



Надія Кріт

ЯК ВИМІРЯЛИ ЗЕМЛЮ

Фреска Рафаеля, яка зображає найвидатніших мислителів Давньої Греції

Аристотель (384–322 р. до н. е.)

Піфагор (570–490 р. до н. е.)

ІСТОРІЯ НАУКИ

ВІД СЛОВА ДО КУЛІ

Пригадай, як ти дізнався про те, що Земля – це куля. Що ти при цьому відчув? Здивування, недовіру? Швидше за все тобі, як і більшості людей, важко згадати цей момент. Адже те, що наша планета має кулясту форму – загальновідомий факт. Та людство про це знало не завжди. Слони, черепаха, кит – хто тільки не тримав Землю на своїй спині в уявленнях стародавніх народів! Але завжди її вбачали пласкою.

Система світу Анаксимандра

Мал. 1

Анаксимандр

(610–547/540 р. до н. е.)

Карта світу за Анаксимандром

Структура Всесвіту за Аристотелем: сфері Землі (1), води (2), повітря (3), вогню (4), ефіру (5), Першодвигун (6)

У давнину погляди на будову Всесвіту відображали спостереження людей за природою, поєднані з міфами. Наприклад, у Стародавньому Китаї думали, що Земля має форму плаского прямокутника, а кругле опукле небо над ним тримається на стовпах. Розгніваний дракон зігнув центральний стовп, і поверхня Землі нахилилася до сходу. Саме тому річки Китаю течуть на схід (подивися на карту – це справді так!), а небо похилилося на захід, тому на захід по небосхилу котиться Сонце та інші небесні світила.

нові місцевості, а при віддаленні, навпаки, ховаються. Це можна побачити, якщо рухатися, наприклад, по бічній поверхні циліндра. Можна припустити, що вчений спостерігав і за поступовою появою корабля на горизонті, коли спочатку видно верх щогли, потім із-за лінії горизонту з'являється вітрило і, нарешті, увесь корабель.

Спробуй піти далі Анаксимандра й уяви, що піднімаєшся над Землею. Що вище – то більший простір можеш оглянути (це добре видно на схемі). Розширення горизонту з висотою (мал. 1) – один із вагомих доказів кулястості Землі.



Мабуть, той, хто був спостережливим і допитливим, іще в античну епоху здогадувався, що Земля має кулясту форму. До нас не дійшли думки простих людей, а от праці вчених збереглися. Щоправда, дехто з них міркував досить незвично.

Піфагор – давньогрецький математик і філософ – уперше висловив припущення про кулястість Землі у VI столітті до н.е. Він страшенно захоплювався числами, шукав у них гармонію. „Все у природі має бути гармонійним і досконалим, – писав учений. – Земля теж має бути досконалою. Але найдосконалішим геометричним тілом є куля. Отже, Земля – куля!”

Після такої сміливої заяви Піфагора проминуло 2 століття. У IV столітті до н. е. інший видатний грек – Аристотель – спробував довести, що Земля є кулею. Він теж вважав сферичну форму тіл найбільш раціональною, тому припускав, що сферичними є також небо та зорі. У його книзі „Про небо” вже були три докази кулястості Землі. Що ж, давай почитаємо!

Один із доказів Аристотель вбачав у характері місячних затемнень. Згадай, як вони відбуваються. Коли Земля опиняється між Місяцем і Сонцем, вона відкидає на Місяць свою тінь. Округлий край цієї тіні свідчить про округлість самої Землі.

Але, може, вона кругла та плоска, як млинець? На це є черговий аргумент Аристотеля: „Деякі зорі видно в Єгипті та на острові Кіпр, а північніше – ні”. Якщо тобі пощастить відвідати Південну півкулю, наприклад, Австралію чи Бразилію, подивися на нічне небо – ти не побачиш знайомих сузір’їв.

Зміна вигляду зоряного неба на різних широтах пояснюється тим, що ми дивимося на нього з різних боків Землі.

Нарешті, третій свій доказ учений пов’язав із силою тяжіння. Оскільки закон всесвітнього тяжіння, відкритий Ньютоном 1666 року, давнім грекам не був відомий, Аристотель пояснив його дію по-своєму. Він стверджував, що всі важкі тіла падають у напрямку центру світу, який знаходиться в центрі Землі.



Ератосфен встановив, що в Александрії Сонце нижче, ніж в Сієні на 7,2 градуса



Ератосфен Киренський (276–194 р. до н. е.)

Скафіс, вимірювання висоти Сонця



„Вікторія” – єдиний корабель експедиції, який зміг завершити перше навколосвітнє плавання

Якби Земля була пласкою, то більшість предметів падали б на Землю по похилій лінії, бо всі вони не можуть розташовуватися безпосередньо над центром світу.

У середньовічній Європі міркування античних учених про кулястість Землі були забуті. Натомість, панували релігійні уявлення про світ.

Розвиток мореплавства, потреби торгівлі вимагали розширення знань про Землю. Перша навколосвітня подорож Магеллана 1519–1522 років, перетворила уявлення про кулястість Землі на науково доведений факт. У наш час ще одним його підтвердженням є вигляд Землі з космосу. Перший космічний знімок Землі було отримано з американської ракети 1946 року. А перший космічний політ Юрія Гагаріна 1961 року дозволив людині на власні очі побачити **ЗЕМНУ КУЛЮ!**



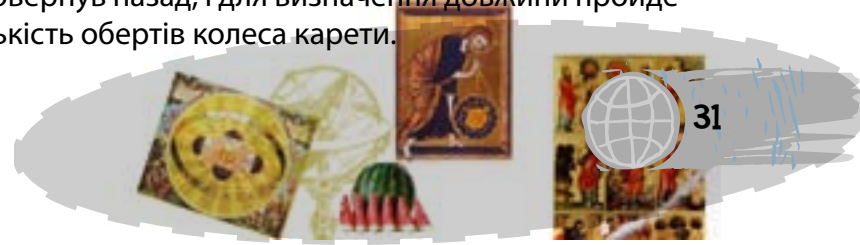
Фернан Магеллан (1480–1521)



**НЕ ТАКА
ВОНА ВЖЕ Й
КРУГЛА**



Після сенсаційного повернення експедиції Магеллана, яка відпливала на захід, а припливла зі сходу, Землю вирішили знову поміряти. У 1528 році француз Жан Фернель виїхав із Парижа строго на північ, до Ам’єна, щодня зупиняючи свій екіпаж для визначення висоти Сонця над горизонтом. Коли вчений досягнув місця, віддаленого від Парижа рівно на 1 градус, він повернув назад, і для визначення довжини пройде-ного шляху рахував кількість обертів колеса карети.





Довжину цієї дуги точніше виміряли паризькі вчені через півтора століття. Тоді ж член Паризької академії Жан Піккар уперше запідозрив, що істинна форма Землі – не куля! І почалися суперечки. Одні вважали, що внаслідок обертання планета сплющується, інші – що вона видовжується вздовж осі обертання. Гостроти додали фізики. Жан Ріше під час спостережень у Південній Америці неподалік екватора виявив, що коливання маятника там повільніші, ніж у Парижі. Це свідчило про меншу силу тяжіння, що могло пояснюватися більшою віддаллю від центру Землі. Невдовзі сам великий Ньютон розрахував величину стиснення земної кулі. І все ж запеклі вчені бої тривали. Диня чи гарбуз? Огірок чи помідор? Лимон чи мандарин? На що більше подібна планета? Інструментальне доведення стиснення Землі з полюсів здійснила Французька академія наук. Наприкінці XVIII століття академія організувала дві експедиції: на екватор – в Перу, та на північ – у Лапландію. Ціною важких випробувань, поміж снігів та боліт, гігантських гірських хребтів та нападів місцевих племен мандрівники виміряли дуги меридіанів у 1 градус, і на екваторі довжина виявилася меншою на 1,3 км. Для відзначення результатів експедицій була викарбувана медаль із зображенням керівника – П'єра Бугера, який сплющував земну кулю, спираючись на неї.

Піфагор би заплакав! Жодного геометричного тіла чи формули, які би точно описували форму Землі не існує! Подальші вимірювання з'ясували, що радіуси, проведені з центру Землі до екватора і до полюса відрізняються приблизно на 21 км. Є ще й інші відхилення від сферичності: зниження поверхні океану в районі Бермудського трикутника, опуклість на Північному полюсі і западина на Південному... То що – гарбуз? Мандарин? Чи, може, груша? Довелося придумати спеціальну назву для форми Землі – геоїд, тобто, „землеподібний“. Цю фігуру можна уявити, якщо подумки продовжити поверхню океану під материками. А радіус Землі у середньому становить 6 371 км.

ЛЮДИНА З ТЕОДОЛІТОМ

Однією з найбільших проблем під час вимірювання земної поверхні є неможливість прокладання прямих ліній на великі відстані у потрібному напрямку. Адже для цього деколи довелось би зносити будівлі, вирубувати дерева, які заважають бачити орієнтир. А що робити в горах?



Теодоліт



Геодезична вишка в горах



У 1614–1617 роках голландський астроном Снелліус запропонував вимірювати великі відстані способом триангуляції – від латинського „триангулюм“, що означає „трикутник“. Цей спосіб полягає в тому, що в потрібному напрямі прокладається ланцюжок послідовно з'єднаних трикутників. Ще античні вчені вивели формули, за якими, помірявши одну сторону трикутника і прилеглі до неї кути, можна знайти довжини інших сторін. Трикутники в ході триангуляції не мусять бути однаковими, отже, прокладати їх можна по зручній місцевості. Кути вимірюють спеціальним приладом – теодолітом, а зі сторін ланцюжка трикутників проводять вимірювання тільки однієї – базової, довжину інших обчислюють. Сіткою трикутників можна вкрити будь-яку відстань на материках.

Займаються цими вимірюваннями геодезисти. У вершинах трикутників встановлюють орієнтири – дерев'яні або кам'яні пірамідки – геодезичні пункти. Їх розташовують на пагорбах, щоб через окуляр теодоліта з одного пункту було видно інший. Спочатку кути вимірювали вночі, запалюючи на них ліхтарі – так було краще видно орієнтири, згодом почали користуватися системою дзеркал, посылаючи „сонячні зайчики“.

Класична триангуляція здійснюється на суходолі. А от відстані між материками вдалося уточнити тільки за допомогою космічної апаратури. Вершинами триангуляційних трикутників при цьому є супутники з геодезичною апаратурою, положення яких фіксують за допомогою телескопів.

Геодезичну мережу прокладали у заболоченій тундрі, безводній пустелі, по гірських хребтах... Вона була основою для створення точних карт земної поверхні. І якщо тобі потрапить на очі геодезична пірамідка – не руйнуй її! Це – своєрідна пам'ятка важкої праці геодезистів.

Взірцем такої праці є дуга Струве. Наприкінці XIX століття геодезисти під керівництвом засновника знаменитої Пулковської обсерваторії під Санкт-Петербургом Василя Яковича Струве, здійснили грандіозне на той час вимірювання дуги меридіана завдовжки 2 800 км. Смуга з 265 геодезичних пунктів простягнулася від Скандинавського півострова до Чорного моря. Вона охопила 25 градусів – 1/14-ту земного кола і пройшла територією восьми країн, в тому числі України, Росії, Білорусі. Не всі пункти цієї мережі збереглися: на території України відновлено тільки чотири, а було близько 50 (можливо, саме тобі вдасться знайти решту?). В 2005 році дуга Струве включена до світової спадщини ЮНЕСКО.

Від редакції. Унікальна за точністю 3D-модель земної кулі отримана зі супутника GOCE Європейського космічного агентства (ESA). Подивитися відеоролик справжньої форми Землі можна в мережі ІНТЕРНЕТ.

