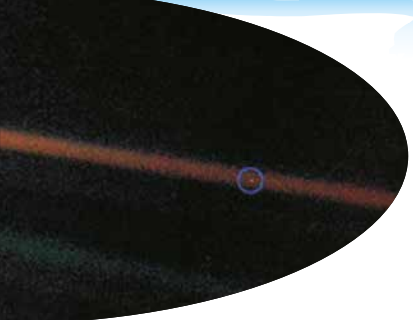
### ЗОРЯНІ МАНДРІВНИКИ

Ще два апарати, які досягнули третьої космічної швидкості – знамениті „Вояджери” – стартували у 1977 році. Вони продовжили вивчення Юпітера та Сатурна. На відміну від попередників, „Вояджерів” обладнали найсучаснішими на той час бортовими комп’ютерними системами та вимірювальною апаратурою: магнітометрами, спектрометрами, детекторами плазми і космічних променів, приймачами випромінювання, гіроскопами для стабілізації орбіти та двома камерами високої роздільної здатності.

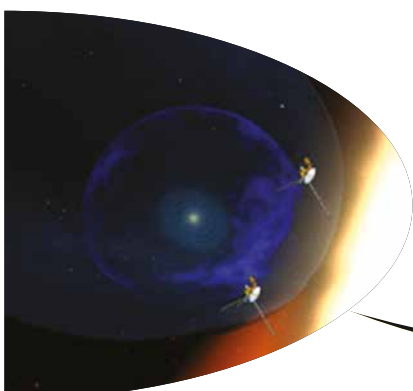
Поблизу Юпітера апарати зробили понад 50 тис. фотографій, відкрили невидиме з Землі юпітеріанське кільце, три нові супутники та діючі вулкани на супутнику Іо. Пролітаючи повз Сатурн, зонди визначили тривалість доби на планеті, склад її атмосфери (7 % гелій, решта – водень), встановили, що швидкість вітру на екваторі сягає 500 м/с. Останньою метою „Вояджера-1” був супутник Сатурна Титан, навколо якого апарат виявив потужну атмосферу, в основному, з азоту. Після Сатурна шляхи апаратів розійшлися. „Вояджер-1”, отримавши завдяки



„Вояджер-2”



Бліда блакитна цятка (Pale Blue Dot) – фотографія Землі, що показує її на тлі просторів космосу, зроблена зондом „Вояджер-1” з відстані приблизно 6 млрд. км. Ідея фото та його назви були запропоновані Карлом Саганом, який написав однойменну книгу про це фото у 1994 році.



„Вояджер-1”

гравітаційному маневру значний приріст швидкості, став найшвидшим з п’яти апаратів, що покинуть Сонячну систему. Він вийшов з площини екліптики і зараз прямує у напрямку сузір’я Жирафи.

12 вересня 2013 року НАСА підтвердило: „Вояджер-1” вийшов за межі геліосфери Сонячної системи у міжзоряний простір. На початку 2016 року він знаходився на відстані 20 млрд км від Сонця.

„Вояджер-2” пролетів поблизу Урана, надіслав світлина п’яти його найбільших супутників і відкрив ще понад десять менших сателітів. Апарат дослідив кільця планети, встановив точний період її обертання навколо осі. Найбільшою несподіванкою виявилось те, що магнітні полюси планети знаходяться дуже далеко від географічних. Здивували вчених каньйони на Міранді глибиною до 20 км, адже діаметр супутника становить не більше 500 км. У серпні 1989 року „Вояджер-2” пройшов над північним полюсом Нептуна, відкрив шість нових супутників, кільця планети і сфотографував на Тритоні потужні газові гейзери заввишки у сотні кілометрів. З’ясувалось, що Нептун є рекордсменом за швидкістю вітрів (до 2 400 км/год) у Сонячній системі.

На початку 2016 року „Вояджер-2” перебував на відстані 16,5 млрд км від Сонця (цей шлях промінь світла долає понад 15 годин). Приблизно через 300 тис. років „Вояджер-2” пролетить на відстані 4,3 світлових років від Сиріуса.

„Вояджер-2” може вийти в міжзоряний простір ще до того, як вичерпаються його радіоізотопні елементи – між 2020 і 2025 роками.

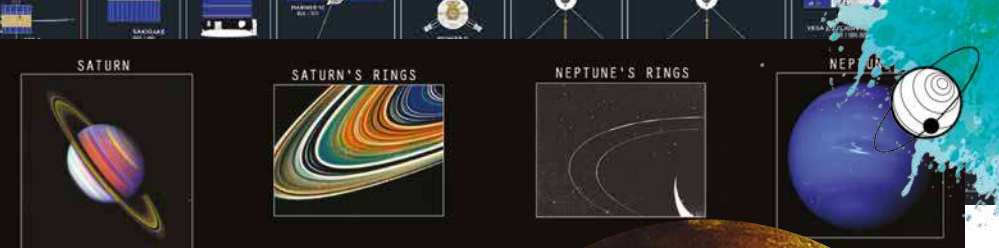




Останнє фото з „Вояджера-1”



„Вояджер-2” залишає Нептун і Тритон. Одна з останніх зроблених апаратом фотографій.



SATURN

SATURN'S RINGS

NEPTUNE'S RINGS

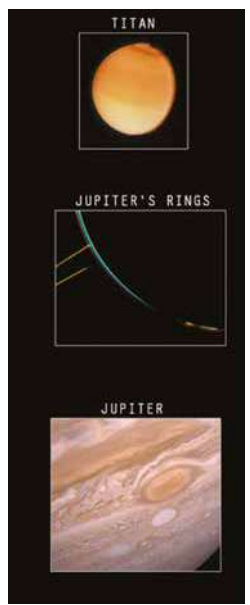
NEPTUNE

На сьогодні інформація, яку отримують земні радіотелескопи від „Вояджерів”, передається зі швидкістю лише 160 біт на секунду. Це рішення було прийнято свідомо, щоб підтримувати постійною швидкістю передачі сигналів до завершення місії. Основні камери були вимкнені після прольоту останньої планети Сонячної системи, активними залишилися лише кілька приладів: приймач плазмових хвиль, магнітометр, детектор космічних променів, датчик заряджених частинок та ультрафіолетовий спектрометр. Двічі на рік протягом 30 хвилин інформація з 8-контактною цифрової стрічки переноситься у стислий архів зі швидкістю 1400 біт на секунду.

Радіоізотопні термоелектричні генератори на основі плутонію-238 будуть підтримувати роботу приладів щонайменше до 2021 року. А в період до 2025 року після майже півстолітньої подорожі команда вимкне передавальні пристрої зондів і буде спілкуватися з ними односторонньо, а „Вояджери” прямуватимуть запланованим маршрутом.

### ПРИВІТ ІЗ НАШОГО СВІТУ

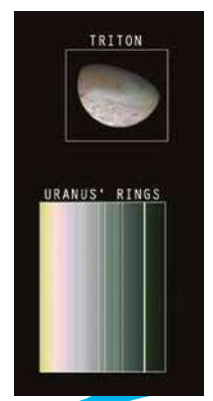
На борту „Вояджерів” розміщений алюмінієвий футляр, всередині якого знаходиться вкрита золотом 30-сантиметрова мідна платівка, фонографічна капсула і голка для



TITAN

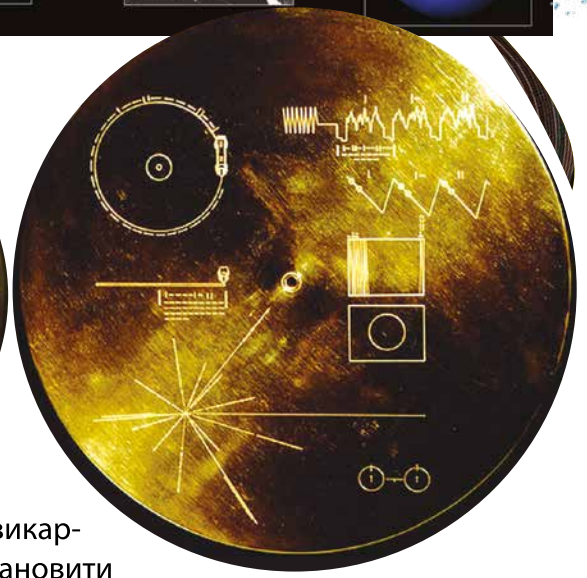
JUPITER'S RINGS

JUPITER



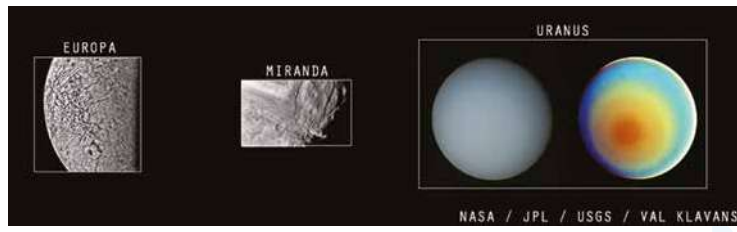
TRITON

URANUS' RINGS



відтворення запису. На футлярі викарбувана схема, яка показує, як встановити голку, вказана кутова швидкість платівки і спосіб перетворення відеосигналів у зображення, вказані галактичні координати Сонця. Перший розділ послання містить вітання 55-ма мовами, зокрема і українською: „Посилаємо привіт із нашого світу, бажаємо щастя, здоров'я і многая літа”. Друга частина містить звуки Землі: шум вітру, дощу, спів птахів, звук поцілунку, серцебиття, сміху та багато інших. У другому розділі – 90-хвилинний запис досягнень світової музичної спадщини та понад 100 слайдів з науковою інформацією, краєвиди Землі, форма материків, різноманітні ландшафти, сцени з життя тварин і людей, їхня анатомічна будова і біохімічна структура, молекула ДНК.

У липні 2015 року НАСА розмістило записи золотої платівки „Вояджерів” на сервісі Sound Cloud. Тепер земляни теж можуть прослухати привітання і звуки життя Землі, призначені для інопланетян. Ти можеш знайти „Золоту платівку” в Інтернеті за адресою: <http://goldenrecord.org/>



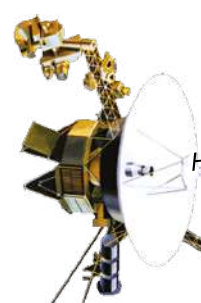
EUROPA

MIRANDA

URANUS

NASA / JPL / USGS / VAL KLAVANS

„Вояджер-2” утримує унікальне досягнення – ще жодному космічному апарату не вдалося вивчити одразу чотири планети Сонячної системи. Причому, якщо до Сатурна і Юпітера згодом запускали інші апарати, то Уран і Нептун з тих пір більше ніхто не відвідував. Невідомо, скільки ще десятиліть нам доведеться задовольнятися інформацією, яку передав „Вояджер-2”.



**Ігор Корч,**  
учитель астрономії  
Нагуєвицької СЗШ І-ІІІ ст. ім. Івана Франка,  
переможець І Всеукраїнського Інтернет  
конкурсу „УЧИТЕЛЬ РОКУ-2016” за версією  
науково-популярного  
природничого журналу „КОЛОСОК”.

