**Астрономія**

11 клас

**Розділ 2. Фізика сонячної системи**

 **Урок 7**

**Тема уроку:** Земля і місяць

Питання:

1. Земля
2. Місяць

**Земля**

Земля - третя від [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) [планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), єдина планета, на якій відоме [життя](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F), домівка [людства](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE). Земля належить до [планет земної групи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8_%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B8) і є найбільшою з цих планет у Сонячній системі. Землю іноді називають [світом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82), латинською назвою Терра або грецькою — Гея.

Земля є об'єктом дослідження значної кількості [наук про Землю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8E). Вивчення Землі як [небесного тіла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82) належить до царини [астрономії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%8F), будову і склад Землі вивчає [геологія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F), стан [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) — [метеорологія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F), сукупність проявів життя на планеті — [біологія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F). [Географія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F) дає опис особливостей рельєфу поверхні планети -[океанів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD), [морів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5), [озер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE) та [річок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0), [материків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA)  та [островів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B2), [гір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B0) та [долин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0), а також людські поселення й суспільні утворення: [міста](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE) й [села](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D0%BE), держави, економічні райони тощо.

Земля обертається навколо [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) [еліптичною](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%81) [орбітою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) (дуже близькою до [колової](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE)) із середньою [швидкістю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) 29 785 [м](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80)/[с](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0) на середній відстані 149,6 млн. [км](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC) із [періодом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), що приблизно дорівнює 365,24 [доби](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D0%B0) ([зоряний рік](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D1%96%D0%BA)). Земля має супутник - [Місяць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29), який обертається навколо Землі на середній відстані 384 400 км. Нахил [земної осі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%8C) до [площини екліптики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) становить 66°33′22″. Період обертання планети навколо своєї осі 23 [год](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0)56 [хв](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0) 4,1 с. Обертання навколо своєї осі викликає зміну [дня](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BD%D1%8C) і [ночі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D1%87), а нахил осі до екліптики разом із обертанням навколо Сонця — зміну [пір року](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83).

Форма Землі - [геоїд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%97%D0%B4) (форма [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F), визначена з використанням рівня [моря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5)). Середній радіус Землі становить 6371,032 [км](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC), екваторіальний — 6378,16 км, полярний -6356,777 км. Площа поверхні земної кулі 510 млн. км², об'єм - 1,083·1012 км³, середня [густина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) - 5518 [кг](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B3)/м³. Маса Землі становить 5,98·1024 кг. Земля має [магнітне](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) і тісно пов'язане з ним [електричне](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) поля. [Гравітаційне поле Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) зумовлює її близьку до сферичної форму й існування [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96).

За сучасними космогонічними уявленнями Земля утворилася приблизно 4,7 млрд . років тому з розсіяної в протосонячній системі газопилової речовини. Внаслідок диференціації речовини Землі, під дією гравітаційного поля, в умовах розігріву земних надр виникли і розвилися різні за хімічним складом, агрегатним станом і фізичними властивостями оболонки — [геосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B8): [ядро](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%BE_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96), [мантія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%96%D1%8F_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96), [земна кора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0),  [гідросфера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0), [атмосфера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96),  [магнітосфера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0). У складі Землі переважає  [залізо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE) (34,6 %),  [кисень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C)  (29,5 %),  [кремній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9) (15,2 %), [магній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D0%B9) (12,7 %). Земна кора, мантія і внутрішня частина ядра тверді ([зовнішня частина *ядра*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) вважається рідкою). Від поверхні Землі до центру зростають [тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA), густина й температура. Тиск у центрі планети 3,6·1011 [Па](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%86%29), густина приблизно 12,5·10³ кг/м³, температура в діапазоні від 5000 до 6000 [°C](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%96%D1%8F). Основні типи земної кори - материкова та океанічна, у перехідній зоні від материка до океану розвинута кора проміжної будови.

**Історія утворення**

Земля утворилася приблизно 4,54 млрд. років тому із дископодібної протопланетарної хмари разом із іншими планетами Сонячної системи. Формування Землі в результаті [акреції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81%29) тривало 10-20 млн. років. Спочатку Земля була повністю розплавленою, але поступово охолола, і на її поверхні утворилася тонка [тверда](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE) оболонка - [земна кора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0).

Незабаром після утворення Землі, приблизно 4,53 млрд. років тому, утворився [Місяць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29). Одна з сучасних [теорій утворення єдиного природного супутника Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B3%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B7%D1%96%D1%82%D0%BA%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) стверджує, що це відбулося як наслідок зіткнення з масивним [небесним тілом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE), яке отримало назву [Тейя](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%B9%D1%8F_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29).

Первинна [атмосфера Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) утворилася в результаті [дегазації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) гірських порід та [вулканічної активності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%BA%D0%B0%D0%BD). З атмосфери сконденсувалася [вода](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0), утворивши [Світовий океан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD). Попри те, що Сонце на той час світило на 70 % слабше, ніж тепер, геологічні дані показують, що океан не замерз, що, можливо, пов'язано з [парниковим ефектом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82). Приблизно 3,5 млрд. років тому сформувалося магнітне поле Землі, що захистило її атмосферу від [сонячного вітру](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80).

Утворення Землі і початковий етап її розвитку (тривалістю приблизно 1,2 млрд. років) належать до догеологічної історії. Абсолютний вік найдавніших [гірських порід](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0) становить понад 3,5 млрд. років і, починаючи з цього часу, веде відлік геологічна історія Землі, яка поділяється на два нерівні етапи: [докембрій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%80%D1%96%D0%B9), що тривав приблизно 5/6 усього геологічного літочислення (близько 3 млрд. років), і [фанерозой](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B9%22%20%5Co%20%22%D0%A4%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B9), що охоплює останні 570 млн років.

 Близько 3-3,5 млрд. років тому внаслідок [еволюції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%29) [матерії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F_%28%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29) на Землі виникло [життя](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F), почався розвиток [біосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) - сукупності всіх живих організмів (так звана жива речовина Землі), яка суттєво вплинула на розвиток [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96), [гідросфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) й [геосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) (принаймні в частині осадової оболонки). У результаті [кисневої катастрофи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B0) діяльність живих організмів змінила склад атмосфери Землі, збагативши її киснем, що створило можливість для розвитку аеробних живих істот.

Новий фактор, що справляє могутній вплив на біосферу та навіть геосферу - діяльність [людства](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), що з'явилося на Землі після появи (внаслідок [еволюції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F)) [людини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B0) менш ніж 3 млн. років тому (єдності щодо датування цієї події не досягнуто й деякі дослідники нараховують 7 млн. років). Відповідно, у процесі розвитку біосфери виділяють утворення й подальший розвиток [ноосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0). Високий темп росту населення Землі (чисельність земного населення становила 275 млн у 1000 році, 1,6 млрд у 1900 році і більше 7 млрд чол. у 2012 році) і посилення впливу людського суспільства на природне середовище висунули проблеми раціонального використання всіх природних ресурсів і [охорони природи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8).

**Внутрішня структура**

[Внутрішнє ядро](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%BE_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) (рис. 15), за припущенням, має діаметр 2600 км і складається з чистого [заліза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE) чи [нікелю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C), зовнішнє ядро *товщиною* 2250 км із розплавленого заліза або нікелю, мантія близько 2900 км *завтовшки* складається переважно з твердих [гірських порід](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8), відділена від земної кори [поверхнею Мохоровича](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F_%D0%9C%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B0).



Рис. 14. Внутрішня будова Землі

[Кора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0) і верхній шар мантії утворюють 12 основних рухомих [блоків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%BE%D0%BA), деякі з них несуть континенти. Плато постійно повільно рухаються, цей рух називається [тектонічним дрейфом](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%84&action=edit&redlink=1). 3емля складається з трьох основних геосфер: земної кори, мантії і ядра, яке, в свою чергу, поділяється на ряд шарів. Речовина цих геосфер різна за [фізичними властивостями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96), станом і мінералогічним складом. У залежності від величини швидкостей [сейсмічних хвиль](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%96) і характеру їх зміни з глибиною «тверду» Землю ділять на вісім сейсмічних шарів: А, В, С, D', D", Е, F і G. Крім того, в Землі виділяють особливо міцний шар [літосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) і наступний, розм'якшений шар -[астеносферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0). Шар А, або [земна кора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0), має змінну товщину (в континентальній області — 33 км, в океанічній — 6 км, в середньому — 18 км). Під [горами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B8) кора потовщується, в [рифтових долинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D1%84%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0) [серединно-океанічних хребтів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%85%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%82) майже зникає. На нижній межі земної кори, — [поверхні Мохоровичича](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F_%D0%9C%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B0), - швидкості сейсмічних хвиль зростають стрибкоподібно, що пов'язано переважно зі зміною речовинного складу з глибиною, переходом від [гранітів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%82) і [базальтів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82) до [ультраосновних гірських порід](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D0%B3%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8) верхньої [мантії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%96%D1%8F_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96). Шари В, С, D', D" входять у мантію. Шари Е, F і G утворюють [ядро Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%BE_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) радіусом 3486 км. На межі з ядром ([поверхні Гутенберґа](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F_%D0%93%D1%83%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B0&action=edit&redlink=1)) швидкість [поздовжніх хвиль](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%BD%D1%8F_%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%8F) різко зменшується на 30 %, а [поперечні хвилі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%96) зникають, що вказує на те, що зовнішнє ядро (шар Е, що тягнеться до глибини 4980 км) рідке. Нижче перехідного шару F (4980—5120 км) знаходиться тверде внутрішнє ядро (шар G), в якому знову поширюються поперечні хвилі. У твердій земній корі переважають такі [хімічні елементи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8): [кисень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C) (47,0 %), [кремній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9) (29,0 %),  [алюміній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9) (8,05 %),  [залізо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE) (4,65 %),  [кальцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%96%D0%B9) (2,96 %), [натрій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9) (2,5 %), [магній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D0%B9) (1,87 %),  [калій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9) (2,5 %), [титан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29) (0,45 %), які в сумі становлять 98,98 %. Найрідкісніші елементи: [Ро](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B9) (приблизно 2·10−14 %),  [Ra](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ra%22%20%5Co%20%22Ra) (2·10−10 %),  [Re](https://uk.wikipedia.org/wiki/Re) (7·10−8 %),  [Au](https://uk.wikipedia.org/wiki/Au%22%20%5Co%20%22Au)(4,3·10−7 %), [Bi](https://uk.wikipedia.org/wiki/Bi) (9·10−7 %) тощо.

У результаті магматичних, метаморфічних, тектонічних процесів і процесів осадоутворення земна кора різко диференційована, в ній протікають складні процеси концентрації і розсіяння хімічних елементів, що приводять до утворення різних типів [порід](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0). Вважають, що верхня мантія за складом близька до ультраосновних порід, в яких переважає [О](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C) (42,5 %) , [Mg](https://uk.wikipedia.org/wiki/Mg%22%20%5Co%20%22Mg) (25,9 %), [Si](https://uk.wikipedia.org/wiki/Si) (19,0 %) і [Fe](https://uk.wikipedia.org/wiki/Fe%22%20%5Co%20%22Fe) (9,85 %). У мінеральному відношенні тут панує [олівін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%BD), менше [піроксенів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%B8). Нижню мантію вважають аналогом кам'яних [метеоритів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82) ([хондритів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B8%D1%82)). Ядро 3емлі за складом аналогічне залізним метеоритам і містить приблизно 80 % [Fe](https://uk.wikipedia.org/wiki/Fe%22%20%5Co%20%22Fe), 9 % [Ni](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ni%22%20%5Co%20%22Ni), 0,6 % [Co](https://uk.wikipedia.org/wiki/Co%22%20%5Co%20%22Co). На основі метеоритної моделі розрахований середній склад Землі, в якому переважає Fe (35 %), О (30 %), Si (15 %) і Mg (13 %).

[Температура](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) є однією з найважливіших характеристик [земних надр](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96_%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0&action=edit&redlink=1), що дозволяють пояснити стан речовини в різних шарах і побудувати загальну картину глобальних процесів. За вимірюваннями в [свердловинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B0) температура на перших кілометрах наростає з глибиною з градієнтом 20 °C/км. На глибині 100 км, де знаходяться первинні вогнища [вулканів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%BA%D0%B0%D0%BD), середня температура трохи нижча за [температуру плавлення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) [гірських порід](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0) і дорівнює 1100 °C. При цьому під [океанами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD) на глибині 100–200 км температура вища, ніж під [континентами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82), на 100–200 °C. Стрибок [густини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8) речовини в шарі С на глибині 420 км відповідає тиску 1,4·1010[Па](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F%29) і ототожнюється з [фазовим переходом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%85%D1%96%D0%B4) в [олівіні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%BD), який відбувається при температурі приблизно 1600 °C. На межі з ядром при тискові 1,4·1011 Па і температурі порядку 4000 °C [силікати](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8) знаходяться в [твердому стані](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE), а залізо в [рідкому](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0). У перехідному шарі F, де залізо твердне, температура може бути 5000 °C, в центрі 3емлі – 5000-6000 °C, тобто, адекватна температурі поверхні Сонця.

**Атмосфера**

[Атмосфера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8) Землі, загальна маса якої 5,15·1015 [т](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0), складається з [повітря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) — суміші в основному [азоту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82) (78,08 %) і [кисню](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C) (20,95 %), 0,93 % [аргону](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD), 0,03 % [вуглекислого газу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7), інше — це [водяна пара](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0), а також [інертні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BD%D1%96_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B8) та інші [гази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7). Максимальна [температура](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) поверхні [суходолу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB_%28%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F%29) 57-58 °C (у тропічних пустелях [Африки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%84%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0) і [Північної Америки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), мінімальна — близько −90 °C (у центральних районах [Антарктиди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B0)). Атмосфера Землі захищає все живе від згубного впливу [космічного випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F).

**Атмосфера Землі включає:**

[тропосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) (до 15 км)

[стратосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) (15—100 км)

[іоносферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) (100 — 500 км).

Між тропосферою і стратосферою розміщується перехідний шар -[тропопауза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%83%D0%B7%D0%B0). У глибинах стратосфери під впливом сонячного світла створюється [озоновий екран](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%BD), який захищає живі організми від космічного випромінювання. Вище – [мезо -](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0), [термо -](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) й [екзосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0).

Кут нахилу [осі Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%81%D1%8C_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) до площини орбіти постійно становить 66° 33′. Нахил осі суттєво впливає на нерівномірний розподіл [сонячної радіації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) по земній поверхні. Це призводить до регулярної зміни [пір року](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83).

**Обертання**

Повний обіг навколо осі планета здійснює за [добу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D0%B0) - 23 години 56 хвилин 4 секунди. З цим рухом пов'язані декілька географічних наслідків:

* під дією [сил тяжіння](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) та відцентрової сили Земля стає опуклою поблизу [екватора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) та сплющеною біля полюсів;
* відбувається зміна дня і ночі;
* утворюється оборотна сила, або [сила Коріоліса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D0%9A%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%B0), завдяки чому всі потоки (водні чи повітряні) в північній півкулі, що рухаються з півночі на південь, відхиляються від свого напрямку праворуч.

**Орбіта**

Земля виконує один оберт навколо Сонця за кожні 365,256 днів сонячного часу, що відповідає одному року (365 діб 6 годин 9 хвилин 9 секунд). Для зручності вимірюють три роки поспіль по 365 діб кожен, а до четвертого року,[високосного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D1%96%D0%BA), додають 1 добу. Середня відстань від Сонця становить 150 млн км. З точки зору земного спостерігача Сонце рухається на схід відносно зірок зі швидкістю 1°/день. Орбітальна швидкість планети становить у середньому 29,78 км/с.

Про будову Землі ми докладно дізнаємося з географії, про її розмаїтий біологічний світ – з біології. Проте, Земля – це одна із планет Сонячної системи. І хоча, як порівняти з іншими небесними тілами, її досліджено найкраще, таємниць залишилося ще багато. А надто – в частині еволюції Землі як космічного об’єкта, її взаємодії з іншими тілами Сонячної системи. Хоча астрономічні спостереження Місяця почалися ще до появи перших телескопів, автоматичні космічні апарати вивчають його понад півстоліття, а десятки років тому на його поверхні побували люди, астрономи досі не мають остаточної теорії його виникнення.

1. Земля як небесне тіло. За багатьма ознаками Земля – звичайна планета Сонячної системи. Як й інші планети, вона обертається навколо своєї осі й рухається навколо Сонця. Її розміри не найбільші, але й не найменші серед планет Сонячної системи. І все-таки Земля (рис. 15) особлива планета, бо на ній є життя! Жодна інша планета Сонячної системи не має таких сприятливих умов для життя, як Земля. Немає атмосфери, склад якої забезпечує дихання живих істот і водночас, як щит, захищає все живе від згубних космічних променів. Немає таких сприятливих температур і величезних запасів води, яких потребує життя.



Рис. 15. Земля з відстані 11,6 млн км. Фото космічного апарата «Вояджер-1» (1977 р.)

Орбіта Землі має форму еліпса з незначним ексцентриситетом (е = 0,0167), тому мало відмінна від кола. Планета рухається по орбіті навколо Сонця зі швидкістю майже 30 км/с на середній відстані 149,6 млн. км. Її вісь нахилена до площини орбіти під кутом 66,5° і під час руху Землі у просторі цей нахил не змінюється. Саме тому в різних точках орбіти одні й ті самі ділянки поверхні планети освітлюються по-різному, що спричиняє періодичну зміну пір року.

У першому наближенні Земля має форму кулі. Але насправді через обертання вона дещо сплюснута біля полюсів й опукла біля екватора. Тому зазвичай форму Землі подають як еліпсоїд обертання ― еліпс, що обертається навколо малої осі. Ще точніше форму Землі описує геоїд – поверхня геоїда повторює вільну не збуджену поверхню води в Світовому океані. Її уявно продовжують під материками так, щоб вона була скрізь перпендикулярна до напрямку сили тяжіння.

Маса Землі відносно невелика – приблизно в 318 разів менша, ніж маса Юпітера, найбільшої планети в Сонячній системі. З космосу Земля мало нагадає звичний шкільний глобус: замість чітких обрисів материків і океанів видно мінливий візерунок білих хмар, що огортають більше половини її диска. Проте у проміжках між ними можна розгледіти контури берегових ліній, пустелі, лісові масиви, гірські райони, великі міста. З місячної поверхні нашу планету видно як диск, учетверо більший, ніж диск повного Місяця із Землі. На марсіанському небі Земля сяє як зоря –2,5 видимої зоряної величини. Водяна пара й вуглекислий газ затримують у нижніх шарах атмосфери значну кількість тепла, яке випромінює Земля. Натомість до її поверхні відносно вільно проходять світлові сонячні промені. Тобто, як скло в парниках і оранжереях, атмосфера пропускає сонячні промені всередину, але затримує тепло, що йде назовні. Це явище, назване парниковим ефектом, має винятково велике значення для існування життя на Землі. Завдяки йому поверхня не надто вихолоджується в холодну пору року. Зникнення водяної пари й вуглекислого газу з атмосфери призвело б до зниження середньої температури на планеті майже на 40 °С. Земля має стале магнітне поле, що простягається від поверхні в космос на кілька її радіусів. Поблизу поверхні воно таке саме, як магнітне поле лінійного магніту (диполя), вісь якого нахилена до осі обертання Землі під кутом 11°. Тому магнітні полюси Землі не збігаються з її географічними полюсами. Наявність магнітного поля пов’язують з дуже повільними рухами речовини в рідкому зовнішньому ядрі планети. Магнітне поле захоплює й утримує поблизу Землі безліч заряджених частинок, що приходять від Сонця, утворюючи навколо неї радіаційні пояси. Навколоземний простір, фізичні властивості якого визначає взаємодія магнітного поля планети з потоками заряджених частинок, називають магнітосферою. Як і атмосфера, магнітосфера захищає все живе на планеті від жорстких космічних частинок, що приходять від Сонця.

**Місяць**

Місяць - найближче до Землі небесне тіло. Її радіус дорівнює 1737 км, середня відстань від Землі становить 384400 км. Маса Місяця в 81,3 рази менше маси Землі. Середня щільність - 3,3 г / см3, тобто в 1,5 рази менше середньої щільності Землі (5,5 г / см3).

Місяць рухається навколо Землі в тому ж напрямку, що і Земля навколо Сонця. Період обертання Місяця навколо Землі (сидеричний або зоряний місяць) дорівнює 27.32 доби. Через такий час Місяць займає колишнє положення на своїй орбіті по відношенню до зірок. Зі спостережень встановлено, що синодичний місяць в середньому дорівнює 29,53 середніх сонячних діб. Проміжок часу між двома послідовними однойменними фазами Місяця називається синодичним місяцем.

Площина місячної орбіти нахилена до площини екліптики в середньому під кутом 5 ° 09 (до площини орбіти землі) - коливання від 4°58' до 5°20'. Місяць звернений до Землі завжди однієї і тієї ж стороною, одним і тим же півкулею, так як вона обертається навколо своєї осі з тим же періодом (і в тому ж напрямку), з яким вона обертається навколо Землі, тобто. « зоряна доба »на Місяці складають 27,32 земних середніх діб. Вісь обертання Місяця нахилена до площини місячної орбіти на кут 83 ° 20 '(змінюється в межах від 83 ° 10' до 83 ° 31 '). «Синхронізація» обертань Місяця навколо своєї осі і навколо Землі (спін-орбітальний резонанс) виникла в результаті гальмування, викликаного приливними силами.

Найбільш великі деталі місячної поверхні - «моря» і великі гірські райони - видно навіть неозброєним оком. У телескоп, підзорну трубу або бінокль можна спостерігати своєрідні форми місячного рельєфу. Першим спостерігав Місяць в телескоп Галілео Галілей. Він і назвав великі темні області морями, і ця назва зберігається за традицією, хоча відомо, що місячні моря не містять води.

Великі світлі ділянки місячної поверхні, звані материками, займають близько 70% видимого з Землі диска. Це нерівні, гористі райони. Решта 30% поверхні - моря, рівні гладкі області. Одна з найбільш характерних форм місячного рельєфу - кратери. Місячний кратер складається з кільцевого валу, усередині якого знаходиться рівнина (дно), а в центрі рівнини - центральна гірка, висота якої зазвичай менше висоти вала. Найбільші кратери мають діаметр до 100 км. Більшість кратерів має метеоритне походження.

Око спостерігача сприймає Місяць як яскравий, злегка жовтуватий диск. Це враження в деяких відносинах оманливе: відбивна здатність Місяця дуже низька. Сферичне альбедо Місяця у видимій області спектра становить всього лише 0,06.

Вимірювання ІК і радіовипромінювання випромінювання Місяця показали наступне:

Поверхня Місяця

1) У денний час (опівдні) на екваторі температура поверхні Місяця складає близько 390 К.

2) У нічний час температура поверхні дуже низька, 100-120 К.

3) Теплопровідність місячного ґрунту дуже мала; вона близька до теплопровідності сухого піску в вакуумі. Коливання температури від дня до ночі майже повністю згладжуються вже на глибині 10 см.

Сейсмографи, доставлені на Місяць, відзначили багато невеликих «лунотрясінь», в основному пов'язаних, ймовірно, з падіннями метеоритів. Їх дані не вказують на скільки-небудь серйозну сейсмічну активність, але Місяць, ймовірно, не є геологічно мертвої планетою.

Внутрішня структура Місяця включає в себе кору, мантію і ядро. Місячна кора має в середньому товщину близько 50 км. Місячна мантія простягається в глибину приблизно на 1200 км. Між мантією і ядром знаходиться частково розплавлений прикордонний шар товщиною близько 150 км. Рідке зовнішнє ядро ​​товщиною приблизно 90 км складається в основному з рідкого заліза. Внутрішнє тверде ядро ​​має радіус 240 км.

Природу Місяця почали розуміти задовго до винайдення телескопа. Вже давньогрецькі вчені здогадувалися, що Місяць – кулясте тіло, яке обертається навколо Землі і світить відбитим сонячним світлом. У III ст. до нашої ери астроном Аристарх Самоський з дивовижною для того часу точністю обчислив відстань між Місяцем і Землею у 60 земних радіусів. Хоча насправді ця відстань коливається між 55 і 63 радіусами Землі. Темні ділянки місячного диска греки сприймали як водойми, а світлі, як суходіл. Звідти пішла традиція називати морями ті ділянки Місяця, що відбивають найменше світла. Ґ. Ґалілей був першим, хто виділив у рельєфі Місяця гори і кратери. 1651 р. італійський астроном Дж. Річчолі та його французький колега Ф. Гримальді опублікували докладну карту Місяця, де великій кількості місячних структур було вперше надано назви. Найпримітніші кільцьові гори вони назвали іменами видатних вчених, а великі рівнини отримали географічні або метеорологічні назви. Цю класифікацію незабаром визнала наукова громада, її використовують і дотепер. Назви – Море Ясності, Море Спокою, Океан Бурь, кратери Коперника й Тіхо з’явилися завдяки цим астрономам. До початку космічної ери було відомо – Місяць не має атмосфери в звичному розумінні, а внутрішня активність його надр припинилася дуже давно. Проте сліди цієї активності донині зберігають на поверхні Місяця різні ландшафти – лавові поля океанів і морів та гірські пасма материків. Кратери, найпоширеніший елемент місячного рельєфу, утворені внаслідок падіння метеоритів. На видимому боці Місяця їх налічують до кількох десятків тисяч. Через відсутність атмосфери навіть найменші частинки досягають місячної поверхні й залишають слід від удару. Виміри показали, що вдень поверхня Місяця розігрівається до **+110 °C**. Та як тільки Сонце зайде за обрій, температура швидко падає до –**170 °C**. Поверхню Місяця вкриває шар пухкої речовини – реголіт, за структурою й хімічним складом близький до земних вулканічних порід. Він утворюється внаслідок дроблення, перемішування і спікання місячних порід, спри- чинених ударами метеоритів. Середня товщина поверхневого шару становить 2–3 м, а де до 10 м. Цей шар роздроблених порід має низьку теплопро- відність, тому, всупереч значним температурним коливанням на поверхні, вже на глибині близько одного метра температура не змінюється.

***Місячні моря*** – це ділянки, що лежать нижче середнього рівня поверхні супутника Землі й мають гладке рівне «дно» з малою кількістю кратерів. Такі ділянки складені породами, що погано відбивають сонячне світло, і тому здаються темними. Як порівняти з іншими місячними структурами, моря з’явилися не так давно – 3,8–3,3 млрд. років тому, і схоже, їхня поверхня утворена лавою вулканічного походження. Материки – це ділянки, що лежать вище середнього рівня поверхні Місяця. Вони відбивають сонячного світла значно більше, ніж моря, і вкриті кратерами різних розмірів. Більшість з них, як і великі кругові моря, утворилися внаслідок падіння метеоритів. Коли тіло, що падало на Місяць, мало великі розміри, сила удару спричиняла викид лави з мантії, яка змішувалася з речовиною поверхні. Навколо деяких кратерів помітні промені: вони утворилися з потоків лави, що вилилась після падіння метеорита. Сила тяжіння Місяця спричиняє припливні деформації (явище припливів і відпливів) у літосфері (тверда оболонка до 100 км ), гідросфері й атмосфері Землі. Вони виникають, бо Місяць з неоднаковою силою притягає до себе різновіддалені від нього частини Землі, що спричиняє деформацію й розтягування її тіла вздовж прямої, направленої в бік Місяця. Через припливи й відпливи Місяць гальмує обертання Землі навколо осі. Розрахунки показують, що на початку існування планети земна доба тривала не 24, а лише 6 годин. Водночас Земля загальмувала осьове обертання Місяця так, що тепер доба на ньому триває майже 28 земних діб, тобто рівна періоду обертання навколо Землі. Тому нині Місяць повернутий до нас одним боком.

Місяць лежить найближче до Землі, тому він став першим небесним тілом, до якого спрямували космічні апарати (1958). У 1959 р. радянський КА «Луна‑3» передав на Землю зображення невидимого з поверхні нашої планети боку Місяця. Згодом космічні зонди здійснили м’яку посадку, взяли зразки місячних порід і доставили їх на Землю. Вершиною радянської місячної програми стала доставка на поверхню Місяця самохідних апаратів «Луноход‑1» (1970–1971) і «Луноход‑2» (1973). Натомість США, виконуючи проект «Аполлон», здійснили висадку людини на Місяць. Упродовж 1969–1972 рр. шість екіпажів побували на Місяці: уперше це трапилось 20 липня 1969 року, коли космічний корабель «Аполлон‑11» доставив астронавтів Нейла Армстронга та Едвіна Олдріна в море Спокою. Після закінчення програм «Аполлон» і «Луна» дослідження Місяця з допомогою космічних апаратів не припинилося, хоча інтенсивність суттєво зменшилася. На початку XXI ст. інтерес до вивчення Місяця знову зріс. Європейське космічне агентство 28 вересня 2003 запустило перший місячний зонд «Смарт‑1», а США 2004 р. оголосили про плани створення нових пілотованих космічних кораблів, здатних доставити людей на Місяць. Космічні дослідження індійської місії «Чандраян‑1» (2008) та американської LCROSS (2009) – Lunar CRater Observation and Sensing Satellite (Космічний апарат для спостереження і зондування місячних кратерів) дали можливість виявити на Місяці водяний лід, а також різні хімічні елементи і сполуки – оксид вуглецю, метан, аміак, кальцій, магній, ртуть, срібло тощо. Деякі з цих речовин до складу місячного ґрунту, імовірно, внесли астероїди й комети. Внутрішню будову природного супутника Землі досліджено не так докладно, як його поверхню. Проте сейсмічні дослідження показали, що, окрім твердої літосфери, Місяць має мантію з частково розплавленим нижнім шаром. А на глибині 1400–1500 км, імовірно, лежить межа місячного ядра. Його існування ще є предметом дискусії, але модель внутрішньої будови Місяця включає ядро з масою не більше 1 % від маси всієї місячної кулі. Маса Місяця мала, щоб він міг утримувати атмосферу. Друга космічна швидкість для Місяця становить майже 2,4 км/с, а швидкості теплового руху газових частинок здебільшого вищі. Тому вони або покидають навколомісячний простір, або розсіюються на великі відстані від поверхні. Ця умовна місячна атмосфера перебуває в сильно розрідженому стані і своїми фізичними властивостями аналогічна земній екзосфері (найвищий шар атмосфери Землі). Місяць практично не має глобального магнітного поля дипольної при роди. Плазма сонячного вітру й потоки частинок високих енергій вільно досягають місячної поверхні, де їх поглинає реголіт. Величина глобального магнітного поля на поверхні не перевищує 0,5 гам (несистемна одиниця вимірювання магнітного поля γ - 1 гама = 10−5 ерстед = 0,01/(4π) A/м ≈ 0,000795774715 А/м - для виміру космічних магнітних полів). Напруженість магнітного поля на поверхні Землі складає 50 000 γ . Проте напруженість місцевого магнітного поля подекуди може сягати 100–300 гам. Появу цих аномалій пояснюють палеомагнетизмом. Але першоджерело стародавніх магнітних полів на Місяці залишається загадковим і є однією з невирішених проблем його природи. Місяць – найближче до Землі космічне тіло, тому земляни, напевне, освоять його найпершим. Майбутня місячна індустрія має забезпечити не лише нормальне життя мешканцям Місяця, але й стати основою для дальшого розвитку науки. У цьому сенсі це небесне тіло – вдале місце для астрономічних досліджень. Тут можна без перешкод вивчати весь електромагнітний спектр – від гамма-променів до наддовгих радіохвиль. Стануть доступними для прямого вивчення первинні космічні промені (потоки швидких протонів, альфа-частинок і ядер важких елементів), які не проникають крізь атмосферу Землі в «чистому» вигляді. Важливою буде «Служба Землі». Під цим терміном мають на увазі регулярні спостереження з Місяця земної атмосфери й вивчення глобальних змін у біосфері Землі, зумовлених техногенною діяльністю людини. Спостереження з поверхні Місяця допоможуть поліпшити синоптичні прогнози, що має велике практичне значення. Як наукова лабораторія Місяць цікавий не тільки астрономам, але й фізикам, геологам, біологам. Освоєння Місяця виявить нові непередбачувані напрямки місячної науки й особливі риси розвитку місячної техніки. Місяць може бути проміжним космодромом для міжпланетних польотів, відправною точкою для освоєння землянами Сонячної системи.

**Фази місяця**



Рис. 15. Зміна фаз місяця при його русі орбітою

**Урок 8**

**Тема уроку: Планети земної групи**

Питання:

**Планети земної групи**

Сонячну систему схематично можна уявити так: в її центрі міститься зоря – Сонце, навколо нього обертаються вісім великих планет. Окрім них, є карликові планети, до 200 супутників планет, астероїди й комети. До Со- нячної системи також належить міжпланетний пил і газ, випромінювання й фізичні поля.

Планета – це небесне тіло, яке: • обертається навколо Сонця, • відносно велике й масивне, щоб мати кулясту форму, • очищає околиці своєї орбіти (тобто поряд з планетою немає інших, подібних з нею розмірами й масою, тіл).

З огляду на головні фізичні параметри (розмір, маса, середня густина, хімічний склад) планети Сонячної системи поділяють на дві групи ***– планети земного типу і планети-гіганти***. До першої групи, окрім Землі, належать Меркурій, Венера й Марс, до другої групи – Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун. Особливості планет земної групи. Це відносно невеликі розмірами і масами планети з твердими поверхнями, рельєф яких має спільні риси. Середнє значення густин їх речовини в кілька разів більше за густину води. Те, що ці значення схожі, свідчить про схожість хімічного складу надр. Планети земної групи складаються, переважно, з силікатних порід і металів.

Натомість атмосфери планет земного типу значно різняться між собою. Меркурій оточений дуже розрідженою воднево-гелієвою оболонкою, яка насправді є потоком сонячної плазми, дещо згущеної навколо планети під дією її сили тяжіння. Атмосфера Венери на 97 % складається з вуглекислого газу і дуже густа: біля поверхні її густина в 15 разів менша за густину води, а тиск становить майже 90 атм. Марсіанська атмосфера, в складі якої 95 % вуглекислого газу, значно розрідженіша, ніж Венери. Тиск біля поверхні Марса в 170 разів менший, ніж біля поверхні Землі. У планет земної групи дуже мало супутників: у Землі – один, у Марса – два крихітних, у Венери й Меркурія – жодного. Періоди обертання навколо осей відносно зір (зоряна доба) майже однакові (18 хв різниці) у Землі і Марса. Меркурій обертається навколо осі майже за 59 земних діб, Венера – за 243 земних доби, але у зворотному напрямку. Тобто за погляду на Венеру з боку Північного полюса нашої планети її обертання відбувається за годинною стрілкою, а не проти неї, як у більшості інших планет. Сонячна доба Меркурія і Венери, як порівняти із Землею і Марсом, дуже відмінна від зоряної. На Меркурії вона найтриваліша в Сонячній системі – 176 земних діб, що дорівнює двом меркуріанським рокам по 88 земних діб. На Венері сонячна доба триває 117 земних діб, тоді як рік – 225 земних діб. Планети земної групи різняться між собою й розмірами. Меркурій майже втричі менший за Землю, Марс – удвічі. Найближча розмірами до Землі Венера – усього на 640 км менша в поперечнику за нашу планету.

**Меркурій**

Планету названо на честь римського бога [Меркурія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%96%D0%B9_%28%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29), послідовника  [грецького](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F) [Гермеса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%81) та [вавилонського](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BD) [Набу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D1%83_%28%D0%B1%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%29%22%20%5Co%20%22%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D1%83%20%28%D0%B1%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%29). Давні греки часів [Гесіода](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%81%D1%96%D0%BE%D0%B4) назвали Меркурій «Στίλβων» (Стилбон, блискучий). До V століття до н. е. греки вважали, що Меркурій, видимий на вечірньому та вранішньому небі - це два різні об'єкти.

**Особливості руху**

[Орбіта](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) Меркурія значно витягнута ([ексцентриситет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B8) 0,2056) і [нахилена](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%85%D0%B8%D0%BB_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B8) до площини [екліптики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (7,00°). Середня швидкість його руху орбітою - 47,36 км/с. За всіма цими показниками він тримає рекорд серед великих планет Сонячної системи. Відстань від Меркурія до Сонця змінюється від 46,00 до 69,82 млн. км. Період обертання навколо Сонця (меркуріанський рік) становить **87,97** земної доби, а середній інтервал між однаковими фазами ([синодичний період](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4)) - 115,9 земної доби. Відстань до Меркурія від [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F) змінюється від 77,3 до 221,9 млн. км, а [кутовий розмір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D1%96%D1%80) для земного спостерігача  від 13["](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0) до 4,5" (кут під яким видно діаметр Меркурія).

[Період обертання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) Меркурія навколо своєї осі - 58,646 діб, що становить 2/3 періоду обертання навколо Сонця. Таким чином, за один оберт навколо Сонця планета робить 1,5 оберти навколо своєї осі, і під час проходження [перигелію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B9) повертається до Сонця почергово то нульовим, то 180-м меридіаном. Тривалість сонячної доби на планеті дорівнює 3 [зоряним](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0) меркуріанським добам (зоряна доба - період обертання навколо своєї осі) або 2 меркуріанським рокам, що становить близько 175,92 земної доби. Узгодженість обертання планети навколо власної осі з обертанням навколо Сонця - результат дії [припливного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2) [тертя](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%8F) і [крутного моменту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) гравітаційних сил з боку Сонця, зумовленого відхиленням розподілу мас на Меркурії від концентричного ([центр мас](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80_%D0%BC%D0%B0%D1%81) зсунуто щодо геометричного центру планети). Через близькість Сонця вплив припливних сил на Меркурій значно більший, ніж на інші планети.

[Нахил осі обертання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%85%D0%B8%D0%BB_%D0%BE%D1%81%D1%96_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) Меркурія становить лише 0,034°, тому сезонних змін, подібних до земних, на цій планеті нема (однак є зміни, спричинені витягнутістю орбіти). Для спостережень із Землі Меркурій — незручний об'єкт. Як внутрішня планета, він не віддаляється від Сонця більш ніж на 28° і видимий лише на фоні вечірньої або ранкової зорі, низько над обрієм, на короткий час. Окрім цього в таку пору фаза планети (тобто кут між напрямками від планети до Сонця і до Землі) близька до 90°, і спостерігач бачить освітленою лише половину її диску.

**Венера**

Венера - друга [планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Період обертання навколо Сонця - 224,7 [земних діб](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D0%B0). Названа на честь [Венери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0_%28%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29), богині кохання з [римського пантеону](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B3%D1%96%D1%8F) (давньоримська релігія). Це єдина з восьми основних планет Сонячної системи, яка отримала назву на честь жіночого божества. За розміром майже така ж, як і [Земля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F).

Венера - [внутрішня планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8_%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B8), і на земному небосхилі не віддаляється від Сонця далі 48°. Венера - третій за яскравістю об'єкт на небі; її блиск поступається лише блиску [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) та [Місяця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29). Належить до планет, відомих людству з найдавніших часів.

Орбіта Венери ближча до кола, ніж орбіта будь-якої іншої планети [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Її [ексцентриситет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82) становить всього лише 0,0068. [Період обертання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) навколо Сонця (венеріанський рік) становить **224,7** земної доби. Іноді Венера підходить до Землі на відстань, меншу 40 млн. км.

Венера обертається навколо своєї осі в зворотному напрямку до обертання навколо Сонця, на відміну від Землі та інших планет. [Сидеричний період](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4) обертання Венери навколо своєї осі (зоряна доба) становить 243,018 земної доби. Тривалість сонячної доби на планеті становить близько 116,75 земних діб.

Як і координати її Північного полюса ([пряме піднесення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%B5_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) = 272,57°-як земна довгота,  [схилення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82) = +67,14°), його отримано в результаті спільної обробки результатів бортових радіолокаційних і доплерівских вимірювань «Магеллана» і «Венери-15, −16» для 20 опорних точок на поверхні Венери.

Хоча у Венери й Землі близькі розміри, середня густина й навіть внутрішня будова, проте Земля має досить потужне [магнітне поле](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5), а Венера його не має.

Хоча у Венери й Землі близькі розміри, середня густина й навіть внутрішня будова, проте Земля має досить потужне [магнітне поле](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5), а Венера його не має.

За однією з сучасних теорій напруженість дипольного магнітного поля залежить від [прецесії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%8F) полярної осі і вектора кутової швидкості. Саме цей параметр на Венері мізерно малий, але вимірювання свідчать про нижчу напруженість ніж та, яку передбачає теорія.

Хоча загального дипольного поля у Венери немає, проте [магнітне поле](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5), хоча й досить слабке, на Венері є. У провідному шарі атмосфери, [іоносфері](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0), магнітне поле наводиться сонячним магнітним полем і [сонячним вітром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80). Міжпланетне магнітне поле напруженістю близько 10 нТл взаємодіє з іоносферою планети, яка рухається в ньому. Оскільки іоносфера - провідник, у ній з'являються електричні струми, які, у свою чергу, збуджують магнітні поля. Щоправда, вони мають локальний характер, орієнтовані випадково, мають невелику напруженість (15-20 н[Тл](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B0)). Взаємодія цих полів з плазмою сонячного вітру ще більше ускладнює явище. Тому у Венери немає [радіаційних поясів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D1%81%D0%B8) у традиційному їх розумінні.

[Атмосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8) Венери відкрив [1761](https://uk.wikipedia.org/wiki/1761) pоку [М. В. Ломоносов](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B2_%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), який спостерігав [проходження планети перед диском Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B8_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4_%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D1%8F). Атмосферний [тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA) на середньому рівні поверхні Венери перевищує [земний](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F%29) у 92 рази, а [густина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) повітря - в 55 разів. Складається атмосфера Венери з [вуглекислого газу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7) з домішкою [азоту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82) та слідами інших речовин. Вуглекислий газ та інші складники атмосфери, пропускаючи сонячні промені, дозволяють поверхні нагріватися, але поглинають інфрачервоне випромінювання розігрітої поверхні, що є причиною дуже сильного [парникового ефекту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82). Через це температура на поверхні Венери рекордна для планет Сонячної системи - близько 470°C. Її добові коливання, а також різниця між екватором та полюсами, дуже малі (близько 1-2°C). З висотою температура падає на 8°C/км.

Хмарний шар Венери, що ховає від нас її поверхню, розташовано на висоті 49-68 км над поверхнею, за щільністю він нагадує легкий [туман](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD) і складається в основному з пари 80-процентної [сірчаної кислоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0). Хмари Венери рухаються зі сходу на захід за панівними на планеті вітрами і роблять повний оберт навколо її осі за 4 дні, а [освітленість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) на поверхні в денний час схожа на земну в похмурий день.

Оскільки хмари роблять поверхню недоступною для спостережень у видимому світлі, її досліджують переважно [радіолокаційними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) методами.

Сніг на Венері складається з сульфідів вісмуту і свинцю.

**Марс**

Марс - четверта [планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) за відстанню від [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) й сьома за розміром і масою. Названа на честь [Марса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29) — давньоримського бога війни. Іноді Марс називають «червоною планетою» через червонуватий колір поверхні.

Марс — планета [земного типу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8_%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B8) з розрідженою [атмосферою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8). На Марсі є [метеоритні кратери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80), як на [Місяці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29), [вулкани](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%BA%D0%B0%D0%BD), [долини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0) і [пустелі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F), подібні до земних. Тут розташована гора [Олімп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D0%9E%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%BF_%28%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81%29) (22 456 м), найвища відома гора в [Сонячній системі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), і [Долини Марінера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8_%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0) - величезна [рифтоподібна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D1%84%D1%82%22%20%5Co%20%22%D0%A0%D0%B8%D1%84%D1%82) система [каньйонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D1%8C%D0%B9%D0%BE%D0%BD). На додаток до особливостей - [період обертання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) Марса і [сезонні цикли](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83) також подібні до земних.

Марс - невелика планета, більша за [Меркурій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%96%D0%B9_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), але майже вдвічі менша від Землі за діаметром. Марс має екваторіальний радіус 3396 км і середній полярний радіус 3379 км (обидва значення точно визначені космічним апаратом [«Mars Global Surveyor»](https://uk.wikipedia.org/wiki/Mars_Global_Surveyor), який почав свою місію на орбіті навколо планети [1999](https://uk.wikipedia.org/wiki/1999) року). Маса Марса становить 6,418\*1023 кг, що вдесятеро менше за масу Землі, а [прискорення вільного падіння](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F) на його поверхні — 3,72 м/с². Це означає, що об’єкти на Марсі важать лише третину своєї земної ваги.

Загальна площа поверхні Марса приблизно дорівнює всій площі Земної суші. Це десь - третина всієї площі планети Земля.

Марс має криваво-червоний колір, яким він завдячує мінералу [маґгеміту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D2%91%D0%B3%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%82%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B0%D2%91%D0%B3%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%82) - γ- тривалентного оксиду заліза . Через цей колір його іноді називають Червоною планетою. Марс довго асоціювали з війною і кровопролиттям, і тому його назвали на честь римського бога війни. У планети є два супутники, [Фобос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%81_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) ([грец.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) «Страх») і [Деймос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%81_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%81%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) («Жах»), які були названі на честь двох синів [Ареса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B5%D1%81) і [Афродіти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%96%D1%82%D0%B0) (римські варіанти назв — Марс і Венера відповідно).

Протягом минулого сторіччя Марс посідав особливе місце в популярній культурі. Він служив натхненням для поколінь фантастів. Загадковість планети і багато таємниць залишаються стимулом для наукових досліджень і людської уяви до цього дня.

**Внутрішня будова**

У центрі Марса розташоване ядро, діаметром близько 2968 кілометрів, яке складається здебільшого з [заліза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE) із вмістом сірки близько 14-17 %. Ядро перебуває в рідкому стані й має вдвічі більшу концентрацію легких елементів, ніж [ядро Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%BE_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96). Ядро оточене [мантією](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8) з силікатів, яка сформувала багато тектонічних і вулканічних особливостей на планеті, але зараз вже не діє. Середня товщина кори планети - близько 50 км, максимальна товщина - 125 км.

**Орбіта**

[Орбіта](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) Марса приблизно у 1,5 рази віддаленіша від [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5), ніж орбіта [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F). Через відносно видовжену орбіту, відстань між Марсом і Сонцем змінюється від 207 млн. км у [перигелії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B9) до 250 млн. км в [афелії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%84%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B9). Тривалість марсіанського року становить 687 земних діб. Марс обертається навколо своєї осі з періодом 24 години 37 хвилин (марсіанську добу називають сол), що лише трохи довше за тривалість доби на Землі.

На Марсі спостерігається також зміна пір року. Через еліптичну орбіту сезони в північній і південній півкулі мають різну тривалість: літо в північній півкулі триває 177 марсіанських діб, а в південній воно на 21 день коротше й на 20 градусів тепліше. Орбіти Марса й Землі лежать практично в одній площині (кут між ними становить 2[°](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%28%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F%29)). Вісь обертання Марса нахилена під кутом 25,2° до перпендикуляра до площини орбіти й спрямована у [сузір'я Лебедя](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B7%D1%96%D1%80%27%D1%8F_%D0%9B%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D0%B4%D1%8F). Через кожні 780 діб планети Земля і Марс опиняються на мінімальній відстані одна від одної, яка змінюється між ними від 56 до 401 млн. км. Такі зближення планет називають [протистояннями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8). Якщо відстань між планетами менша 60 млн. км, то такі протистояння називають великими. Великі протистояння відбуваються кожні 15–17 років.Згідно з орбітальними спостереженнями й експертизою марсіанських метеоритів, поверхня Марса складається здебільшого з [базальту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82). Деякі докази свідчать, що частина поверхні Марса багатша на [кварц](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%86), ніж типовий базальт. Більша частина поверхні багата на тривалентний [оксид заліза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%28III%29) .

Основні компоненти марсіанських порід - [залізо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE) (в деяких пробах — до 14 %), [кальцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%96%D0%B9), [алюміній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9), [кремній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9), [сірка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%80%D0%BA%D0%B0). Є також  [стронцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B9),  [цирконій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B9),  [рубідій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%B1%D1%96%D0%B4%D1%96%D0%B9), [титан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29).

На відміну від Меркурія і Венери, Марс, залежно від його кутової відстані від Сонця, можна спостерігати і ввечері, і вранці, і протягом усієї ночі. Як світило він має червонуватий колір, що дозволяє досить легко відшукати його на зоряному небі. У розрідженій атмосфері Марса води і кисню дуже мало. І все ж досить часто в ній з’являються хмари з дрібненьких кристаликів льоду. Через це атмосфера Марса рідко буває цілком прозорою. Коли ж на Марсі вирують пилові бурі, його поверхня на кілька місяців стає недосяжною для спостережень. За сприятливих марсіанських погодних умов із Землі можна розгледіти крупні деталі рельєфу, а полярні шапки біля полюсів видно навіть в аматорський телескоп. Через особливості взаємного руху Землі і Марса кожні 15 років він опиняється на найменшій віддалі від Землі – 56 млн. км. Таке зближення називають великим протистоянням. У такі періоди вивчати Марс було найзручніше. Тепер це не важливо. Космічні апарати уможливили вивчення планети з її орбіти чи поверхні.

На Марсі майже повсюдно панують низькі температури, бо він отримує сонячного тепла майже вдвічі менше, ніж Земля. Лише на екваторі вдень температура піднімається приблизно до 288К (+15°C), а вночі, через розріджену атмосферу, неспроможну утримати накопичене за день тепло, поверхня швидко вихолоджується до 170К на екваторі й 145К на полюсах. Найнижчу температуру зафіксовано взимку на полюсах – майже 140К. Поверхня Марса – типова для планет земної групи. У чомусь вона нагадує місячну, а де ніде земну. З одного боку, тут дуже багато кратерів, а з іншого,– є великі території, де кратерів майже немає, але добре помітні сліди діяльно- сті потужних геологічних процесів. Червонуватий колір поверхні планети пояснюють присутністю в породах великої кількості мінералів (наприклад, магнетиту), що містять оксиди заліза.

На поверхні Марса є кілька дуже великих згаслих вулканів – найбільших в Сонячній системі. Найвищий з них, гора Олімп, вивершується над поверх нею планети майже на 27 км. Його вік і вік кількох менших за нього висотою сусідів становить від 3,7 млрд. до 500 млн. років. Ще одна особливість марсіанського рельєфу – система гігантських каньйонів «Долини Маринера» завдовжки 4000 км і завглибшки до 7 км. Є на Марсі безводні річища. Їх – тисячі, і вони тягнуться на сотні кілометрів. Нині умови на Марсі такі, що вода там не може перебувати в рідкому стані. Але напевне колись Марс мав потужнішу атмосферу, там діяв парниковий ефект, і клімат сприяв існуванню води в рідкому стані. Що призвело до втрати атмосфери, а згодом і річок, поки не зрозуміло. Згідно з однією із гіпотез, причиною було падіння астероїда. Згідно з іншими уявленнями,– це наслідок тривалого в часі впливу сонячного вітру – потоку заряджених частинок, що на великій швидкості приходять від Сонця. Ще одне припущення – Марс лежить поза «зоною життя» в Сонячній системі і надто мало тепла отримує від Сонця, щоб вода перебувала в рідкому стані. Як було виявлено, нині великі запаси водяного льоду є під марсіанською поверхнею у вигляді вічної мерзлоти. 2004 р. на Марсі виявлено метан. Його джерело досі невідоме, але це може бути як наслідком вулканічної активності, так і діяльності живих організмів. Нові космічні місії (зокрема, «ЕкзоМарс») мають розкрити таємницю поход- ження марсіанского метану. У Марса є дуже слабке стале магнітне поле, що свідчить про тверде, а не рідке його ядро. Середнє значення густини речовини Марса менше, ніж у Землі. На відміну від Меркурія й Венери, у Марса є два супутники. Максимальний діаметр ***Фобоса*** трохи більший за 25 км, а **Деймоса** – близько 15 км. Їхні поверхні суцільно вкриті кратерами. Походження супутників ще не з’ясоване. Можливо, колись вони були самостійними небесними тілами – астероїдами й рухалися в поясі астероїдів, але були захоплені Червоною планетою. А можливо, колись удар колосальної сили вибив з Марса мільярди тонн речовини, і з неї на орбіті згодом сформувалися супутники. Схожим припущенням про гігантське зіткнення з Землею космічного тіла нині пояснюють і утворення Місяця. Тепер з’являється все більше свідчень на користь другої версії. Нові докази здобуто після вивчення структури і складу *Фобоса*, виконаного з допомогою зонда «Марс Експрес». З’ясовано, що хімічний склад супутника не характерний для астероїдів, але має багато спільного з мінералами на Марсі.

**ВИСНОВКИ**

До планет земної групи, окрім Землі, належать Меркурій, Венера і Марс. Ці планети мають тверді поверхні й складаються переважно з силікатів і металів.

**Урок 8**

**Тема уроку: Планети гіганти**

Питання:

1. Юпітер
2. Сатурн
3. Уран і Нептун

Планети Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун, залежно від їх кутової відстані на небесній сфері від Сонця, видно і ввечері, і вранці, і протягом усієї ночі. Юпітер і Сатурн можна спостерігати неозброєним оком, а Уран і Нептун з допомогою телескопа.

 Особливості планет-гігантів. Ці планети помітно відмінні від планет земної групи, і не лише істотно більшими розмірами й масами. Вони мають значно менші середні густини, близькі до густини води, що свідчить про інший хімічний склад.

Планети-гіганти мають потужні воднево-гелієві атмосфери з домішками метану й аміаку і не мають твердих поверхонь. У міру заглиблення в їхні атмосфери речовина плавно переходить у суміш газу й рідини, а потім – у рідину. Проте під атмосферами, товщина яких закономірно зменшується зі збільшенням відстані від Сонця, кожна з них має тверде ядро. Усі планети-гіганти швидко обертаються навколо своїх осей, але не як тверді тіла: періоди обертання на різних широтах різні – приполярні зони обертаються повільніше, ніж екваторіальні. Такий, притаманний тілам, що складаються з газу, характер обертання властивий також і Сонцю. Через швидке обертання у планет-гігантів навіть на око помітно сильну сплющеність: полярний радіус Юпітера й Сатурна на кілька тисяч, а Урана й Нептуна на кілька сотень кілометрів менший за екваторіальний.

**Фізичні характеристики планет-гігантів**

 Ця група планет чітко поділяється на дві пари: Юпітер і Сатурн мають більші розміри, менші густини і менші періоди обертання, ніж Уран і Нептун.

**Юпітер**

Юпітер – найбільша розмірами планета Сонячної системи й масивніша за всі інші планети разом узяті. Якби його маса була більшою в 75 разів, він став би зорею, щоправда меншою і холоднішою, ніж Сонце. Навіть в аматорський телескоп на диску Юпітера видно яскраві кольорові світлі й темні смуги хмар, витягнуті через швидке обертання планети паралельно до екватора. В її атмосфері є стійке атмосферне утворення – Велика Червона Пляма, яку вперше помітили в XVII ст. Ця пляма, щодо природи якої було багато припущень, своїми розмірами майже втричі перевершує Землю. Коли отримали космічні знімки Юпітера з близької відстані, стало зрозумілим: це – велетенський, дуже стійкий атмосферний вихор, схожі на який виявлено в атмосферах інших планет-гігантів. Червоного кольору йому надають, можливо, сполуки фосфору. Світлі й темні смуги хмар – це вершини висхідних потоків газу з глибин і низхідних ділянок між ними.

Для атмосфери Юпітера властиві бурхливі турбулентні процеси, завдяки яким він впродовж кількох місяців змінює свій зовнішній вигляд. Це пояснюють тим, що планета випромінює енергії вдвічі більше, ніж отримує від Сонця. Тобто, Юпітер має власне її джерело. За одним із припущень в ядрі планети досі триває процес гравітаційного стискання первинної речовини, що й породжує додаткове виділення енергії. Її потік, підігріваючи атмосферу знизу, зумовлює появу потужних висхідних течій, що виносять догори великі маси гарячої речовини. Згодом, охолоджуючись, потоки газу знову поринають у глибини.

Космічний зонд «Юнона» виявив на екваторі Юпітера пояс аміаку, що проникає вглиб атмосфери майже на 300 км. Це вказує на існування по- годної системи, яку визначає процес перерозподілу аміаку між різними ділянками планети. У Юпітера є три тонких кільця, утворених переважно крихітними темними пиловими частинками . Про їх існування ще до початку космічної ери висловлював думку відомий вчений, який понад 40 років за- відував кафедрою астрономії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, професор С.К. Всехсвятський. Кільця відкрили в 1979 р., коли повз Юпітер пройшли міжпланетні зонди «Вояджер‑1» і «Вояджер‑2». Знімки кільця стали блискучим підтвердженням наукових завбачень нашого співвітчизника.

Автоматичні міжпланетні станції (зокрема «Ґалілео» та «Юнона») дозволили вивчити значно потужніше (в 20 разів), ніж земне, магнітне поле Юпітера та сформовані ним кілька радіаційних поясів. Планету оточує великих розмірів поле з електрично заряджених частинок. При цьому рівень радіації поблизу Юпітера в 25 разів перевищує смертельну дозу для людини. Саме ці пояси є джерелом сильного радіовипромінювання в дециметровому й метровому діапазоні, відкритого ще в 50-ті роки ХХ ст. Радіошум від Юпітера іноді буває сильнішим за радіовипромінювання Сонця і здатний впливати навіть на короткохвильові антени на Землі. Навколо полюсів планети існують яскраві полярні сяйва, що іноді змінюють свою інтенсивність. Юпітер має своєрідну внутрішню будову. Товщина його воднево-гелієвої з домішками метану й аміаку атмосфери становить до 1500 кілометрів. Далі вона переходить у газорідкий і потім у рідкий стан. А на глибині майже в 16000 км за температури близько 2273К і величезного тиску водень починає добре проводити електричний струм. По аналогії з металами, що є хорошими провідниками струму, цей стан водню називають «металевим». Товщина цього шару становить майже 40000 км. Внутрішнє метало-силікатне ядро планети до 25000 км в діаметрі – тверде. З допомогою зонду «Юнона» з’ясовано – внутрішні шари атмосфери Юпітера повсякчас перемішуються.

Станом на липень 2018 року відомо 79 супутників Юпітера; він другий за кількістю відкритих супутників серед усіх планет [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), після Сатурна. Крім того, Юпітер має [систему кілець](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F_%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0).

 Відстань Юпітера від [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) змінюється в межах від 4,95 до 5,45 [а. о.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F) (740-814 млн км), середня відстань 5,203 а. о. (778 млн км).

Внутрішню будову Юпітера можна уявити у вигляді оболонок із густиною, що зростає в напрямку до центра планети. На дні атмосфери завтовшки 1500 км розташований шар газорідкого [водню](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) завтовшки близько 7000 км. На рівні 0,88 радіуса планети, де тиск становить 0,69 Мбар, а температура - 6200°С, водень переходить у рідкомолекулярний стан і ще через 8000 км -у рідкий металевий стан. Поряд з воднем і [гелієм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B9) шари містять невелику кількість важких елементів. Внутрішнє ядро діаметром 25000 км - металосилікатне, із часткою води,[аміаку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%96%D0%B0%D0%BA) й [метану](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BD), оточене гелієм. Температура в центрі становить 23000 градусів, а тиск - 50 Мбар.

 Інфрачервоний[радіометр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) показав, що температура зовнішнього хмарного покриву становить −133°С.

**Сатурн**

Сатурн – друга розмірами й масою планета Сонячної системи. Багато в чому він дуже схожий на Юпітер. Майже такий самий хімічний склад, розміри, маса, швидке обертання навколо осі, виділення більшої кількості тепла із надр, ніж отриманого від Сонця, і багато іншого ріднять ці планети. Щоправда смуги на його диску не такі яскраві і спокійніші, ніж на диску Юпітера. Середня густину речовини Сатурна дуже мала, менша за густину води – усього 0,68 г/см3 . Магнітне поле Сатурна має вдвічі меншу напруженість, ніж магнітне поле Землі. Внаслідок цього його магнітосфера значно менша, ніж у Юпітера. Ще донедавна відзнакою лише Сатурна вважали великі, яскраві кільця, що оперізують планету. Нині їх виявлено у всіх планет-гігантів. Проте, через істотно більші розміри й яскравість, кільця Сатурна – виняткові. З близької відстані вони мають вигляд системи з кількох сотень тонких кілець, розділених вузькими темними проміжками. Кожне з них утворене з окремих крихких крижаних частинок розмірами від зовсім дрібних до брил у 10–15 м завбільшки. Ширина кілець Сатурна становить близько 65000 км. Під час досліджень Сатурна космічними апаратами в інфрачервоних променях на його північному полюсі було виявлене полярне сяйво.

Сатурн швидко обертається навколо своєї осі (з періодом - 10,23 години), складається переважно з рідкого [водню](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) і [гелію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B9), має товстий шар [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8). Навколо Сонця Сатурн обертається за 29,46 земних років на середній відстані 1427 млн .[км](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80).

Потік сонячної енергії, що досягає Сатурна, у 91 раз менший, ніж біля Землі. Температура на нижній межі хмар Сатурна становить 150 К. Однак тепловий потік від Сатурна вдвічі перевищує потік енергії, що Сатурн отримує від Сонця. Джерелом цієї внутрішньої енергії може бути енергія, що виділяється за рахунок гравітаційної диференціації речовини, коли важчий [гелій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B9) повільно занурюється в надра планети.

Відомо 82 супутника [Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), більшу частину яких було виявлено за допомогою космічних апаратів. Найбільший серед них - [Титан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29), єдиний супутник у Сонячній системі, який має щільну [атмосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8).

**Уран і Нептун**

Так само, як Юпітер і Сатурн, ці планети теж дуже схожі між собою. Тільки масивніший Нептун має трохи менші розміри, ніж Уран. Середня густина Нептуна найбільша серед густин усіх планет-гігантів. Це свідчить про найменшу протяжність його атмосфери, як порівняти з іншими планетами цієї групи. Хімічним складом *Уран* і *Нептун* дещо відмінні від Юпітера й Сатурна: вони мають більше важких елементів (метан, аміак, вода). У зв’язку з цим в надрах Урана та Нептуна відсутній «металевий» водень. Проте в них є багато модифікацій перегрітого льоду, тому їх виділили в окрему категорію «крижаних гігантів». Уран рухається навколо Сонця наче лежачи на боку,– кут між площиною його орбіти і віссю обертання становить усього 8°. Це унікальний випадок в Сонячній системі. Так само, як і Венера, Уран обертається навколо осі в зворотному напрямку. Напевне, ще на початку історії Сонячної системи він пережив катастрофічне зіткнення з великим об’єктом, що змінив нахил його осі й напрямок обертання аж до протилежного. Уран і Нептун оточені тонкими темними кільцями з дуже дрібних пилинок, льоду й космічного сміття (залишків речовини після утворення Сонячної системи). Кільця погано відбивають світло. Навколо Урана налічують 13 кілець, навколо Нептуна – шість.

Уран не випромінює більше енергії, ніж отримує від Сонця. Його атмосфера – найхолодніша (49К) серед усіх планет. В ній багато льодяних частинок з води і твердого аміаку. Навіть ядро огортає мантія з льоду. Причиною цього може бути те, що під час катастрофічного зіткнення, яке «поклало» Уран на бік, він втратив своє внутрішнє тепло. Верхні шари атмосфери Урана заволочені метановим туманом, який надає йому слабкого синюватого відтінку і приховує бурі в атмосфері. Під метановими хмарами залягають хмари з води. В газовій оболонці планети в більшій концентрації, ніж на інших гігантах, присутні сполуки сірководню, аміаку та метану.

Космічний апарат «Вояджер‑2» у 1989 р. виявив на диску Нептуна темні плями, які мають таку саму природу, що й Велика Червона Пляма на Юпітері. Найбільша з них, «Велика темна пляма»,– циклон розмірами 13000 на 8000 км, де швидкість вітру досягає 2400 км/год. Вітри на Нептуні – най- сильніші в Сонячній системі. Їх існування в атмосфері планети, як загалом і в усіх планет-гігантів, окрім Урана, вказує на наявність внутрішнього дже- рела тепла. Планета випромінює у простір в 2,6 рази більше енергії, ніж отримує від Сонця. Атмосфера Нептуна, як і в Урана, плавно переходить в рідину, потім у перегріту рідку мантію і тверде ядро. Нептун має магнітне поле, напруженість якого на полюсах приблизно вдвічі більша, ніж в магнітного поля Землі.

**ВИСНОВКИ**

 Планети-гіганти відмінні від планет земної групи істотно більшими розмірами й масами, малими періодами обертання, хімічним складом, бу- довою, системами супутників та кілець. Вони не мають твердих поверхонь а є газорідинними кулями. У своєму складі планети містять багато водню й гелію, чим споріднені більше з Сонцем, ніж з планетами земної групи.

**Урок 9**

**Тема уроку: Супутники планет**

Питання:

1. Супутник Землі
2. Супутники Марса
3. Супутники Юпітера
4. Супутники Сатурна
5. Супутники Урана і Нептуна

**Супутник Землі**

Супутник - [небесне тіло](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE), яке рухається навколо [планети](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) або [зорі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D1%8F). Запущені людиною у [космос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81) із дослідницькою метою пристрої, апарати або снаряди, які рухаються за інерцією навколо небесного тіла, називають [штучними супутниками](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA). З плином часу під дією [гравітації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) Землі вони втрачають свою швидкість та [входять у атмосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B2_%D0%B0%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%83).

Прикладом природного супутника є [Місяць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29), який обертається навколо планети [Земля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F).

Місяць, або Луна - єдиний природний [супутник](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA) планети [Земля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F). Другий за яскравістю об'єкт на земному небосхилі після [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) і п'ятий за величиною супутник [планет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Станом на кінець 2019 року перший і єдиний позаземний об'єкт природного походження, [на якому побувала людина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%BD_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%29). Середня відстань між центрами Землі і Місяця — 384 400 км.

**Планетарні характеристики**:

* Радіус = 1737 км
* Велика піввісь орбіти = 384 400 км
* Орбітальний період = 27,321 661 діб
* [Ексцентриситет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82) орбіти = 0,0549
* Нахил орбіти до [екватора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) = 5,16
* Температура поверхні = від −190° до +120 °C
* Доба = 708 годин

Середня відстань від Землі = 384 400 км (бл. 30 діаметрів Землі; у [перигеї](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%B9) - 356 400 км, в [апогеї](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%B9) - 406 800 км).

Місяць привертав увагу людей з доісторичних часів. Це другий за [яскравістю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) об'єкт на небосхилі після [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5). Оскільки Місяць обертається навколо Землі з періодом близько місяця, [кут](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82) між Землею, Місяцем і Сонцем змінюється; ми спостерігаємо це явище як цикл місячних фаз. ***Період часу між послідовними новими місяцями становить 29,5 днів (709 годин).***

**Орбіта**

У першому наближенні можна вважати, що Місяць рухається еліптичною орбітою з [ексцентриситетом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82) 0,0549 (числова характеристика конічного перерізу, яка показує ступінь його відхилення від кола, для кола він дорівнює 0) і [великою піввіссю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D0%B2%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%8C) 384 399 км. Реальний рух Місяця досить складний, для його розрахунку необхідно враховувати багато чинників, зокрема сплюснутість Землі і потужний вплив Сонця, яке притягує Місяць в 2,2 рази сильніше, ніж Земля. Більш точно рух Місяця навколо Землі можна представити як поєднання кількох рухів:

* Обертання навколо Землі [еліптичною орбітою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) з періодом 27,32166 доби, це так званий [сидеричний місяць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4)(тобто рух виміряно відносно зірок).
* Поворот площини місячної орбіти, її вузлів (точок перетину орбіти з [екліптикою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) з періодом 18,6 року. Рух прецесійний, тобто [довготи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%B0) вузлів зменшуються.
* Поворот великої осі місячної орбіти ([лінії апсид](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80_%D1%82%D0%B0_%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80)) з періодом 8,8 року (відбувається в протилежному напрямку, ніж зазначений вище рух вузлів, тобто довгота перигею збільшується).
* Періодична зміна нахилу місячної орбіти до екліптики у межах від 4° 59' до 5° 19'.
* Періодична зміна розмірів місячної орбіти: перигею від 356,41 [Мм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) до 369,96 Мм, апогею від 404,18 Мм до 406,74 Мм.
* Поступове віддалення Місяця від Землі внаслідок припливного прискорення (приблизно на 4 см на рік), при цьому неперіодична складова орбіти є [спіраллю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D1%96%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C), що повільно розкручується.

Хоча Місяць і обертається навколо власної осі, [він завжди звернений до Землі одним і тим же боком](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81). Справа в тому, що Місяць робить один оберт навколо своєї осі за той же час (27,3 доби), що й один оберт навколо Землі. А оскільки напрямки обох обертань збігаються, протилежний бік Місяця з Землі побачити неможливо.

**Умови на поверхні місяця**

[Атмосфера Місяця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8F) вкрай розріджена. Коли поверхня не освітлена Сонцем, вміст [газів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7) над нею не перевищує2,0×105 частинок/см³ (для Землі цей показник становить 2,7×1019 частинок/см³), а після сходу Сонця збільшується на два порядки за рахунок [дегазації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) ґрунту.

Розрідженість атмосфери призводить до високого перепаду [температур](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) на поверхні Місяця (від −190 до +120 °C), залежно від [освітленості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C); при цьому температура порід, що залягають на глибині 1 м, стала та дорівнює −35 °C. Зважаючи на практичну відсутність [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8F), небо на Місяці завжди чорне, навіть коли Сонце перебуває над обрієм, і на ньому видно [зорі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D1%8F)[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29#cite_note-chineese_mission-1).

**Фази місяця**

Місяць не самосвітне тіло, як і всі [планети](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0). Спостерігати його можна лише тому, що він відбиває світло [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5). Місяць завжди освітлюється Сонцем лише з одного боку, але земний спостерігач у різний час бачить освітлену половину під різними кутами. Місяць змінює свою видиму форму, і ці зміни називають фазами. [Фази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%B8_%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8F) залежать від відносного розташування [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F), Місяця й Сонця:

* [**Молодик**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C) - фаза, коли Місяць перебуває між Землею і Сонцем. У цей час він невидимий для земного спостерігача.
* [**Повня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C) - фаза, коли Місяць знаходиться в протилежній точці [орбіти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0), і його освітлена Сонцем півкуля видима земному спостерігачеві повністю.
* **Проміжні фази** - положення Місяця між молодиком і повнею, коли земний спостерігач бачить більшу або меншу частину освітленої півкулі, їх називають чвертями.

**Супутники Марса**

Навколо планети [Марс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) обертаються два природні супутники - [**Фобос**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%81_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) і **[Деймос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%81_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%81%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29).** Супутники Марса відкрив в [1877](https://uk.wikipedia.org/wiki/1877) році американський астроном [Асаф Голл](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D0%B0%D1%84_%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BB). Їх названо на честь [давньогрецьких міфологічних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F) богів -[Фобоса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D0%B1) та [Деймоса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC_%28%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29%22%20%5Co%20%22%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%20%28%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29).

Обидва супутника обертаються навколо своїх осей з тим же періодом, що й навколо Марса, тому завжди обернені до планети одним боком. [Припливна дія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8) Марса поступово сповільнює рух **Фобоса**, що врешті-решт призведе до падіння супутника на [Марс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), або його руйнування при досягненні [межі Роша](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B0_%D0%A0%D0%BE%D1%88%D0%B0). Деймос, навпаки, повільно віддаляється від Марса.

Розміри **Фобоса** -26,8 км × 22,4 км × 18,4 км.

**[Деймос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%81_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**[- менший і віддаленіший з двох супутників Марса. Найбільший розмір - 15 км, форма неправильна. Відкритий Асафом Холлом 12 серпня 1877 року; названий на честь Деймоса - персоніфікації жаху в давньогрецької міфології, сина й супутника Ареса. Як і Фобос, завжди повернутий до Марса одним боком. Вважається, що Деймос є захопленим астероїдом із головного поясу.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D1%81_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)

**Супутники Юпітера**

Супутники Юпітера — [природні супутники](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA) [планети](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Юпітер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). Станом на липень 2018 року відомо 79 супутників Юпітера; він другий за кількістю відкритих супутників серед усіх планет [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), після Сатурна. Крім того, Юпітер має [систему кілець](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F_%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0).

У Юпітера виділяють у групи супутників: Регулярні (це ті супутники у яких речовини з яких складається супутник такі як і самих планет) і нерегулярні (це ті які були захвачено гравітацією планети).

Регулярні діляться на внутрішні і основні.

Внутрішні супутники або [група **Амальтеї**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0_%D0%90%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%97) - обертаються дуже близько до Юпітера: **[Метида](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B0_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B0%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**, **[Адрастея](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%8F_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%8F%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**,**[Амальтея](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%8F_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%8F%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)** і **[Теба](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%B1%D0%B0_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D0%B5%D0%B1%D0%B0%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**. Середній діаметр їх складає 20-250 км.

**Основні** або [Галілеєві (відкрив Галілей) супутники](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BB%D0%B5%D1%94%D0%B2%D1%96_%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8) - це чотири масивні супутники: **[Ганімед](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%B4_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%93%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%B4%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)** (діаметр: 5262,4 км)**,** [**Каллісто**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) (діаметр: 4820,6 км),**[Іо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%86%D0%BE%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**  (діаметр: 3630,6-3 660 км – тіло не ідеальним сфероїдом) та [**Європа**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) (діаметр: 3121,6 км). З радіусами, більшими за радіус будь-якої [карликової планети](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8&action=edit&redlink=1), вони належать до найбільших (за масою) об'єктів [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), за винятком [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) і восьми планет, а **[Ганімед](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%B4_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%93%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%B4%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)** перевершує за діаметром [**Меркурій**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%96%D0%B9_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). Вони є, відповідно, першим, третім, четвертим і шостим за розмірами природними супутниками в сонячній системі і сукупно зосереджують у собі 99,999% усієї маси на орбіті навколо Юпітера. Сам Юпітер у 5000 разів важчий за Галілеєві супутники.

Великий інтерес для науковців становить супутник Європа.

**Європа** - четвертий за величиною супутник Юпітера (радіус 1569 км). Його будова нагадує будову Землі - металеве ядро і шарувата зовнішня оболонка. Європа має саму гладку поверхню і володіє найбільшою відбивною здатністю у всій Сонячній системі. Максимальні перепади висот становлять усього десятки метрів. Поверхнева температура в деяких районах становить -180 С (93 °К ), а опівдні -140-150 °С (53-63 °К). На Європі, як і на Ганімеді в 1995 році була виявлена ​​атмосфера з тонким шаром кисню, а на поверхні планети водяний лід. Європа майже цілком складається з речовини гірських порід (80 %), водяний лід і водно-крижана мантія (шуга). Вона зосереджена в товстій корі (приблизно 100 і більше км). Деякі фахівці вважають, що вода, що піднімалася з надр Європи, замерзла, а знизу кірку розпирали нові потоки води. Вважають, що під крижаним панциром може існувати океан з найпростішими організмами. Американські вчені припускають, що вода в океані має червоний колір і підігрівається зсередини супутника вулканічною діяльністю. На користь цієї гіпотези говорять не тільки зміни в магнітному полі Європи, а й інші ознаки.

**Нерегулярні супутники**

Нерегулярні супутники - це відчутно менші об'єкти з більш віддаленими і ексцентричними орбітами. Вони утворюють ряд класів: **Фемісто, Гімалія, Карпо, Ананке, Карме, Пасіфе.** Діаметри їх від 1 до 170 км.

**Супутники Сатурна**

Відомо 82 супутника [Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), більшу частину яких було виявлено за допомогою космічних апаратів. Найбільший серед них - [Титан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29), єдиний супутник у Сонячній системі, який має щільну [атмосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8).

24 супутника Сатурна - регулярні, інші 38- [нерегулярні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA).

Найбільші супутники: Титан (діаметр -5,151 км.), Рея (діаметр – 1527 км.), Япет (діаметр 1468,6 км), Діона (діаметр 1122 км.), Тефія (діаметр 1062 км.), Енцелад (діаметр 504,2 км.).

 Для науковців великий інтерес становить супутник Титан.

Найбільший супутник Сатурна – **Титан** . У Сонячній системі лише він один має щільну атмосферу, а за величиною він займає почесне 2-е місце. Його можна розглянути в телескоп, так як він менше Землі всього лише вдвічі. Це дуже цікаве небесне тіло, яке вченим вдалося вже вивчити досить добре. Виявлено, що супутник Сатурна Титан має складом, імовірно дуже схожим з складом Землі, яким вона володіла на початку зародження. Вчені висловлюють думку, що в його атмосфері також відбуваються процеси, які мільярди років тому були характерними для нашої планети. Через свою непрозорою газової оболонки, що має товщину близько 300 км, він був практично недоступний для астрономів, що намагаються виміряти його діаметр. Тільки з появою останніх досягнень в області телескопічною техніки проведені дослідження показали, що надра Титана можуть складатися з рівних частин замерзлої води і твердих порід. В основному атмосфера його сформована з азоту, що робить його схожим на Землю.

Раніше існувала гіпотеза, досі не спростована, про існування на цьому супутнику річок, озер і морів, що утворилися з метану або з етану. Метан здатний існувати в трьох фазах і підтримувати подобу парникового ефекту, що і спостерігається на даному супутнику.

У Титана немає магнітного поля, а це означає, що він не має ядра, що проводить струм. Температура поверхні оцінюється в 95кельвінів (-1780 С), а тиск перевищує земний у півтора рази. Низька температура не дає утворюватися більш складним органічним речовинам. Однак у нього є свій магнітний хвіст, утворений від взаємодії з магнітним полем Сатурна, в магнітосфері якого Титан служить джерелом заряджених і нейтральних водневих атомів.

**Супутники Урана і Нептуна**

[Уран](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), сьома [планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), має 27 відомих супутників. Вони отримали назви на честь персонажів із творів [Вільяма Шекспіра](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC_%D0%A8%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D1%96%D1%80) та [Александра Поупа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80_%D0%9F%D0%BE%D1%83%D0%BF%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%20%D0%9F%D0%BE%D1%83%D0%BF) (англійський поет). Перші два супутники: **[Титанію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)** (діаметр **-**1576,8 км) і **[Оберон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BD_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%9E%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BD%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) (**діаметр **-**1522,8 км)у [1787](https://uk.wikipedia.org/wiki/1787) році відкрив [Вільям Гершель](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC_%D0%93%D0%B5%D1%80%D1%88%D0%B5%D0%BB%D1%8C). Ще два великі супутники ([**Аріель**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%96%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) **–**діаметр **-**1157,8 км. та **[Умбріель](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D0%B1%D1%80%D1%96%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%A3%D0%BC%D0%B1%D1%80%D1%96%D0%B5%D0%BB%D1%8C%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)** діаметр **-**1169,4 км) було відкрито [1851](https://uk.wikipedia.org/wiki/1851) року [Вільямом Ласселом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC_%D0%9B%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B5%D0%BB). [1948](https://uk.wikipedia.org/wiki/1948) року [Джерард Койпер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%80%D0%B4_%D0%9A%D0%BE%D0%B9%D0%BF%D0%B5%D1%80)  відкрив  [**Міранду**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)(діаметр-471,6 км). Всі інші супутники є значно меншими і були відкриті після [1985](https://uk.wikipedia.org/wiki/1985), під час місії[«Вояджера-2»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80-2) або за допомогою вдосконалених наземних телескопів.

***Супутники Урана можна поділити на три групи*:**

* п'ять великих
* тринадцять внутрішніх
* дев'ять нерегулярних супутників

*П'ять великих супутників* досить масивні, щоб гідростатична рівновага надала їм сфероїдальної форми. На чотирьох з них помічено ознаки внутрішньої і зовнішньої активності, такі як формування [каньйонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D1%8C%D0%B9%D0%BE%D0%BD) і передбачуваний [вулканізм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC) на поверхні. Найбільший з них, **Титанія** є восьмим за розміром супутником у Сонячній Системі. Її маса у 20 разів менша земного  [Місяця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29).

*Внутрішні супутники* - це невеликі, темні об'єкти, схожі за характеристиками та походженням на кільця планети (діаметри від 18 до 162 км) і є найближчі до планети Уран.

*Нерегулярні супутники* Урана мають еліптичні і дуже нахилені (здебільшого [ретроградні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0)) орбіти на великій відстані від планети (діаметри від 18 до 150 км).

**Супутники Нептуна**

Сьогодні відомо 14 супутників [Нептуна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%83%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). Перші супутники які були відкриті це Тритон та Нереїда.

Найбільший супутник Тритон (діаметр – 2706,8 км). Менший за Тритон Нереїда (діаметр – 340 км).

У Тритона і Нереїди в ультрафіолетовому діапазоні виявлені явища, що нагадують земні полярні сяйва.

Тритон має дуже тонку газову оболонку, верхній шар якої складається з азоту. У нижніх шарах виявлені метан і тверді частинки азотних утворень. Поряд із кратерами на його поверхні виявлені діючі вулкани, каньйони і гори.

Тритон взагалі нетиповий як для системи Нептуна, так і для основної частини Сонячної системи. Існує припущення, що він утворився, як всі «нормальні» планети та їх супутники, з первинної газопилової хмари, натикається на безліч незбіжностей.

По-перше, Тритон виділяється з оточення Нептуна розмірами: він лише трохи менше Місяця, інші супутники мінімум ушестеро менше і мають неправильну форму. По-друге, він рухається орбітою так, як ніби «котиться» в протилежну сторону (напрямок обертання навколо своєї осі і навколо планети протилежні). Таке обертання характерно лише для «зовнішніх» супутників планет гігантів - Ананке, Карме, Пасіфе і Сінопе в Юпітера і Феби у Сатурна, які в десятки разів менші Тритона. Через таке обертання Тритон поступово втрачає енергію в результаті дії [припливних сил](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8), і врешті-решт або зруйнується, або впаде на Нептун. Вісь Тритона теж незвичайна: вона нахилена на 157 градусів відносно осі самої планети. А оскільки сам Нептун нахилений на 30 градусів, Тритон виявляється «лежачим на боці».

Другий за величино є супутник Протей (діаметр – 440х116х404 км). Всі інші супутники мають невеликі розміри діаметри яких від 18 до 216 км.

**Урок 10**

**Тема уроку: Карликові планети та малі тіла Сонячної системи**

Питання:

1. **Особливості карликових планет**
2. **Малі тіла Сонячної системи**

До складу Сонячної системи належать карликові планети, а також малі тіла (астероїди, комети, метеороїди і міжпланетний пил).

**Особливості карликових планет**

2006 року Міжнародний астрономічний союз ухвалив рішення про засну - вання в Сонячній системі нового сімейства об’єктів – карликових планет і дав визначення поняття карликова планета. Це небесне тіло, яке: обертається навколо Сонця; відносно велике й масивне, щоб мати кулясту форму; не очищає околиці своєї орбіти; не є супутником планети.

Плутон, колись дев’яту планету Сонячної системи поблизу пояса Койпера, було відкрито 1930 р. Його період обертання навколо Сонця становить майже 250 земних років, і рухається він по такій витягнутій орбіті, що в деякі епохи опиняється до Сонця ближче, ніж Нептун. Розміри Плутона невеликі – 2374 км у поперечнику. Наприкінці 70-х років XX ст. біля Плутона на відстані близько 20000 км було відкрито супутник, названий **Хароном** (діаметр ~ 1200 км). Оскільки центр мас (барицентр) цих тіл лежить у відкритому просторі між ними, то таку систему називають подвійною планетою. Так само, як Місяць відносно Землі, Харон завжди повернутий до Плутона однією півкулею. Але й Плутон завжди повернутий до Харона одним боком. Період їх обертання навколо спільного центра мас становить понад шість земних діб. Досі не лише найбільші наземні телескопи, але й космічні, не дозволяли роздивитися на поверхні Плутона, а тим паче на його супутниках, які-небудь деталі. Цього вдалося досягти з допомогою автоматичної міжпланетної станції «Нові Горизонти», яка влітку 2015 р. пройшла на відстані 12500 км від поверхні Плутона.

Виявилося, що уявлення про Плутон як «мертву» (на поверхні якої вже дуже давно не відбувається жодних змін) планету, були помилкові. Він має на поверхні гори й рівнини, вік яких становить не більше 100 млн років. Це вказує на тектонічні процеси, що відбувалися на Плутоні порівняно недавно. До того, як «Нові Горизонти» побували в системі Плутона, це небесне тіло вважали не схожим ні на планети земного типу, ні на планети-гіганти. Його порівнювали з малими тілами, що утворюють пояс Койпера (Міжнародний астрономічний союз рекомендує називати їх транснептуновими об’єктами, бо вони лежать за орбітою Нептуна). Пояс Койпера – це безліч дрібних небесних тіл, що містяться на околиці Сонячної системи. Його ближня межа лежить від Сонця на відстані приблизно 30 а. о., а дальня простягається на відстань до 50 а. о. Нині відомо, що пояс Койпера містить не менше, ніж 70000 об’єктів розмірами понад 10 км, зосереджених переважно в смузі від 30 до 50 а.о. Але є й віддаленіші тіла, що перебувають за доступними для спостережень межами. Припускають, що в цілому тіл з розміром більшим за 10 км є близько 10 млн, а з розміром понад 1 км – близько 10 млрд. Об’єкти поясу Койпера дуже цікавлять астрономів, адже вони є залишками речовини, з якої утворилася Сонячна система. Окрім Плутона, до сімейства карликових планет віднесено **Цереру** – найбільше тіло з поясу астероїдів з діаметром 950 км, а також відносно великі крижані тіла поясу Койпера – Ерида, Макемаке, Гаумеа. На статус карликових планет також претендують **Квавар, Іксіон, Седна, Орк, Варуна**. Деякі з них мають супутники.

**Малі тіла Сонячної системи**

*До малих тіл відносять астероїди, комети й метеороїди.* Астероїди – тверді кам’янисті тіла, що рухаються, як і планети, по еліптичних орбітах навколо

Сонця з періодом 3–6 років. Астероїд, або мала ́ планета -тверде [небесне тіло](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE) [діаметром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) від 1 до 1000 [км](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC), що рухається по [орбіті](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) в [Сонячній системі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0)

Від [комет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0) астероїди відрізняються тим, що не мають [коми](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B0_%28%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%8F%29) та характерного кометного хвоста. Чинна класифікація визначає астероїдами об'єкти з діаметром понад 50 м, відрізняючи їх від [метеороїдів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4), які теж подібні до уламків скелі, але менші за розміром. Класифікація спирається на міркування, що в результаті входження до [атмосфери Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) астероїди можуть уціліти й досягти її поверхні незруйнованими, у той час як метеори, здебільшого, згорають в атмосфері повністю.

На початку астероїдам давали імена героїв [римської](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BC%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F) та [грецької міфології](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F), пізніше відкривачі отримали право називати їх як завгодно, наприклад — своїм ім'ям. Спочатку астероїдам давали переважно жіночі імена, чоловічі імена отримували тільки ті астероїди, які мають незвичайні [орбіти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) (наприклад, [Ікар](https://uk.wikipedia.org/wiki/1566_%D0%86%D0%BA%D0%B0%D1%80), який наближається до [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) ближче [Меркурія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%96%D0%B9_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29)). Пізніше й цього правила перестали дотримуватися.

Надати назву можна не будь-якому астероїду, а лише тому, орбіту якого більш-менш надійно обчислено. Були випадки, коли астероїд отримував назву через десятки років після відкриття.

Після відкриття астероїда йому надають тимчасову назву на зразок 2002 AT4, яка складається з року відкриття, латинської літери, яка кодує півмісяць відкриття, і порядкового номера у півмісяці (який теж кодується латинською літерою). У позначеннях не вживають літери «I» (через подібність із одиницею) та «Z». Таким чином позначається 24 півмісяці та 24 перших астероїди у кожному півмісяці. Якщо кількість астероїдів, відкритих протягом половини місяця, перевищить 24, знову повертаються до початку алфавіту, і додають до другої літері індекс 2, далі — 3, і т. д. На прикладі астероїда [1969 TD2](https://uk.wikipedia.org/wiki/2948_%D0%90%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B2) — його відкрито 1969 року, у першій половині жовтня (T), 28-м за ліком (D2). Потому, як стає відомою [орбіта](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) астероїда, йому надають постійний порядковий номер, який записують перед тимчасовою назвою в дужках (наприклад, [(8245) 1977 RC9](https://uk.wikipedia.org/wiki/%288245%29_1977_RC9)), а іноді також [власну назву](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B0), наприклад, [1709 Україна](https://uk.wikipedia.org/wiki/1709_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0).

Нахили орбіт астероїдів до площини екліптики різні й досягають 70 градусів, а тому ці об’єкти поділяють приблизно порівну на плоску і сферичну підсистеми. Для земного спостерігача кутовий діаметр навіть найбільших астероїдів не більший за 0,5″, тому з допомогою наземних телескопів неможливо розгледіти їхні форми. Діаметри деяких астероїдів вдалося виміряти методом покриття зір – коли астероїд опиняється на промені зору спостерігача з яскравою зорею**. *Але здебільшого їх розміри оцінюють побічно (косвенно) за блиском, кольором та відстанню****.* Як і планети, астероїди у видимому діапазоні спектра світять відбитим сонячним світлом. Внутрішня структура астероїдів здатна чинити опір гравітаційному стисканню. З цієї причини вони менш схильні до внутрішньої еволюції, ніж планети (наприклад, в їхніх надрах не відбувається гравітаційна диференціація речовини), але сильніше реагують на вплив зовнішніх факторів, таких як ударна переробка поверхні й еволюція орбіти. Орбіти більшості астероїдів пролягають між орбітами Марса і Юпітера на відстані 2,2–3,6 а.о. від Сонця. Оскільки в цій частині Сонячної системи міститься кілька сотень тисяч таких об’єктів, її називали поясом астероїдів. Інколи цей пояс називають внутрішнім, або головним, маючи на увазі, що за орбітою Нептуна пролягає пояс Койпера з об'єктів, які здебільшого також відносять до сімейства малих тіл Сонячної системи.

Однак перший астероїд [Цереру](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%B0_%28%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) (тепер це [карликова планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0)) виявив італієць [Джузеппе Піацці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%BF%D0%BF%D0%B5_%D0%9F%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%86%D1%96), Наступні три астероїди - [Паллада](https://uk.wikipedia.org/wiki/2_%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B0) (1802, [Г. Ольберс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D1%80%D1%96%D1%85_%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BC_%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%82%D0%B5%D1%83%D1%81_%D0%9E%D0%BB%D1%8C%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%81)), [Юнона](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%AE%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%B0) (1804, [К. Гардінг](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB_%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%B2%D1%96%D0%B3_%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%96%D0%BD%D0%B3)) і [Веста](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B0%22%20%5Co%20%224%20%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B0) (1807, Г. Ольберс).

Станом на 27 березня 2013 року в базі даних [Центру малих планет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80_%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82) нналічувалось 99 992 812 об'єктів, у 611 198 визначено орбіти і їм надано постійний номер 17 766 з них мали офіційно затверджені назви. Дослідники припускають, що в головному поясі астероїдів має бути від 1,1 до 1,9 мільйона об'єктів, що мають розмір понад 1 км у поперечнику[.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4#cite_note-15)

Астероїди існують також поза головним поясом:

* [навколоземні астероїди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96_%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4%D0%B8) мають орбіти, що лежать неподалік земної орбіти (як усередині її, так і зовні). Деякі з них (наприклад, [група Аполлона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0_%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B0), [група Атона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0_%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0)) перетинають орбіту Землі й потенційно можуть зіткнутися з нашою планетою. Це може становити загрозу, тому вивченню таких астероїдів приділяють значну увагу. Попри невелику їх кількість, класифікація цих астероїдів найбільш деталізована.
* [троянські астероїди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D1%86%D1%96_%28%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4%D0%B8%29) пов'язані силою тяжіння з Юпітером і синхронізовані з ним у русі. Вони або випереджають або відстають від планети-гіганта в її орбітальному русі. Відомо їх небагато, хоча вважається, що має бути не менше, ніж у поясі. Нещодавно було відкрито троянців у [Нептуна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%83%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) й [Марса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29).
* [кентаври](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B2%D1%80%D0%B8_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%BE%D1%97%D0%B4%D0%B8%29) — це астероїди, орбіти яких лежать між орбітами Юпітера й Нептуна.

Об'єкти, що більшу частину часу перебувають поза орбітою Нептуна (велика піввісь орбіти яких становить більше 30,1 астрономічних одиниць) називають [транснептуновими об'єктами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9%20%D0%BE%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82).

2018 року група астрономів виявила астероїд 2018 VG18, який вони згодом назвали «Farout» — найвіддаленіший об'єкт Сонячної системи (120 астрономічних одиниць від Сонця).

Переважна більшість астероїдів має розміри від кількох метрів до 100 км і неправильну форму. У найбільших із них форма майже сферична й поперечники становлять сотні кілометрів. Зокрема в Паллади майже 600 км, у Вести 525,4 км і 245 км в Юнони (для порівняння з карликовою планетою Церера -946 км), Вони знаходяться в головному поясі астероїдів.

Щодо походження астероїдів було дві гіпотези. Згідно з першою (нині вже відхиленою), астероїди – це залишки планети, що розкололася внаслідок зіткнення з іншим масивним тілом. Згідно з другою, астероїди – це малі тіла, згруповані в пояс сильним гравітаційним полем гіганта Юпітера. У будь-якому разі вони є найдавнішими об’єктами Сонячної системи, і тому їх вивчення допомагає розкрити таємницю її походження.

**Комети** – ще один різновид малих тіл. Ті з них, що належать Сонячній системі, обертаються навколо Сонця по витягнутих еліптичних чи параболічних орбітах. Тому вони наближаються до світила і віддаляються на великі відстані, де комету важко, а часто й неможливо, спостерігати навіть у потужні телескопи. З наближенням до Сонця комета збільшує яскравість на зоряному небі й інколи може перетворитися на справжнє видовище. У давнину це лякало людей, бо комети вважали вісниками поганих подій – стихійних явищ, війн, епідемій тощо. Нову, раніше невідому, комету називають прізвищем її відкривача (наприклад, комета Гейла–Боппа).

У комет розрізняють голову і хвіст. Голова складається з невеликого льодяного ядра з домішками твердих речовин і газової оболонки навколо нього, які світять відбитим сонячним світлом. Діаметри ядер зазвичай становлять кілька кілометрів чи десятків кілометрів, тоді як поперечники світних оболонок (їх називають комою) можуть сягати діаметра Сонця. Світні оболонки виникають під час наближення комети до Сонця: ядро нагрівається і його речовина сублімує – переходить з твердого в газоподібний стан. ***Кометний хвіст*** *формується під тиском світла й сонячного вітру – речовину коми відкидає у протилежний бік від Сонця*. Іноді довжина хвоста комети сягає сотень мільйонів кілометрів.

Речовина, що утворює голову (за винятком ядра) і хвіст комети, надзвичайно розріджена. *Багато нового про комети вдалося з’ясувати завдяки космічним зондам, що досліджували їх з близької відстані. Уперше космічний апарат наблизився до комети в 1985 р.* *Тоді виміряли густину речовини в комі й хвості комети Джикобіні-Циннера. Потім з допомогою космічних зондів «Вега‑1», «Вега‑2» і «Джотто» (Giotto) вивчали комету Галлея (1986), комету Бореллі (2001, Deep Space 1). У січні 2004 р. зонд Stardust взяв проби речовини коми комети Вільд‑2 й відправив їх на Землю. 4 липня 2005 р. космічний апарат Deep Impact вистрелив у ядро комети Темпель‑1 мідним снарядом, який вибив з поверхні фонтан речовини загальною масою до 10000 т. З'ясувалося, що ядро містить не лише водяний лід і пил (його було значно більше, ніж води), а ще й вуглекислий газ, аміак та органічні сполуки.*

*Але найдокладніші результати вдалося отримати завдяки місії «Розетта» до комети Чурюмова–Герасименко. У листопаді 2014 р. космічний апарат доставив на поверхню ядра комети модуль з обладнанням для хімічного аналізу, а сам до кінця вересня 2016 р. був її супутником. Одна із знахідок «Розетти» – молекулярний кисень О2 в газовій оболонці біля ядра комети. До цього О2 було виявлено в космічному просторі лише двічі (в туманностях).*

Походження ядер комет поки що лишається таємницею. Існує гіпотеза, що їх джерелом є хмара Оорта, яка лежить на межі Сонячної системи. Її поділяють на дві складові – внутрішню дископодібну і зовнішню сферичну. Відстань від Сонця до хмари Оорта оцінюють в 50000–100000 а.о., що становить майже чверть відстані до Проксими Кентавра – найближчої зорі до Сонця. Її зовнішня межа визначає гравітаційний кордон Сонячної системи. Хмара **Оорта** містить величезну кількість об’єктів різних розмірів (до кількох десятків км). Їх загальна маса за грубими оцінками уп’ятеро більша, ніж маса Землі. Зважаючи на відомості про речовину ядер комет, переважна більшість об’єктів хмари **Оорта** має складатися з льодів летких сполук – води, метану, етану, моноксиду вуглецю, ціаністого водню та аміаку. Хмара Оорта -гіпотетична область [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), що є джерелом  [комет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0) з довгим періодом обертання. Безпосередніми спостереженнями існування хмари Оорта не підтверджено, однак численні непрямі факти вказують на її існування. Після кількох сотень обертів навколо Сонця комета втрачає леткі речовини й перетворюється в темне тіло, схоже на астероїд. Частинки, викинуті з ядра у хвіст, довгий час продовжують рухатись тією самою орбітою, що й комета. Іноді, перетинаючи орбіту Землі, вони потрапляють в земну атмосферу й утворюють в небі явище метеорів. Його також спричиняють **метеороїди** – тіла невеликого розміру (до 50 м), що рухаються в міжпланетному просторі й від часу до часу проникають в атмосферу Землі.

Інколи метеор може бути таким яскравим, що затьмарює собою найяскра- віші зорі й навіть планети. В цьому разі його називають болідом. Буває, що він пролітає небом велику відстань, а потім розпадається зі своєрідним шумом на дрібні фрагменти, які згорають в атмосфері. Метеороїд, що не «згорів» в атмосфері й досяг поверхні Землі, називають **метеоритом**. Залежно від маси тіла та швидкості, з якою воно входить в атмосферу, внаслідок його падіння може утворитися кратер. На Землі є метеоритні кратери різних розмірів – від кількох метрів до сотень кілометрів у діаметрі. Їхня форма залежить від різних чинників: природи поверхні, в якій утворився кратер, фізичних і кінетичних параметрів тіла, що впало, геологічних і атмосферних зміни, що відбулися внаслідок такої події.

**Проблема астероїдної небезпеки**

Астроблеми (кратери) на Землі – наслідок її бомбардування космічними тілами в далекому минулому. Окремі науковці вважають, що масове зникнення динозаврів 65 млн років тому пов’язане з падінням велетенського метеорита, внаслідок чого на тривалий час змінився клімат і харчовий ланцюг цих тварин. Кратер Чиксулуб від падіння метеорита, з яким ототожнюють зникнення динозаврів, міститься на півострові Юкатан (Мексика). Дата його утворення збігається з часом зникнення динозаврів наприкінці крейдового періоду. Проте багато палеонтологів вважає, що падіння метеорита, навіть великого розміру, було лише однією з причин цього процесу.

Потенційно небезпечними для Землі космічними об’єктами вважають небесні тіла, орбіта яких пролягає на відстані меншій за 0,5 а.о. (близько 8 млн км), з розмірами (орієнтовно) від 30–50 м у поперечнику, падіння яких може спричинити катастрофу регіонального чи глобального масштабу.

Середня ймовірність зіткнення Землі з космічним об’єктом, залежно від його поперечника, така: тіло діаметром 1 м – кілька разів на рік; 10 м – один раз на 100 років; 100 м – один раз на 500 років; 1 км – один раз на 10 мільйонів років. Тіло діаметром 5–10 км падає на Землю, імовірно, один раз на 25–200 млн. років, а понад 10 км – однораз на 500 мільйонів років. Нині на території США і в інших країнах світу діють кілька систем пошуку небезпечних космічних тіл. Найвідоміші з них LINEAR, Space Watch і LONEOS. Розташовані вони на базі великих університетів в Аризоні, на Гавайських островах, у штаті Нью-Мексико та в інших місцях. Кілька обсерваторій з телескопами діаметром від одного до чотирьох метрів повсякчас сканують небесну сферу. Діють вони в автоматичному режимі.

**Висновки:** Астероїди, комети, метеороїди є залишками тієї величезної хмари космічної речовини, з якої утворилися Сонце і великі планети.

Основний пояс астероїдів розташовується між Марсом та Юпітером, але за орбітою Нептуна існують ще мільйони планетоподібних тіл (пояс Койпера) та мільйони кометних ядер (хмара Оорта).

**Урок 11**

**Тема уроку: Космічні дослідження об’єктів Сонячної системи. Рух штучних супутників і автоматичних міжпланетних станцій**

Питання:

1. **Космічні дослідження об’єктів Сонячної системи. Рух штучних супутників і автоматичних міжпланетних станцій**

**Космічні дослідження об’єктів Сонячної системи. Рух штучних супутників і автоматичних міжпланетних станцій**

Дослідження космосу - відкриття та розвідка [космічного простору](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D1%80) за допомогою космічних технологій. Фізичні дослідження космосу ведуться як за допомогою [пілотованих космічних польотів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82), так й [автоматичних космічних апаратів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA). Технічному дослідженню космосу передував розвиток [астрономії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%8F) та створення великих й відносно ефективних [ракет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9) на початку [20 століття](https://uk.wikipedia.org/wiki/20_%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F). Освоєння космосу було одним з напрямків суперництва між [СРСР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A0%D0%A1%D0%A0) та [США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90) в [холодній війні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0). Початком епохи освоєння космосу можна вважати запуск першого штучного супутника Землі - [Супутник-1](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%88%D0%B8%D0%B9_%D1%88%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96), запущеного Радянським Союзом [4 жовтня](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F) [1957 року](https://uk.wikipedia.org/wiki/1957). Радянська космічна програма була на передових позиціях.

*Починаючи з 1957 р., людство почало активно досліджувати Сонячну систему за допомогою космічних апаратів. Багато українських учених взяли участь у розвитку світової космонавтики.*Космічні дослідження об’єктів Сонячної системи наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Етапи дослідження Сонячної системи за допомогою космічних апаратів

|  |  |
| --- | --- |
| **Рік** | **Подія** |
| 1957 | Запуск штучного супутника Землі, початок космічної ери. З'явилася можливість створення космічних лабораторій |
| 1958 | Відкриття радіаційних поясів Ван-Аллена. Микола Козирєв відзначає в місячному кратері «Альфонс» ознаки вулканічної діяльності (див. Примітку) |
| 1959 | Радіолокація Сонця (США). Станція «Луна-2» не виявила у Місяця магнітного поля. Отримано перші фотографії зворотного боку Місяця. [Луна́» — серія радянських автоматичних міжпланетних станцій для вивчення Місяця і космічного простору.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%29) |
| 1961 | Перший політ людини в космос |
| 1961—1964 | Радіолокація Меркурія, Венери, Марса, Юпітера (СРСР і США). Уточнені величина а. о. і період обертання Венери навколо Сонця, визначені період осьового обертання Венери (виявився зворотним), температура і фізичні характеристики поверхні планет |
| 1965 | Відкриття реліктового випромінювання. Перші фотографії поверхні Марса («Марінер-4» - США) |
| 1967 | Дослідження атмосфери Венери з апарату, що спускається («Венера-4») |
| 1969 | Висадка «Аполлона-11» на Місяць. Перший вихід людини на поверхню Місяця (США) |
| 1971 | Перша м'яка посадка на Марс («Марс-3») |
| 1974 | Сенсаційний висновок Стівена Хокінга про можливість «випаровування» чорних дір |
| 1975 | Перша фотопанорама поверхні Венери («Венера-9», «Венера-10») |
| 1975 | Фотографії Фобоса, Деймоса і поверхні Марса («Вікінг-1», «Вікінг-2» -США) |
| 1977 | Відкриття кілець Урана. Запуск «Вояджера-1 та 2», які передли безцінну інформацію про зовнішні дані планет Юпітера, Сатурна (1981), Урана, Нептуна (1989), 43 роки в польоті. |
| 1978 | Відкриття Харона, супутника Плутона (Дж. У. Крісті, США) |
| 1979 | Виявлено кільця у Юпітера |
| 1986 | Дослідження комети Галлея АМС «Вега» і «Джотто». – РФ. У Урана виявлено 10 нових супутників |
| 1990 | Запуск космічного телескопа «Габбл» |
| 1995 | Автоматичний космічний апарат «Галілео» досяг Юпітера і вперше взяв проби атмосфери |
| 1998 | Початок функціонування першої багатонаціональної космічної станції. Найбільший на сьогоднішній день штучний об'єкт, побудований в космосі |
| 2001 | Перша посадка на астероїд. Астероїд Ерос, космічний апарат NEAR Shoemaker |
| 2003-2004 | Посадка на Марс. Марсохід досліджував структуру ґрунту планети |
| 2004 | Автоматичний космічний апарат «Кассіні» досяг орбіти Сатурна |
| 2005 | Перша м'яка посадка на Титан. Космічний апарат «Кассіні» |
| 2007 | Перша успішна посадка в полярному регіоні Марса. Апарат знайшов воду в ґрунті планети |
| 2009 | Запуск місії Kepler. Перший космічний телескоп, призначений для пошуку екзопланет, подібних до Землі |
| 2014 | Перший штучний зонд для планової і м'якої посадки на комету. Зонд Розетта, комета Чурюмова-Герасименко |
| 2014 | Міжпланетний космічний зонд «Нові горизонти» досяг орбіти Плутона |
| 2015 | Вперше у космосі було вирощено їжу (салат) |
| 2019 | Перша м'яка посадка на зворотній стороні Місяця |

**Примітка**

Радіаці́йні пояси́ (від [лат.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) radiatio - випромінюю) - внутрішні шари [магнітосфер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) [планет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0), у яких утримуються високоенергійні заряджені частинки (здебільшого [протони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) та [електрони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD)). Існування радіаційних поясів [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F) було передбачено ще на початку XX сторіччя, проте відкрито та досліджено їх тільки на початку космічної ери. Вони отримали назву поясів Ван Аллена на честь американського астрофізика [Джеймса Ван Аллена](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D1%81_%D0%92%D0%B0%D0%BD_%D0%90%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BD). Згодом потужні радіаційні пояси було виявлено у планет-гігантів - [Юпітера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) і [Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29).

Микола Козирєв Отримав [спектрограми](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0) місячного кратера Альфонс, що вказують на вихід газів (молекулярного водню і вуглецю) з центральної гірки кратера. Цей прояв свідчить про вулканічні явища на Місяці або про тектонічні переміщення біля його поверхні[[8]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D1%94%D0%B2_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0_%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87#cite_note-8). Явище вулканічної діяльності на Місяці як наукове відкриття внесено в Державний реєстр наукових відкриттів СРСР під № 76 з пріоритетом від 3 листопада 1958.

12 квітня 1961 року о 9-07 за московським часом з космодрому Байконур у Казахстані стартував космічний корабель «Восток-1», пілотований 27-літнім старшим лейтенантом Юрієм Гагаріним. За 108 хвилин він подолав 41 тисячу кілометрів і, здійснивши один виток навколо Землі, о 10-55 успішно приземлився поблизу поволзького міста Енгельс у Росії.

Реліктове випромінювання (від [лат.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) relictum - залишок; також космічне мікрохвильове випромінювання від [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) cosmic microwave background radiation) - космічне [електромагнітне випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) з високим ступенем [ізотропності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%8F)  та [спектром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80), характерним для [абсолютно чорного тіла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D0%BE_%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE) з [температурою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) 2,725 [Кельвіна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%BD).

Існування реліктового випромінювання теоретично було передбачено в рамках теорії [Великого вибуху](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%B8%D0%B1%D1%83%D1%85). Хоча сьогодні багато аспектів первинної теорії Великого вибуху було переглянуто, проте основи, що стосуються передбачення температури реліктового випромінювання залишилися без змін. Вважається, що реліктове випромінювання збереглося з початкових часів існування [Всесвіту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82) і рівномірно його заповнює. Експериментально його існування було підтверджено [1965](https://uk.wikipedia.org/wiki/1965) року. Поряд із [космологічним червоним зсувом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D1%81%D1%83%D0%B2), реліктове випромінювання розглядається як один з головних доказів теорії Великого вибуху.

**Mariner 4 - безпілотна**[**космічна станція**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F), запущена в листопаді [1964](https://uk.wikipedia.org/wiki/1964)року для дослідження міжпланетного простору [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), пролетіла над [Марсом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) на висоті близько 9846 кілометрів і передала на [Землю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F) перші знімки червоної планети. Всього було передано 22 знімки поверхні.

На тих фотографіях Марс постав млявою планетою з поверхнею, всіяною кратерами (фотографії покрили невелику ділянку поверхні розміром 300 × 300 км). З'ясувалося, що темні області не є западинами, покритими, згідно з однією з гіпотез, рослинністю. Згідно з даними «Марінера-4» Марс дуже нагадував Місяць і лише інформація «Маринера-6 і -7» показала, що це не так. «Марінер-4» також встановив, що атмосфера Марса по щільності не перевищує 1% земної і складається в основному з вуглекислого газу. Надалі «Марінер-4» працював на навколосонячній орбіті, передаючи, зокрема, інформацію про сонячний вітер.

Зв'язок із станцією було втрачено в листопаді [1967](https://uk.wikipedia.org/wiki/1967) року.

**Результатом космічної експедиції станції «Венера-4»** стало проведення перших прямих вимірів температури, густини, тиску і хімічного складу атмосфери Венери.

Газоаналізатори показали переважний вміст в атмосфері Венери [вуглекислого газу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7) (~90 %) та зовсім незначний вміст кисню і водяного пару.

Наукові прилади орбітального апарату станції «Венера-4» показали відсутність у Венери [радіаційних поясів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D1%81%D0%B8), а магнітне поле планети виявилося в 3000 раз менше магнітного поля Землі. Крім того, за допомогою індикатора [ультрафіолетового випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) [Сонця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5) було виявлено водневу корону Венери, яка вміщувала 1000 раз менше водню, чим верхня атмосфера Землі. Атомарний кисень індикатором не був виявлений.

**16 липня 1969 року о 9-32 на очах у всього світу «Аполлон-11»** взяв старт з космічного центру імені Кеннеді і, подолавши за 76 годин 384 тисячі кілометрів, 19 липня увійшов у навколомісячну орбіту. Наступного дня спеціальний модуль «Eagle», пілотований Нілом Армстронгом та Едвіном Олдріном, відділився від корабля і через дві години почав спуск на поверхню Місяця, котрої торкнувся о 16-18 в районі Моря Спокою.

Через сім годин Армстронг відкрив люк «Eagle» і о 22-56 вперше в історії людства [ступив на поверхню Місяця](https://www.jnsm.com.ua/h/0720M/). Олдрін приєднався до нього о 23-11 і вони разом встановили на Місяці американський прапор, зробили знімки поверхонь, провели декілька простих наукових тестів, зідзвонились з [президентом Ніксоном](https://www.jnsm.com.ua/h/0809P/) і встановили пам'ятну табличку з надписом «Тут в липні 1969 року від Різдва Христового люди з планети Земля вперше ступили на поверхню Місяця. Ми прийшли з миром для всього людства». [21 липня](https://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/m/tm.pl?Month=07&Day=21&td=1) «Eagle» взяв старт з поверхні супутника до головного корабля і [24 липня](https://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/m/tm.pl?Month=07&Day=24&td=1) [1969 року](https://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/m/td.pl?Year=1969) о 12-51 астронавти успішно приводнились в Тихому океані.

Попереду було ще п'ять успішних польотів до Місяця і останніми людьми, що побували на ньому, стали астронавти [Юджин Кернан і Гаррісон Шмідт](https://www.jnsm.com.ua/h/1211N/) на «Аполлоні-17» в 1972 році. Через високу вартість і ресурсоємність програми «Аполлон» - вона коштувала близько 24 мільярдів доларів (100 мільярдів по сьогоднішньому курсу) і вимагала участі до 400 тисяч інженерів - вона була припинена.

[**2 грудня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/2_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D1%8F)[**1971**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1971)**року була здійснена перша у світі м'яка посадка на поверхню Марса**. Апарат почав передачу панорами навколишньої поверхні, але отримане зображення було сірим фоном з ледве помітною лінією горизонту. Через 14.5 секунд сигнал пропав.

**Вояджер 1** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Voyager 1, що означає «мандрівник») - американський роботизований [космічний зонд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B4) вагою 722 [кілограми](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC), запущений [5 вересня](https://uk.wikipedia.org/wiki/5_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F) [1977](https://uk.wikipedia.org/wiki/1977) року для дослідження [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) та простору за її межами.

Зонд перебуває в робочому стані і в рамках розширеної місії використовується для пошуку та дослідження меж Сонячної Системи, включаючи [пояс Койпера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%8F%D1%81_%D0%9A%D0%BE%D0%B9%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0) і далі. Початковим завданням було дослідження [Юпітера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) та [Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29); це був перший зонд, який зробив детальні зображення супутників цих планет.

«Вояджер 1» є найвіддаленішим від [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F) створеним людиною об'єктом, який віддаляється як від Землі так і від Сонця на порівняно більшій швидкості, ніж будь-який інший зонд. Попри те, що двійник [«Вояджер-2»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80-2) було запущено на 16 днів раніше, «Вояджер 2» ніколи не наздожене «Вояджер 1». Зонд програми [«New Horizons»](https://uk.wikipedia.org/wiki/New_Horizons), запущений до [Плутона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD_%28%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) на більшій ніж обидва «Вояджери» швидкості, також не наздожене «Вояджер 1», оскільки «Вояджер 1» декілька разів застосував гравітаційне прискорення. Коли зонд New Horizons досягне такої ж, як зараз у «Вояджера», відстані від Сонця, його швидкість буде приблизно 13 км/с, у порівнянні з 17 км/с у «Вояджера 1».

Основними цілями «Вояджера 1» були планети Юпітер і Сатурн та їхні супутники та кільця; після виконання програми дослідження цих планет місія зонду була перенацілена на виявлення [геліопаузи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%83%D0%B7%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%83%D0%B7%D0%B0) та виміри елементарних часток у [сонячному вітрі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80) та [міжзоряному просторі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D1%80). Обидва зонди «Вояджер» надовго перевершили початкові очікування терміну використання. Кожен зонд отримує електричну енергію від трьох [радіоізотопних термоелектричних генераторів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D1%96%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), котрі, як очікується, вироблятимуть достатньо електричної енергії для зв'язку з Землею до 2025 року.

 **«**Вояджер-2» - активний автоматичний [космічний зонд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B4), запущений [НАСА](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90) 1977 в рамках програми [«Вояджер»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80) для досліджень [дальніх планет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8) [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Вояджер-2 - перший і поки що єдиний апарат, який досяг [Урана](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) та [Нептуна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%83%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29).

Станом на [червень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C) [2015](https://uk.wikipedia.org/wiki/2015) апарат був у робочому стані та знаходився на відстані 106,391 [а. о.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F) (16,215 млрд км) від Сонця.

Станом на грудень 2018 - вийшов за межі геліосфери у [міжзоряний простір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D1%80).

Вояджер-2 був розроблений у Лабораторії реактивного руху у місті [Пасадена](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B0_%28%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%D1%8F%29), штат [Каліфорнія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%D1%8F). Технічно космічний апарат був ідентичним [Вояджеру-1](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80-1), проте був запущений більш довгою [траєкторією](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F), яка дозволяла пролетіти біля [Урана](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) та [Нептуна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%83%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), використовуючи [гравітаційний маневр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D1%80) при прольоті біля [Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) в 1981р. та Урана в1986 р. 2 листопада 2019 НАСА повідомило, що космічний апарат вийшов в міжзоряний простір і передав звідти перші дані.

Кільця Юпітера - система планетарних кілець планети [Юпітер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). Це третя система кілець, відкрита в [Сонячній системі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), після систем [кілець Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F%20%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0) та [Урана](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F_%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0). Вперше кільця Юпітера були помічені 1979 року при підльоті (космічного апарату) [КА](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82) [«Вояджер-1»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80-1)до Юпітера, більш детальні відомості про кільця вдалося отримати в 1990-ті завдяки [КА «Галілео»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BE_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%29).

Кільця також спостерігалися з допомогою[**телескопа «Габбл»**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%B1%D0%BB_%28%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%29) і спостерігаються з Землі протягом багатьох років. Наземні спостереження потребують найбільших із доступних телескопів.

Система кілець Юпітера є слабкою та складається переважно з пилу. В кільцях можна виділити загалом чотири компоненти системи: товстий [тор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%80_%28%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F%29) із частинок — відомий як «кільце-гало» ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) halo ring) чи просто гало; відносно яскраве, дуже тонке «головне кільце»; і два широких і слабких зовнішніх кільця - відомих як «павутинні кільця» (gossamer rings - кільця тонкі та прозорі, як павутина), що називаються за матеріалом супутників, які їх формують: **[Амальтеї](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%8F_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%8F%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**та **[Теби](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%B1%D0%B0_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D0%B5%D0%B1%D0%B0%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**.

Головне кільце та гало складаються переважно з пилу з **[Метіди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%96%D0%B4%D0%B0_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%96%D0%B4%D0%B0%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)**, **[Адрастеї](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%8F_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%8F%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29)** та, можливо, ще деяких супутників, що є наслідком високошвидкісних зіткнень. Зображення високої роздільності, отримані 2007 року КА [«Нові обрії»](https://uk.wikipedia.org/wiki/New_Horizons) дозволили розрізнити насичену та тонку структуру головного кільця.

**Дослідження комети Галлея КА «Джото»**

Був здійснений проліт на мінімальній відстані від ядра комети і отримані дані дозволили уточнити його будова і хімічний склад. За отриманими з «**Джотто**» даними було визначено, що ядро ​​комети Галлея має неправильну форму і розміри приблизно 15х8х8 кілометрів. Також дані дозволили припустити, що ядро ​​покрите «пиловий корою», несподіванкою виявилися дуже темний колір кори (альбедо 2-4%, нижче ніж у вугілля) і її висока температура .

Міжнародна космічна станція (МКС; [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) International Space Station,ISS, [рос.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Междунаро́дная косми́ческая ста́нция, МКС) — пілотована космічна [станція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) на орбіті [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F), створена для наукових досліджень у [космосі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D1%80).

Будівництво розпочалось [1998](https://uk.wikipedia.org/wiki/1998) і тривало в співробітництві аерокосмічних агентств [Росії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%8F), [США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%A8%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8), [Японії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%8F), [Канади](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B0), [Бразилії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BB%D1%96%D1%8F) та [Євросоюзу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%A1%D0%BE%D1%8E%D0%B7). Маса станції становить приблизно 450 тонн. МКС обертається навколо Землі на висоті близько 415 кілометрів, здійснюючи 15,77 обертів за добу, рухається з середньою швидкістю 27700 км/год, її можна легко побачити неозброєним оком.

Спочатку планувалося, що станція пропрацює на орбіті до 2010 року, та вже 2008 називалася інша дата — 2016 або 2020 рік. На початку 2015 року було повідомлено про плани роботи станції до 2024 року.

За угодою, кожному учаснику проекту належать його сегменти на МКС. Росія володіє модулями [«Звєзда»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%94%D0%B7%D0%B4%D0%B0) і [«Пірс»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D1%81_%28%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D0%9C%D0%9A%D0%A1%29), Японія - модулем «Кібо», [Європейське космічне агентство](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) – модулем [Columbus](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%81_%28%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D0%9C%D0%9A%D0%A1%29). Сонячні панелі, а також інші модулі належать [NASA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90).

**Космічний телескоп «Габбл»** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Hubble Space Telescope, HST) — [американський](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90) [оптичний](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) [телескоп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF), розташований на навколоземній [орбіті](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) [1990](https://uk.wikipedia.org/wiki/1990) року. Спільний проект [NASA](https://uk.wikipedia.org/wiki/NASA) і [Європейського космічного агентства](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) (ЄКА). Телескоп названо на честь [Едвіна Габбла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B4%D0%B2%D1%96%D0%BD_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%B1%D0%BB).

Телескоп «Габбл» - унікальна багатоцільова орбітальна [обсерваторія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F), найбільша серед запущених у [космос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81) у [XX сторіччі](https://uk.wikipedia.org/wiki/20_%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F). Є першим апаратом із серії [«Великі обсерваторії»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D1%96_%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%97_%28%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90%29). Попри невдалий початок роботи (телескоп було запущено на [орбіту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) із [дефектом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82) головного дзеркала) зусиллями космічної експедиції дефект вдалося майже повністю компенсувати, що надало змогу наблизитися до розрахункових характеристик. Подальші експедиції вдосконалили телескоп і за його допомогою здійснено багато важливих спостережень.

Станом на 2018 рік телескоп працює і може використовуватися до 2030—2040.[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%B1%D0%BB_%28%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%29#cite_note-cbsnews20130530-2) Його наступник [James Webb Space Telescope](https://uk.wikipedia.org/wiki/James_Webb_Space_Telescope%22%20%5Co%20%22James%20Webb%20Space%20Telescope) (JWST) запланований до запуску в травні 2020. На момент запуску на борту було встановлено шість наукових приладів:

* **Ширококутна і планетарна камера** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Wide Field and Planetary Camera, WFPC). Камеру було сконструйовано в [Лабораторії реактивного руху](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D1%83%D1%85%D1%83) NASA. Її було оснащено набором із 48 [світлофільтрів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D1%84%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80) для виділення ділянок [спектру](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80), що становлять особливу цікавість для астрофізичних спостережень. Прилад мав 8 [ПЗЗ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4_%D1%96%D0%B7_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BC_%D0%B7%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D0%BE%D0%BC) - матриць, розподілених між двома камерами (кожна мала по 4 матриці). Ширококутна камера мала великий кут огляду, тоді як Планетарна камера мала більшу [фокусну відстань](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D1%81%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%8C), і, отже, давала збільшене зображення.
* **Спектрограф високої роздільної здатності** Годдарда ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Goddard High Resolution Spectrograph (GHRS)). [Спектрограф](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84) призначався для роботи в ультрафіолетовому діапазоні. Прилад було створено у центрі космічних польотів Годдарда, його спектральна роздільна здатність досягала 90 000 ліній.
* **Камера зйомки тьмяних об'єктів** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Faint Object Camera (FOC)). Прилад розроблено [ЄКА](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%9A%D0%90). Камера призначалася для зйомки об'єктів в [ультрафіолетовому](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82) діапазоні з високою роздільною здатністю (до 0,05").
* **Спектрограф тьмяних об'єктів** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Faint Object Spectrograph (FOS)). Призначався для дослідження особливо тьмяних об'єктів в ультрафіолетовому діапазоні.
* **Високошвидкісний фотометр** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) High Speed Photometer (HSP)). Розроблений в університеті Вісконсіна, призначався для спостережень за [змінними зірками](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%96) та іншими об'єктами з яскравістю, що змінюється. Міг виконувати до 10000 вимірів на секунду із точністю близько 2 %.
* **Датчики точного наведення** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Fine Guidance Sensors) можуть застосовуватися з науковою метою, забезпечуючи [астрометрію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F) з точністю до [кутової мілісекунди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0). Це дозволяє обчислювати [паралакс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%81) і [власний рух](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D1%83%D1%85) об'єктів із точністю до 0,2 кутової мілісекунди і спостерігати орбіти [подвійних зірок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%8F) із кутовим діаметром до 12 мілісекунд.

«**Галілео» ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Galileo) - автоматичний**[**космічний апарат**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82)[**НАСА**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90), створений для дослідження [Юпітера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) і його [супутників](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0). Апарат було запущено [1989](https://uk.wikipedia.org/wiki/1989) року, він працював до [2003](https://uk.wikipedia.org/wiki/2003) року. Це був перший апарат, який вийшов на орбіту Юпітера, досліджував планету тривалий час і скинув на планету дослідний зонд. Станція передала більше 30 гігабайт інформації, зокрема 14 тисяч зображень планети й її супутників, а також унікальну інформацію про атмосферу Юпітера. Станцію названо ім'ям [Галілео Галілея](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BE_%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%B9), який [1610](https://uk.wikipedia.org/wiki/1610) року відкрив перші чотири супутники Юпітера.

**Основні події:**

Апарат було запущено [18 жовтня](https://uk.wikipedia.org/wiki/18_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F) [1989](https://uk.wikipedia.org/wiki/1989) року з борту космічного корабля [«Атлантіс»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%96%D1%81) (місія STS-34). Старт не раз переносився через катастрофу [«Челленджера»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80_%28%D1%88%D0%B0%D1%82%D0%BB%29).

[1990](https://uk.wikipedia.org/wiki/1990) року пролетів біля [Венери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), здійснивши деякі дослідження цієї планети.

[1991](https://uk.wikipedia.org/wiki/1991) року увійшов у [кільце астероїдів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B5_%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4%D1%96%D0%B2), між [орбітами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0) [Марса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) й Юпітера.

[1994](https://uk.wikipedia.org/wiki/1994) року сфотографував, як [комета Шумейкерів-Леві 9](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0_%D0%A8%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2%E2%80%94%D0%9B%D0%B5%D0%B2%D1%96_9) врізалася в Юпітер.

[7 грудня](https://uk.wikipedia.org/wiki/7_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D1%8F) [1995](https://uk.wikipedia.org/wiki/1995) року вийшов на орбіту Юпітера.

Передбачалось, що біля Юпітера «Галілео» працюватиме два роки, переходячи з однієї орбіти на іншу з метою зближення з кожним із великих супутників. Усього було розроблено 11 орбіт. Насправді «Галілео» «освоїв» набагато більше орбіт, зробивши 35 обертів навколо Юпітера впродовж 8 років.

[21 вересня](https://uk.wikipedia.org/wiki/21_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F) [2003](https://uk.wikipedia.org/wiki/2003) року, після 6 років польоту і 8 років дослідження системи Юпітера, місію «Галілео» було завершено. Апарат було спрямовано в [атмосферу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8) Юпітера зі швидкістю близько 50 км/с аби уникнути занесення земних мікроорганізмів на супутники Юпітера. «Галілео» згорів у верхніх шарах атмосфери Юпітера.

**[Луна́](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%29)**[- серія радянських автоматичних міжпланетних станцій для вивчення Місяця і космічного простору.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%29)

 **Початок функціонування першої багатонаціональної космічної станції. Найбільший на сьогоднішній день штучний об'єкт, побудований в космосі**

Міжнародна космічна станція (МКС; [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) International Space Station,ISS, [рос.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Междунаро́дная косми́ческая ста́нция, МКС) — пілотована космічна [станція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) на орбіті [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F), створена для наукових досліджень у [космосі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D1%80).

Будівництво розпочалось [1998](https://uk.wikipedia.org/wiki/1998) і тривало в співробітництві аерокосмічних агентств [Росії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%8F), [США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%A8%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8), [Японії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%8F), [Канади](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B0), [Бразилії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BB%D1%96%D1%8F) та [Євросоюзу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%A1%D0%BE%D1%8E%D0%B7). Маса станції становить приблизно 450 тонн. МКС обертається навколо Землі на висоті близько 415 кілометрів[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F#cite_note-2), здійснюючи 15,77 обертів за добу, рухається з середньою швидкістю 27700 км/год, її можна легко побачити неозброєним оком.

Спочатку планувалося, що станція пропрацює на орбіті до 2010 року, та вже 2008 називалася інша дата — 2016 або 2020 рік. На початку 2015 року було повідомлено про плани роботи станції до 2024 року[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F#cite_note-3)

За угодою, кожному учаснику проєкту належать його сегменти на МКС. Росія володіє модулями [«Звєзда»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%94%D0%B7%D0%B4%D0%B0) і [«Пірс»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D1%81_%28%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D0%9C%D0%9A%D0%A1%29), Японія - модулем «Кібо», [Європейське космічне агентство](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) – модулем [Columbus](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%81_%28%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D0%9C%D0%9A%D0%A1%29). Сонячні панелі, а також інші модулі належать [NASA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90). В понеділок, 16 травня 2016 року станція здійснила 100 000-ий оберт на орбіті навколо Землі.

**Перша посадка на астероїд Ерос**

12 лютого 2001 року апарат почав гальмування, повільно спускаючись на Ерос – навколоземній астероїд. Через два дні, 14 лютого, «NEAR- Near Earth Asteroid Rendezvous » Shoemaker опустився на поверхню астероїда. По ходу спуску були зроблені зображення поверхні з високою роздільною здатністю, в тому числі 69 детальних знімків, відображених в останні 5 км спуску. Потім став супутником астероїда.

**Посадка на Марс. Марсохід досліджував структуру ґрунту планети**

Місія Opportunity є більш ніж вдалою місією NASA. Апарат здійснив посадку на поверхню Марса 25 січня 2004 року. Учасники проекту розраховували лише на 90 днів роботи марсоходу, він мав вивчати гірські породи і ґрунт, зокрема мінерали, що містяться в них, які б могли довести існування рідкої води на Марсі в минулому. Аналіз даних з першого ж зразка показав, що частина плато Меридіана колись була солоним озером.

За 15 років вчені за допомогою Opportunity складали карти місцевості, вивчали метеорит на поверхні планети та багато іншого. Апарат застрягав у піщаних дюнах і вибирався з них, а з 2008 року він пересувався задом наперед через технічні проблеми.

**Автоматичний космічний апарат «Кассіні»**

**Кассіні - Гюйгенс** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Cassini-Huygens) — автоматичний [космічний апарат](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82) (КА), створений спільно [NASA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B7_%D0%B0%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D1%96_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%83), [Європейським космічним агентством](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) та [Італійським космічним агентством](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), який досліджував планету [Сатурн](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), її кільця й [супутники](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0). Станція складалася з двох основних елементів: безпосередньо станції [**Кассіні**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%96%D0%BD%D1%96_%28%D0%9A%D0%90%29) ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Cassini orbiter) і зонду **[Гюйгенс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%8E%D0%B9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81_%28%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B4%29%22%20%5Co%20%22%D0%93%D1%8E%D0%B9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81%20%28%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B4%29)**([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Huygens probe), призначеного для посадки на [Титан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29).

Космічний апарат Кассіні -Гюйгенс запущено [15 жовтня](https://uk.wikipedia.org/wiki/15_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F) [1997](https://uk.wikipedia.org/wiki/1997) року [ракетою-носієм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9) [Титан IV](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%29), і він досягнув системи Сатурна [1 липня](https://uk.wikipedia.org/wiki/1_%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BD%D1%8F)[2004](https://uk.wikipedia.org/wiki/2004) року, після міжпланетної подорожі, яка включала обліт Землі, Венери і Юпітера. Це перший штучний супутник Сатурна.

Гюйгенс відділився від орбітального апарата [25 грудня](https://uk.wikipedia.org/wiki/25_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D1%8F) [2004](https://uk.wikipedia.org/wiki/2004) року приблизно о 2:00 UTC, досягнув супутника Сатурна - [Титана](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29) - [14 січня](https://uk.wikipedia.org/wiki/14_%D1%81%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%8F) [2005](https://uk.wikipedia.org/wiki/2005) року, увійшов в його атмосферу й опустився на поверхню. Зонд успішно передав дані на Землю, використовуючи орбітальний апарат як передавач (реле). Це була перша посадка в зовнішній частині [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Після 10-ти років перебування Кассіні на орбіті, [3 квітня](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%BA%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F)  [2014](https://uk.wikipedia.org/wiki/2014) року, NASA повідомило, що виявлено докази існування великого підземного океану рідкої води на [Енцеладі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%B4_%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29%22%20%5Co%20%22%D0%95%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%B4%20%28%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29), супутнику Сатурна. На думку вчених, підземний океан свідчить про те, що Енцелад є одним з найімовірніших місць у Сонячній системі, де може існувати життя. [30 червня](https://uk.wikipedia.org/wiki/30_%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BD%D1%8F) [2014](https://uk.wikipedia.org/wiki/2014) NASA відзначило десяту річницю діяльності Кассіні, підкресливши серед інших знахідок відкриття рідкої води на Енцеладі.

У квітні 2017 року на апараті практично вичерпалося пальне, потрібне для корекції орбіти. Аби уникнути неконтрольованого зіткнення з супутниками (на яких потенційно може існувати життя) було ухвалене рішення спрямувати апарат в атмосферу Сатурна.[15 вересня](https://uk.wikipedia.org/wiki/15_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F) 2017 о 14:55 за Київським часом «Кассіні», увійшовши в атмосферу, згорів.

**Перша успішна посадка в полярному регіоні Марса**

**Фенікс** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Phoenix Mars lander) - [космічний зонд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B4) [NASA](https://uk.wikipedia.org/wiki/NASA%22%20%5Co%20%22NASA)призначений для дослідження планети [Марс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), який був запущений [американською](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90) ракетою-носієм Delta-2 [4 серпня](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%BD%D1%8F) [2007](https://uk.wikipedia.org/wiki/2007) і приземлився на Марсі [25 травня](https://uk.wikipedia.org/wiki/25_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8F) [2008](https://uk.wikipedia.org/wiki/2008) ([UTC](https://uk.wikipedia.org/wiki/UTC)). Зонд є складовою програми [Марсіанський Скаут](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%96%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D1%83%D1%82&action=edit&redlink=1) NASA, якою передбачено запуск малих, дешевших зондів.

Головним науковим результатом місії стало виявлення льоду під тонким шаром ґрунту, а також хімічний аналіз ґрунту.

**Запуск місії Kepler**

Перший космічний телескоп, призначений для пошуку екзопланет, подібних до Землі.Орбітальний телескоп «Кеплер» ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Kepler) — космічний телескоп [НАСА](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90), призначений для пошуків [екзопланет](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%95%D0%BA%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0). Названий на честь [Йоганна Кеплера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD_%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D1%80) (1571—1630), німецького філософа, математика, астронома, астролога і оптика. Телескоп був запущений [7 березня](https://uk.wikipedia.org/wiki/7_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F) [2009](https://uk.wikipedia.org/wiki/2009) з космодрому на мисі [Канаверал](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB) в штаті [Флорида](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%B0). Після дев'яти років експлуатації, запас палива реактивної системи керування на борту телескопа було вичерпано, і НАСА оголосила про завершення роботи апарата 30 жовтня 2018 року.

**Перший штучний зонд для планової і м'якої посадки на комету Чурюмова-Герасименко**

«**Розетта**» ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Rosetta) — [космічний апарат](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82), запущений [Європейським космічним агентством](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) [2 березня](https://uk.wikipedia.org/wiki/2_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F) [2004](https://uk.wikipedia.org/wiki/2004) року. Мета польоту — дослідження [комети Чурюмова - Герасименко](https://uk.wikipedia.org/wiki/67P/%D0%A7%D1%83%D1%80%D1%8E%D0%BC%D0%BE%D0%B2-%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE), яку було відкрито [23 жовтня](https://uk.wikipedia.org/wiki/23_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F) [1969](https://uk.wikipedia.org/wiki/1969) року [Климом Чурюмовим](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D1%83%D1%80%D1%8E%D0%BC%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) у [Києві](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2). Апарат складається з двох частин: власне зонду «**Розетта**» ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0)Rosetta space probe), що вийшов на орбіту комети, та спускового модуля [«**Філи**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%BB%D0%B8_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%29) ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) Philae lander), який здійснив м'яку посадку на комету. Назва зонда походить від [Розетського каменю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%82%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8C), за допомогою якого вчені змогли розшифрувати [давньоєгипетські ієрогліфи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B3%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96_%D1%96%D1%94%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D1%96%D1%84%D0%B8).

У серпні [2014](https://uk.wikipedia.org/wiki/2014) року апарат вперше в історії підійшов упритул до комети та супроводжуватиме її до Сонця, а 12 листопада 2014 року на поверхню її ядра здійснив м'яку посадку спусковий апарат [«Філи»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%BB%D0%B8_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%29). Місію апарата завершено [30 вересня](https://uk.wikipedia.org/wiki/30_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F) [2016](https://uk.wikipedia.org/wiki/2016) року.

**«**Нові обрії»

«Нові обрії» ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) New Horizons) — міжпланетний [космічний зонд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D0%B6%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F), побудований за космічною програмою [НАСА](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%90) [«New Frontiers»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0_%C2%ABNew_Frontiers%C2%BB). Спроектований [Лабораторією Прикладної Фізики](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8&action=edit&redlink=1) [Університететом Джонса Гопкінса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%B0_%D0%93%D0%BE%D0%BF%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%81%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%A3%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82%20%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%B0%20%D0%93%D0%BE%D0%BF%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%81%D0%B0) і [Південно-Західним дослідницьким інститутом](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%97%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%82&action=edit&redlink=1), командою під керівництвом [Алана Стерна](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%BB%D0%B0%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD&action=edit&redlink=1)[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/New_Horizons#cite_note-tri-2) космічний апарат був успішно запущений у 2006 році з головною метою - здійснити пролітне дослідження системи [Плутона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD_%28%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) у 2015 році, і, другорядною метою — здійснити проліт повз один або кілька об'єктів [поясу Койпера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%8F%D1%81_%D0%9A%D0%BE%D0%B9%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0). Це п'ятий штучний об'єкт, який досяг швидкості, достатньої, щоб залишити [Сонячну систему](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0).

Апарат «Нові обрії» був запущений 19 січня 2006 року з [бази ВПС США на мисі Канаверал](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%92%D0%9F%D0%A1_%D0%A1%D0%A8%D0%90_%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B8%D1%81%D1%96_%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB) ракетою-носієм [Atlas V](https://uk.wikipedia.org/wiki/Atlas_V%22%20%5Co%20%22Atlas%20V) і досягнув [швидкості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%88%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C)16,26 км/с (58 500 км/год). Під час запуску це був найшвидший космічний апарат, запущений із Землі за всю історію, 12 серпня 2018 цей рекорд перевищив  апарат [Parker Solar Probe](https://uk.wikipedia.org/wiki/Parker_Solar_Probe%22%20%5Co%20%22Parker%20Solar%20Probe)[[10]](https://uk.wikipedia.org/wiki/New_Horizons#cite_note-10). Після прольоту повз [астероїд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%97%D0%B4) [132524 APL](https://uk.wikipedia.org/wiki/132524_APL), зонд «Нові обрії» попрямував до [Юпітера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) і пролетів повз нього 28 лютого 2007 на відстані 2,3 млн км. [Гравітаційний маневр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D1%80) біля Юпітера дозволив збільшити швидкість апарату, а також випробувати головні наукові інструменти станції, надіславши на Землю дані щодо [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0), [супутників](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0) і магнітосфери планети.

Більшість подорожі після прольоту Юпітера апарат подолав у режимі гібернації для збереження бортових систем, за винятком коротких річних перевірок[[11]](https://uk.wikipedia.org/wiki/New_Horizons#cite_note-11). 15 січня 2015 року «Нові обрії» розпочав етап наближення до Плутона. 14 липня 2015 року у 11:49 [UTC](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%87%D0%B0%D1%81) станція пролетіла систему Плутона на відстані 12 500 км від поверхні здійснивши перше дослідження космічним апаратом [карликової планети](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0). 25 жовтня 2016 у 21:48 UTC від апарату «Нові обрії» були отримані останні записані дані щодо прольоту Плутона. Завершивши обліт Плутона, станція здійснила маневр у напрямку до об'єкту поясу Койпера [2014 MU69](https://uk.wikipedia.org/wiki/2014_MU69). У серпні 2018 НАСА повідомило про ознаки «водневої стіни», яка оточує Сонячну систему. Вперше схожі дані були зафіксовані у 1992 році двома космічними зондами [Вояджер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80). Апарат успішно здійснив проліт астероїда [2014 MU69](https://uk.wikipedia.org/wiki/2014_MU69) 1 січня 2019 року о 05:33 UTC- Coordinated Universal Time.

**Вперше у космосі було вирощено їжу (салат).**

[Космонавти](https://dt.ua/tags/%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%82) з 44-ї експедиції до Міжнародної космічної станції (МКС) вперше виростили в умовах мікрогравітації салат в контейнері Veggie.

**Перша м'яка посадка на зворотній стороні Місяця**

Китайський місячний зонд Chang'e-4 здійснив м'яку посадку на зворотному боці Місяця і передав на Землю перше його фото.

**Урок 12**

**Тема уроку: Розвиток космонавтики**

Питання:

1. **Початки космонавтики. Ідеї та концептуальні проекти**
2. **Практична космонавтика**
3. **Найважливіші етапи освоєння космосу**

**Початки. Ідеї та концептуальні проекти**

**Космонавтика** ([грец.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) κόσμος - [Всесвіт](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82) та ναυτικα - все, що стосується плавання).

**Астронавтика** ([грец.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) αστρον - [зірка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D1%80%D1%96)), або зореплавання - [наука](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0)  про  [політ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82) [літальних апаратів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82) у світовий простір, і вид людської діяльності, спрямований на пізнання [космосу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81) і космічних об'єктів технічними засобами.

Космонавтика - величезний каталізатор науки і техніки, що став за короткий термін одним із головних рушіїв світового науково-технічного прогресу. Вона стимулює розвиток [електроніки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0), [матеріалознавства](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE),  [машинобудування](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), [обчислювальної техніки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0),[енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) і багатьох інших галузей.

Космонавтика почала розвиватись з появи ракети.

**[Ракета](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0)**[— літальний апарат, що рухається в просторі за рахунок дії реактивного руху, що виникає внаслідок відкидання частини власної маси апарату без використання речовини з навколишнього середовища.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0)

 [1881](https://uk.wikipedia.org/wiki/1881) року [**Микола Іванович Кибальчич**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87_%D0%9A%D0%B8%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%87%D0%B8%D1%87) - винахідник і революціонер-народник українського походження, запропонував схему першого у світі реактивного літального апарату. В проекті Кибальчич обґрунтував вибір робочого тіла і джерела енергії апарата, висунув ідею про можливість застосування [броньованого пороху](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%85) для реактивного двигуна і про необхідність забезпечення програмованого режиму горіння пороху, розробив пристрої для подачі палива і регулювання, способи запалювання. Подачу порохових шашок в камеру згорання Кибальчич планував забезпечувати за допомогою автоматичних годинникових механізмів. Досліджуючи питання щодо стійкості польоту, Кибальчич відмітив, що стабілізувати апарат можна відповідним розподілом мас і за допомогою крил-стабілізаторів. В проекті досліджене питання про гальмування апарата при спуску. В кінці пояснювальної записки Кибальчич виказав думку про те, що успіх у вирішенні проблеми залежить від вибору співвідношення між масою корисного вантажу, габаритами порохових шашок і геометричними розмірами камери згорання двигунів. Страчений за замах на імператора [Олександра II](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80_%D0%86%D0%86_%28%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%29).

1903 року російський учений [**Ціолковський Костянтин Едуардович**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%9A%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8F%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD_%D0%95%D0%B4%D1%83%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) висунув ідею про використання ракет для космічних польотів. Він у загальних рисах (на рівні концептуальних рішень) спроектував ракету для міжпланетних сполучень.

Німецький учений [**Герман Оберт**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD_%D0%9E%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82)**у** 1920-ті роки також виклав принципи міжпланетного польоту.

Український вчений-винахідник [**Кондратюк Юрій Васильович**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8E%D0%BA_%D0%AE%D1%80%D1%96%D0%B9_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87)у січні [1929](https://uk.wikipedia.org/wiki/1929) року в [Новосибірську](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%B1%D1%96%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA) за власний кошт випустив книгу «Завоювання міжпланетних просторів».

Американський учений [Роберт Годдард](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82_%D0%93%D0%BE%D0%B4%D0%B4%D0%B0%D1%80%D0%B4) [1923](https://uk.wikipedia.org/wiki/1923) року почав розробку  [рідинного ракетного двигуна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD) і до кінця [1925](https://uk.wikipedia.org/wiki/1925) року створив працюючий прототип. [16 березня](https://uk.wikipedia.org/wiki/16_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F) [1926](https://uk.wikipedia.org/wiki/1926) року він запустив першу рідинну ракету, паливом для якої були [бензин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BD) та рідкий [кисень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C).

**Практична космонавтика**

Перші експериментальні суборбітальні космічні польоти відбувались при запусках німецької ракети [Фау-2](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%83-2) [1944](https://uk.wikipedia.org/wiki/1944) року. Практичне освоєння космічного простору почалось [4 жовтня](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F) [1957](https://uk.wikipedia.org/wiki/1957) року запуском першого штучного [супутника](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA) Землі в Радянському Союзі.

Перші роки розвитку космонавтики характеризувалися не співпрацею, а гострою конкуренцією між державами (так звані [Космічні перегони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%B8)). Міжнародна співпраця почала інтенсивно розвиватися тільки на початку двотисячних років, найперше, завдяки спільній побудові [Міжнародної космічної станції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) і дослідженням на її борту.

У Німеччині подібні роботи здійснювало [Німецьке товариство міжпланетних сполучень](https://uk.wikipedia.org/wiki/Verein_f%C3%BCr_Raumschiffahrt) (VfR). [14 березня](https://uk.wikipedia.org/wiki/14_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F) [1931](https://uk.wikipedia.org/wiki/1931) року член VfR [Йоханнес Вінклер](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%99%D0%BE%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%81_%D0%92%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%80&action=edit&redlink=1) здійснив перший у Європі вдалий запуск рідинної ракети. У VfR працював і [Вернер фон Браун](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%80_%D1%84%D0%BE%D0%BD_%D0%91%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BD), який з грудня [1932](https://uk.wikipedia.org/wiki/1932) року почав розробку ракетних двигунів на [артилерійському полігоні німецької армії в Куммерсдорфі](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D1%83%D0%BC%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B4%D0%BE%D1%80%D1%84%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B3%D0%BE%D0%BD&action=edit&redlink=1). Після приходу [нацистів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8) до влади в Німеччині були виділені кошти на розробку ракетної зброї, і навесні[1936](https://uk.wikipedia.org/wiki/1936) року була схвалена програма будівництва ракетного центру в [Пенемюнде](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D1%8E%D0%BD%D0%B4%D0%B5%22%20%5Co%20%22%D0%9F%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D1%8E%D0%BD%D0%B4%D0%B5), технічним директором якого призначили фон Брауна. У центрі розробили [балістичну ракету](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0) [А-4](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90-4) з дальністю польоту 320 км. Під час [Другої світової війни](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0) [3 жовтня](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F) [1942](https://uk.wikipedia.org/wiki/1942) року відбувся перший успішний запуск цієї ракети, а [1944](https://uk.wikipedia.org/wiki/1944) року почалося її бойове застосування під назвою [V-2](https://uk.wikipedia.org/wiki/V-2).

Військове застосування V-2 продемонструвало величезні можливості ракетної техніки, і найпотужніші повоєнні держави -[США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90) і [СРСР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A0%D0%A1%D0%A0) - також почали розробку балістичних ракет.

Для створення [ядерної зброї](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%8F) і засобів її доставки [13 травня](https://uk.wikipedia.org/wiki/13_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8F) [1946](https://uk.wikipedia.org/wiki/1946) року [Рада Міністрів СРСР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B0_%D0%9C%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B2_%D0%A1%D0%A0%D0%A1%D0%A0) прийняла постанову про розгортання масштабної роботи з розвитку вітчизняного [ракетобудування](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F). Відповідно до цієї постанови був створений [Науково-дослідний інститут артилерійського і реактивного озброєння](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%82_%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%96_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%94%D0%BD%D0%BD%D1%8F&action=edit&redlink=1) № 4.

Начальником інституту призначили генерала О. І. Нестеренко, його заступником за спеціальністю «Рідинні балістичні ракети» — [полковник](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA) [М. К. Тихонравов](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BD%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B2_%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE_%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87&action=edit&redlink=1), соратник [С. П. Корольова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2_%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9_%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) у [ГВРР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0_%D0%B2%D0%B8%D0%B2%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D1%83%D1%85%D1%83) і [РНДІ](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%82&action=edit&redlink=1). Михайло Клавдійович Тихонравов був відомий як творець першої рідинної [ракети](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0), що стартувала в [Нахабіно](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%BE%22%20%5Co%20%22%D0%9D%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%BE) [17 серпня](https://uk.wikipedia.org/wiki/17_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%BD%D1%8F) [1933](https://uk.wikipedia.org/wiki/1933) року. Він же [1945](https://uk.wikipedia.org/wiki/1945) року очолив проект підйому двох [космонавтів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%82) на висоту 200 [кілометрів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) за допомогою ракети типу [«Фау-2»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%83-2) і керованої ракетної кабіни. Проект підтримала [Академія наук](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA_%D0%A1%D0%A0%D0%A1%D0%A0) і схвалив [Сталін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BD_%D0%99%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BF_%D0%92%D1%96%D1%81%D1%81%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87). Проте у важкі повоєнні роки керівництву військової галузі було не до космічних проектів, які сприймалися як [фантастика](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), що заважає виконанню головного завдання зі створення «далекобійних ракет».

Досліджуючи перспективи розвитку ракет, створюваних за класичною послідовною схемою, М. К. Тихонравов дійшов висновку непридатності їх для міжконтинентальних відстаней. Дослідження, виконані під керівництвом Тихонравова, показали, що пакетна схема з ракет, створених в КБ Корольова, забезпечить швидкість вчетверо більшу, ніж можлива при звичайному [компонуванні](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%9B%D0%90&action=edit&redlink=1). Впровадженням «пакетної схеми» група Тихонравова наблизила здійснення своєї заповітної мрії про вихід людини у [космічний простір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81). В ініціативному порядку тривали дослідження проблем, пов'язаних із запуском і поверненням на Землю [ШСЗ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%A1%D0%97).

[16 вересня](https://uk.wikipedia.org/wiki/16_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F) [1953](https://uk.wikipedia.org/wiki/1953) року на замовлення ОКБ Корольова в НДІ-4 почали першу *науково-дослідну роботу з космічної тематики* «**Дослідження з питання створення першого штучного супутника Землі**». Група Тихонравова, що мала солідний доробок з цієї теми, виконала її оперативно.

[1956](https://uk.wikipedia.org/wiki/1956) року М. К. Тихонравов з частиною своїх співробітників переводиться з НДІ-4 в ОКБ Корольова начальником відділу з проектування супутників. За його безпосередньої участі створюються перші [ШСЗ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%A1%D0%97), [пілотовані кораблі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C), проекти перших автоматичних міжпланетних і місячних апаратів до 1966 р (14 січна 1966 р. Сергія Павловича не стало).

**Найважливіші етапи освоєння космосу**

1957 року під керівництвом [Корольова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2_%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9_%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) створено першу у світі [міжконтинентальну балістичну ракету](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B0) [Р-7](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0-7), яка того ж року була використана для запуску першого у світі штучного супутника Землі.

[**4 жовтня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1957**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1957) - запущено перший [штучний супутник Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96) [«**Супутник-1**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA-1). ([СРСР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A0%D0%A1%D0%A0)).

[**3 листопада**](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0)[**1957**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1957) - запущено другий штучний супутник Землі [**«Супутник-2**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA-2), який вперше вивів у космос живу істоту, - [собаку **Лайку**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0_%28%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%82%29). (СРСР).

[**4 січня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D1%81%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%8F)[**1959**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1959) - станція [«Луна-1»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-1) пройшла на відстані 6000 км від поверхні Місяця і вийшла на [геліоцентричну орбіту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0). Вона стала першим у світі штучним супутником Сонця. (СРСР).

[**14 вересня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/14_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F)[**1959**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1959) - станція [«Луна-2»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-2) вперше у світі досягла поверхні Місяця у районі Моря Ясності поблизу кратерів Аристид, Архімед і Автолік, і доставила вимпел з [гербом СРСР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%B1_%D0%A1%D0%A0%D0%A1%D0%A0). (СРСР).

[**4 жовтня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1959**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1959) - запущено [АМС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%9C%D0%A1) [«Луна-3»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-3), яка вперше у світі сфотографувала невидимий з [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29) бік [Місяця](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C). Також під час польоту вперше у світі було на практиці здійснено [гравітаційний маневр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D1%80). (СРСР).

[**19 серпня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/19_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%BD%D1%8F)[**1960**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1960) - здійснено перший в історії орбітальний політ у космос живих істот з успішним поверненням на Землю. На кораблі [«Супутник-5»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA-5) [орбітальний політ](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82&action=edit&redlink=1) здійснили собаки [**Білка** та **Стрілка**](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%91%D1%94%D0%BB%D0%BA%D0%B0_%D1%96_%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%94%D0%BB%D0%BA%D0%B0&action=edit&redlink=1). (СРСР).

[**12 квітня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/12_%D0%BA%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1961**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1961) - здійснено перший [політ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82) людини у космос ([Ю. Гагарін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BD_%D0%AE%D1%80%D1%96%D0%B9_%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%96%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87)) на кораблі [«**Восток-1**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BA-1). (СРСР).

[*12 серпня*](https://uk.wikipedia.org/wiki/12_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%BD%D1%8F)[*1962*](https://uk.wikipedia.org/wiki/1962) - здійснено перший у світі груповий космічний політ на кораблях [«**Восток-3 –** командирА.Г. Ніколаєв»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BA-3) і [«**Восток-4 -** П.Р. Попович»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BA-4). Максимальне зближення кораблів становило близько 6,5 км. (СРСР).

[**16 червня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/16_%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BD%D1%8F)[**1963**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1963) - здійснено перший у світі політ у космос жінки-[космонавта](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%82) ([Валентина Терешкова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B0)) на космічному кораблі [«**Восток-6**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BA-6). (СРСР).

[**12 жовтня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/12_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1964**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1964) - здійснив політ перший у світі багатомісний космічний корабель [«**Восход**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4), політ 3-х космонавтів на борту (СРСР). Екіпаж - космонавт-пілот [Комаров](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80_%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), конструктор [Феоктистов](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D0%BE%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8F%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) і лікар [Єгоров](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87).

[**18 березня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/18_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F)[**1965**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1965) - здійснено перший в історії [вихід людини у відкритий космос](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%85%D1%96%D0%B4_%D1%83_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81). Космонавт [Олексій Леонов](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%96%D0%B9_%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) здійснив вихід у відкритий космос з корабля [«**Восход-2**»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4-2). (СРСР).

[**3 лютого**](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE)[**1966**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1966) -[АМС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D0%B6%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) [«Луна-9»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-9) здійснила першу у світі [м'яку посадку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%27%D1%8F%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B0) на поверхню Місяця, були передані панорамні знімки Місяця. (СРСР).

[**1 березня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F)[**1966**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1966) - станція [«Венера-3»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0-3) вперше досягла поверхні [Венери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29), куди доставила вимпел СРСР. Це був перший у світі переліт космічного апарата з Землі на іншу планету. (СРСР).

[**3 квітня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%BA%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1966**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1966) - станція [«Луна-10»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-10) стала першим штучним супутником Місяця. (СРСР).

[**30 жовтня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/30_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1967**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1967) - виконано перше [стикування](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) двох безпілотних космічних апаратів [«Космос-186»](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81-186&action=edit&redlink=1) і [«Космос-188»](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81-188&action=edit&redlink=1). (СРСР).

[**15 вересня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/15_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F)[**1968**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1968) - перше повернення космічного апарата ([Зонд-5](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BD%D0%B4_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%29)) на Землю після обльоту Місяця. На борту знаходились живі істоти: [черепахи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%85%D0%B8), плодові [мухи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%85%D0%B8), [черв'яки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B2%27%D1%8F%D0%BA%D0%B8), [рослини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8), [насіння](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F), [бактерії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97). (СРСР).

[**16 січня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/16_%D1%81%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%8F)[**1969**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1969) - виконано перше стикування двох пілотованих космічних кораблів [«Союз-4»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%8E%D0%B7-4) і [«Союз-5»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%8E%D0%B7-5). (СРСР).

**16 липня 1969** року ракета Сатурн -V вивела на орбіту космічний корабель "Аполон-11. [**21 липня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/21_%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BD%D1%8F)[**1969**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1969)- перша висадка людини на [Місяць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C) ([Н. Армстронг](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BB_%D0%90%D1%80%D0%BC%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B3),  **Базз Олдрін**) в рамках місячної експедиції корабля[«Аполлон-11»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%BD-11), третій астронавт, Майкл Коллінз, залишився на борту "Колумбії". що облітала Місяць на висоті приблизно 60 морських миль. Коли його колеги були на поверхні Місяця, він писав у щоденнику: "Якщо вони не зможуть злетіти з поверхні, або розіб'ються, я не збираюся вчинити самогубство; я вирушу додому, негайно, але я знаю, що в мене залишиться мітка на все життя." Екіпаж доставив на Землю, серед іншого і перші проби [місячного ґрунту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82). ([США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90)). **Космічна програма "Аполлон"**  реалізувалася NASA з 1961 до 1975 року. Космічний корабель "Аполлон" складався із основного корабля і місячного модуля (корабля для посадки й повернення з Місяця). Загалом під час реалізації програми "Аполлон" на поверхні Місяця побували шість пілотованих експедицій Аполон -11, 12, 13, 15,16, 17 а один політ був не вдалим. На місяці побувало 12 астронавтів.

[**24 вересня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/24_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8F)[**1970**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1970) - станція [«Луна-16»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-16) здійснила забір і наступну доставку на Землю (станцією [«Луна-16»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0-16)) зразків [місячного ґрунту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82). (СРСР). Вона також є першим безпілотним космічним апаратом, який доставив на Землю проби породи з іншого космічного тіла (тобто, у цьому випадку, з Місяця).

[**17 листопада**](https://uk.wikipedia.org/wiki/17_%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0)[**1970**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1970) - [м'яка посадка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%27%D1%8F%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B0) і початок роботи першого у світі напівавтоматичного самохідного апарата, дистанційно керованого з Землі: [«Луноход-1»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4-1). (СРСР).

[**15 грудня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/15_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D1%8F)[**1970**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1970) - перша у світі м'яка посадка на поверхню Венери: [«Венера-7»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0-7). (СРСР).

[**19 квітня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/19_%D0%BA%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1971**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1971) - запущено першу [орбітальну станцію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) [«Салют-1»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D1%82-1). (СРСР).

[**13 листопада**](https://uk.wikipedia.org/wiki/13_%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0)[**1971**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1971) - станція [«Марінер - 9»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%80-9) стала першим штучним супутником [Марса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). (США).

[**27 листопада**](https://uk.wikipedia.org/wiki/27_%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0)[**1971**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1971) - станція [«Марс-2»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81-2) вперше досягла поверхні Марса. (СРСР).

[**2 грудня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/2_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D1%8F)[**1971**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1971)- перша м'яка посадка [АМС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%9C%D0%A1) на Марс: [«Марс-3»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81-3). (СРСР).

[**3 березня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/3_%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D1%8F)[**1972**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1972)- запуск першого [апарата](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82), який згодом залишив межі [Сонячної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0): [Піонер-10](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80-10). (США).

[**20 жовтня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/20_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1975**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1975) - станція [«Венера-9»](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0-9&action=edit&redlink=1) стала першим штучним супутником Венери. (СРСР).

[**жовтень**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%8C)[**1975**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1975) - м'яка посадка двох космічних апаратів [«Венера-9»](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0-9&action=edit&redlink=1) і [«Венера-10»](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0-10&action=edit&redlink=1) і перші у світі фотознімки поверхні Венери. (СРСР).

[**12 квітня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/12_%D0%BA%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**1981**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1981) - перший політ першого [багаторазового транспортного космічного корабля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) [«Колумбія»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BC%D0%B1%D1%96%D1%8F_%28%D1%88%D0%B0%D1%82%D0%BB%29). (США).

[**20 лютого**](https://uk.wikipedia.org/wiki/20_%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE)[**1986**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1986) - виведення на орбіту базового модуля орбітальної станції [«Мир»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%80_%28%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F%29).

[**7 грудня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/7_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D1%8F)[**1995**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1995) - станція [«Галілео»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BE_%28%D0%9A%D0%90%29) стала першим штучним супутником [Юпітера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). (США).

У період з 19 листопада по 5 грудня 1997 року здійснив космічний політ на американському БТКК (багаторазовий транспортний космічний корабль) [«Колумбія»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BC%D0%B1%D1%96%D1%8F_%28%D1%88%D0%B0%D1%82%D0%BB%29) місії [STS-87](https://uk.wikipedia.org/wiki/STS-87) український космонавт Леонід Костянтинович Каденю́к (28 січня 1951, [Клішківці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%88%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%86%D1%96%22%20%5Co%20%22%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%88%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%86%D1%96), [Хотинський район](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD), [Чернівецька область](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C), [Українська РСР](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%A1%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%83%D0%B1%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0) - 31 січня 2018

[**20 листопада**](https://uk.wikipedia.org/wiki/20_%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0)[**1998**](https://uk.wikipedia.org/wiki/1998)- запуск першого блока [Міжнародної космічної станції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F). (Виробництво і запуск - [Росія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%8F), власник - США).

[**24 червня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/24_%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BD%D1%8F)[**2000**](https://uk.wikipedia.org/wiki/2000)- станція [«NEAR Shoemaker»](https://uk.wikipedia.org/wiki/NEAR_Shoemaker) стала першим штучним супутником астероїда ([433 Ерос](https://uk.wikipedia.org/wiki/433_%D0%95%D1%80%D0%BE%D1%81)). (США).

[**30 червня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/30_%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BD%D1%8F)[**2004**](https://uk.wikipedia.org/wiki/2004) - станція [«Кассіні»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%96%D0%BD%D1%96_%E2%80%94_%D0%93%D1%8E%D0%B9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81) стала першим штучним супутником [Сатурна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD_%28%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0%29). (США).

[**4 жовтня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/4_%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BD%D1%8F)[**2004**](https://uk.wikipedia.org/wiki/2004) - учасники проекту [Tier One](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Tier_One&action=edit&redlink=1" \o "Tier One (ще не написана)), що розробили повітряно-космічну систему [SpaceShipOne](https://uk.wikipedia.org/wiki/SpaceShipOne%22%20%5Co%20%22SpaceShipOne), виграли приз [Ansari X Prize](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Ansari_X_Prize&action=edit&redlink=1" \o "Ansari X Prize (ще не написана)) (запропонований для першої недержавної організації, що здійснить два пілотованих суборбітальних космічних польоти на одному багаторазовому космічному апараті протягом двох тижнів).

[**15 січня**](https://uk.wikipedia.org/wiki/15_%D1%81%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%8F)[**2006**](https://uk.wikipedia.org/wiki/2006) - станція [«Стардаст»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%B0%D1%81%D1%82) доставила на Землю зразки [комети Вільда 2](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0_%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B0_2&action=edit&redlink=1). (США).

**17 березня 2011** - станція «MESSENGER» стала першим штучним супутником Меркурія.

**12 листопада 2014** (о 17:35 за київським часом) - [космічний апарат Філе (Philae)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%BB%D0%B5_%28%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%29) виконав першу в історії м'яку посадку на комету.

**Урок 13**

**Тема уроку: Космогонія Сонячної системи**

Питання:

1. **Поняття про космогонію. Загальні параметри будови Сонячної системи**
2. **Гіпотези утворення Сонячної системи**

**Поняття про космогонію. Загальні параметри будови Сонячної системи**

**Космогонія** – розділ астрономії, що вивчає походження й розвиток небесних тіл, зокрема і Сонячної системи в цілому та її окремих об’єктів.

Завдання космогонії – з’ясувати коли, з якої форми матерії і як утворився той чи інший астрономічний об’єкт. Які процеси передували та сприяли його виникненню, і яким буде його розвиток надалі.

У процесі вивчення тіл Сонячної системи та її загальної будови з’ясовано, що вона має низку параметрів які в сукупності визначають її особливість.

Характерні особливості будови Сонячної системи:

1. Площини орбіт усіх планет і всіх супутників, за винятком супутників Урана, майже збігаються з площиною сонячного екватора.

2. Усі планети обертаються навколо Сонця в одному й тому самому напрямку, що збігається з напрямком обертання Сонця навколо своєї осі. Цей напрямок обертання в астрономії називають прямим.

3. Планети обертаються навколо своїх осей у прямому напрямку, за винятком Венери й Урана, які мають зворотне обертання.

4. Еліптичні орбіти  (які мають вигляд, форму еліпса) планет і супутників дуже близькі до кіл.

5. Більшість супутників обертаються навколо своїх планет також у прямому напрямку.

6. Планети поділяються на дві групи – планети земної групи (Меркурій, Венера, Земля, Марс) і планети-гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун). Обидві групи відмінні між собою розмірами і складом речовини.

7. Середні відстані від Сонця для майже всіх планет підпорядковуються правилу Тиціуса–Боде.

Правило формулюється таким чином.

До кожного елементу послідовності Di =0,3,6,12,…..   додається 4, потім результат ділиться на 10. Отримане число вважається радіусом орбіти i-ї планети в [астрономічних одиницях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F). Тобто

$$R\_{i}=\frac{D\_{i}+4}{10}$$

Послідовність **Di** -  [геометрична прогресія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%96%D1%8F), окрім першого числа. Тобто

**D1=0; Di=3\*2i, i ≥ 0**

Цю ж формулу можна записати по-іншому:

R1 =0,4; Ri = 0,4+0,3\*2i = 0,4+0,3\*ki

де 2i = ki

Значення i та ki наведенні в таблиці.



Зустрічається також інше формулювання:

Ri –RMercury = 2\*( Ri-1 - RMercury)

Для будь-якої планети відстань від неї до найвнутрішньої планети (Меркурія) вдвічі більша, ніж відстань від попередньої планети до внутрішньої планети.

8. Майже всі комети мають витягнуті орбіти (часто параболічні й навіть гіперболічні). Ці орбіти по-різному орієнтовані щодо площини екліптики.

 9. 99,86 % маси Сонячної системи припадає на Сонце і лише 0,14 % – на всі інші тіла, однак 98 % її моменту загальної кількості руху припадає на планети. Характеризується моментом інерції. Момент інерції матеріальної точки відносно осі називають добуток маси цієї точки m на квадрат її відстані h до цієї осі, наприклад Oz: Iz =mh2.

**Гіпотези утворення Сонячної системи**

В космогонії Сонячної системи за останні понад 350 років було сформу- льовано кілька різних гіпотез (Р. Декарт, І. Кант, П. Лаплас, Дж. Джінс та ін.), що намагалися пояснити походження нашої планетної системи. Серед них продуктивними виявилися гіпотези, які пояснювали походження Сонячної системи з газопилового диска, що обертався навколо Сонця. Поступова фрагментація такого диска врешті-решт привела до формування планет. Ці загальні уявлення існували в такому вигляді до середини ХХ ст. Далі почався новий етап вивчення питання походження Сонячної системи. У 1950-х роках О. Ю. Шмідт і його послідовники докладно розробили гіпотезу Канта-Ла- пласа і на її підставі створили теорію походження нашої планетної системи. Важливим елементом теорії стало уявлення про те, що в газопиловому диску, маса якого становила кілька відсотків від маси Сонця, на якомусь етапі його еволюції почався процес злипання окремих пилинок. Це привело до формування спершу невеликих, а потім дедалі більших згустків, які зіштовхуючись і злипаючись, утворили рій допланетних тіл різного розміру – планетезималей. Такі об’єкти стали будівельним матеріалом для планет, а найбільші планетезималі – їхніми «зародками». ***Через високу температуру та видування летких елементів у*** ***центральній частині диска залишилися важкі тугоплавкі частинки – кам'янисті сполуки, залізо та інші метали***. З них сформувалися планети земної групи. У віддаленіших зонах, де залишалось багато газів і води, виникли планети-гіганти та їхні супутники. У них спочатку, як і в планетах земної групи, утворилися ядра з кам'янистих сполук і металів, поверх яких потім нарощувались водневогелієві оболонки. Під час формування планет-гігантів процес випадання речовини (акреція) на планети супроводжувався утворенням навколо них газопилових дисків. З цих дисків утворилися супутники та кільця. Для пояснення перерозподілу моменту кількості руху між Сонцем і планетами припускають, що Протосонце (Сонце у первісній фазі свого існування, у стадії свого формування) мало відчутне магнітне поле. Його взаємодія з газом протопланетного диска, гальмувала власне обертання Протосонця і прискорювало обертання протопланетної речовини. Особливості обертання Венери й Урана пояснюють тим, що на початку існування Сонячної системи вони пережили зіткнення з дуже масивними планетезималями. Енергії зіткнення виявилось досить, щоб Уран «покласти на бік» і «заставти» його обертатися протилежно до напрямку руху довкола Сонця, а у Венери тільки змінити напрямок обертання. Астероїди внутрішнього поясу та планетоїди поясу Койпера теж утворені з первинної речовини газопилової хмари, що через різні обставини не була увібрана великими планетами під час їхнього формування. Причому тверді кам’янисті тіла поясу астероїдів формувалися за орбітою Марса і густинами ближчі до планет земної групи. А планетоїди поясу Койпера з великим вмістом льодів різного походження формувались у віддаленій зоні Сонячної системи. Раніше вважали, що Марс свого часу гравітаційною силою захопив два астероїди з внутрішнього поясу, які стали його супутниками. Нині переважає думка, що вони утворилися з речовини, яку викинуло на орбіту з поверхні Марса внаслідок сильного зіткнення з іншим космічним тілом в ранню епоху Сонячної системи. Схоже, що й Місяць колись утворився на орбіті Землі з таких самих причин. Але деякі супутники планет-гігантів, що рухаються тепер навколо них не в прямому, а у зворотному напрямку, колись таки були астероїдами.

*Якщо за часів О. Шмідта існування газопилового диска було лише при- пущенням*, то в останні десятиріччя ХХ ст. такі диски відкрито в багатьох молодих зір, а наприкінці минулого століття відкриті перші планети та системи планет біля інших зір. Це стало новим етапом в розвитку ідей щодо походження Сонячної системи. Астрономи отримали змогу порівнювати системи планет. Воно показало суттєві відмінності між Сонячною системою й виявленими планетами біля інших зір. Наприклад, планети-гіганти типу Юпітера обертаються на дуже близьких відстанях від материнських зір (для порівняння, там, де в Сонячній системі рухаються Венера і Меркурій, а то й ще ближче). Такі факти нинішня теорія формування Сонячної системи не пояснює. Ще одна проблема – зі спостережень молодих зір виявлено, що протопланетні диски існують не більше за 10 млн. років, далі їхня речовина розсіюється. Але формування планет Сонячної системи, згідно з попередніми уявленнями, тривало сотні мільйонів років. Це лише окремі проблеми, що виникли після відкриття планет біля інших зір. Отже, теорія формування Сонячної системи нині в загальних рисах пояснює походження планет та інших об’єктів, але вимагає суттєвих уточнень деталей цього процесу. А що буде з нашою планетною системою далі? Згідно з сучасними уявленнями, вона існуватиме практично в такому ж вигляді, як нині, ще при- наймні кілька мільярдів років. *Її зміни пов’язують з еволюцією Сонця, яке на прикінцевій стадії еволюції перетвориться в червоний гігант, випарує Меркурій і Венеру, а Земля стане непридатною для життя.*

**ВИСНОВКИ** Згідно з сучасними уявленнями, всі тіла нашої планетної системи, зокрема і Сонце, утворилися з велетенської газопилової хмари шляхом її стискання, акреції та дефрагментації приблизно 4,6 млрд .років тому.

**НАВЧАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**

 Поясніть, чому питання походження Сонячної системи досі є складним в астрономії?

**Урок 14**

**Тема уроку: Практикум з розв’язання задач. Навчальні проекти.**

**Залікова тестова робота**

Питання:

1. **Практикум з розв’язання задач**
2. **Навчальні проекти**
3. **Залікова тестова робота**

**Практикум з розв’язання задач**

**Задача 1**

Період обертання Нептуна становить Tн = 16h 06m , а екваторіальної зони Юпітера Tю= 9h 55m. Обчисліть різницю лінійних швидкостей екваторіальних точок Юпітера і Нептуна, якщо радіуси цих планет становлять Rю = 71490 км і Rн = 24760 км.

**Розв’язання**:

Скористаємося формулою для лінійної швидкості тіла, що рівномірно обертається по колу: υ = 2 \*π\*R/ T .

Звідси: υю - υн = 2\*3,14\* ( Rю /Tю - RН /TН ) = 6,28\*1,57 ≈9,86 км/с .

**Задача 2**

 Зоря Вега розташована на відстані **D**=26,4 св. року від Землі. Скільки років летіла б до неї ракета з постійною швидкістю $v$ =30 км/с? Вважати швидкість світла C= 300000 км/с.

**Розв’язання:**

Швидкість ракети в 10 0 0 0 разів менша, ніж швидкість світла, тому космонавти будуть летіти до Веги у 10000 разів довше.

$t=D\*\frac{C}{v}$=$26,4\*$**30000**/**30**=264000 св. років

**Задача 3**

Чи можуть космонавти з поверхні Місяця неозброєним оком побачити Чорне море? Прийняти відстань до Чорного моря L=380000 км. Діаметр Чорного моря D=1000 км.

**Розв’язання:**

Визначаємо кут, під яким із Місяця видно Чорне море. З прямокутного трикутника, у якому катетами є відстань до Місяця і діаметр Чорного моря, визначаємо кут:

$$tg∝=\frac{D}{L}$$

Для малих кутів можна записати так:
$$∝=\frac{D}{L}$$

Тільки треба знати що кут α це кут в радіанах:

$∝=\frac{1000}{380000}=0,002632$ рад.

В хвилинах цей кут треба записати так: α=0,002632\*$\frac{360\*60}{2\*3,14}$=9,051′.

Cередній мінімальний кут зору становить близько 1 кутової хвилини.

**Відповідь:**

Якщо в Україні день, то з Місяця Чорне море можна побачити, бо його кутовий діаметр більший від роздільної здатності ока.

**Задача 4**

Як визначити прискорення на Землі або на буд якій планеті?

**Розв'язання:**

F= mg; F=G\*m\*M/R2,

де G =6,67 \*10 -11 м3/кг\*с2 - гравітаційна стала; М= 5,98\*1024 кг-маса планети, R - радіус планети: 6,37\*106 м. З формули g=GM/R2 визначаємо прискорення:

g=GM/R2 =6,67\*5,98\*1024/(6,37\*106)2 =9,78 м/с2.

**Відповідь**

Прискорення на Землі 9,78 м/с2.

На будь якій планеті можна розрахувати за такої ж формули.

**Самостійно вирішити задачі:**

**Задача 1**

Розрахувати прискорення на супутниках Титану та Європі.

**Задача 2**

Зоря Бетельгейза розташована на відстані **D**=724,4 св. року від Землі. Скільки років летіла б до неї ракета з постійною швидкістю $v$ =30 км/с? Вважати швидкість світла C= 300000 км/с.

**Навчальні проекти**

1. Утворення планети Земля та її характеристики.
2. Супутник Землі та його характеристики.
3. Планета Меркурій та її характеристики.
4. Планета Венера та її характеристики
5. Планета Марс та його супутники.
6. Планета Юпітер та її основні характеристики.
7. Планета Сатурн та її основні характеристики.
8. Планета Нептун, основні характеристики.
9. Планета Уран, основні характеристики.
10. Супутники Юпітера.
11. Супутники Сатурна.
12. Карликові планети.
13. Малі тіла Сонячної системи.
14. Космічні дослідження об’єктів Сонячної системи.
15. Розвиток Космонавтики у світі та в Україні.
16. Космогонія Сонячної системи.