

врахування є необхідним для влучності пострілів та точності роботи безпілотників. Це є особливо важливим у час визвольної війни проти рапшиської загарбницької навали, яка плюндрує нашу рідну землю.

Мене турбує винайдення, виготовлення та можливість широкомасштабного застосування ядерної зброї. Це може привести до знищення всього живого на Землі та навіть самої планети Земля. **Нелюди схаменіться!**

Список використаних джерел:

1. Сили інерції. URL: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=272&chapterid=745>
2. Сила Коріоліса. URL: <http://fizika.dp.ua/про-силу-інерції>
3. Гаспар-Гюстав Коріоліс URL: <https://rus.team/people/gaspar-gyustav-koriolis>
4. Прояв сили Коріоліса на річках України URL: <https://prezi.com/p/odlyosgl9dnh/presentation/>
5. Цікаві факти про Південний Буг і краєвиди річки на Вінниччині. Фото України. URL: <https://ua-news.in.ua/cikavi-fakti-pro-pivdennii-byg-i-kraevidi-richki-na-vinnichchini-foto/>
6. Сила Коріоліса на річках України URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-na-temu-proyavi-sili-koriolisa-na-richkah-svoe-miscevosti-258357.html>
7. Дії сил Коріоліса на планетах сонячної системи URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koriolisovo-uskorenie-i-ego-vliyanie-na-kosmicheskie-obekty/viewer>

CORIOLIS FORCE ON EARTH AND IN SPACE

Viktorija Veshtak - member of the Vinnytsia RCTCSY astronomical circle.

The article deals with the study of the Coriolis force and its discovery by Gaspar-Gustav Coriolis. About what this force is on Earth and in space.

Key words: Coriolis force, Gaspar-Gustav Coriolis, reference systems, inertia, inertia force.

ТИТАН – ЗАГАДКОВИЙ СУПУТНИК САТУРНА

Ілля Гончар - гуртківець астрономічного гуртка ОЦТТУМ.

Роботу присвячено аналізу, вивченню та систематизації наукових матеріалів про дослідження найбільшого супутника Сатурна – Титана.

Титан з усіх космічних тіл найбільше привертає до себе інтерес вчених. Мене зацікавила наукова позиція, що створення людських колоній на цьому супутнику є більш перспективною, ніж спроби колонізувати Місяць або Марс.

Ключові слова: супутник, Сонячна система, планета, атмосфера, кріовулкани, орбіта.

Під час навчання в астрономічному гуртку Вінницького ОЦТТУМ, я часто спостерігав у телескоп: Сонце, Місяць, зорі, планети. Але в нашій Сонячній системі є об'єкти, які дуже важко досліджувати за допомогою шкільного телескопу. До таких космічних тіл належить і найбільший супутник Сатурна – Титан. Він єдиний із відомих супутників, що має щільну атмосферу.

Це також єдиний об'єкт, окрім Землі, на поверхні якого було знайдено чіткі ознаки постійних водойм, утім, заповнених не водою, а рідкими вуглеводнями [1].

На вечірньому весняному небі 2023 року Сатурн не видно, бо він у західній елонгації, тому ховається під горизонт раніше Сонця, а от вранці це можливо, але не довго, бо він губиться у світанковому світлі.



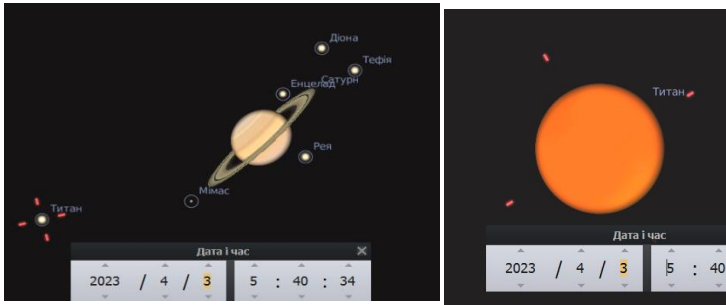


Рис. 1. Спостереження Сатурна та його найбільшого супутника – Титана у віртуальному планетарії «Stellarium»

Що нам відомо про Титан?

Титан став першим відомим супутником Сатурна, його діаметр — 5150 км. Він більший, ніж планета Меркурій, хоча й поступається їй за масою

Відкрив його нідерландський фізик, механік, математик і астроном, Христіан Гюйгенс у 1655 році (рис. 2) [2].

У Титані зосереджено 95% маси всіх супутників Сатурна.

Рис. 2. Фото Христіана Гюйгенса



Завдяки своїй значній масі (1/4000 маси Сатурна, що вдвічі більше за масу Місяця) Титан впливає на рух інших супутників Сатурна, зумовлює збурення їхніх орбіт. Сила тяжіння на ньому становить приблизно одну сьому від земної. Радіус орбіти Титана складає 1 221 870 км (20,3 радіусів Сатурна).

Тиск біля поверхні приблизно в 1,6 разів перевищує тиск земної атмосфери. Температура — мінус 170⁰С — 180⁰С. Це єдиний супутник, поверхню якого через хмари не можливо спостерігати у видимому діапазоні [3].

Дослідження Титану

Спостереження та вивчення Титану, до того як 1979 року його досліджував космічний апарат «Піонер-11» з орбіти Сатурна, проходило дуже повільними темпами. Важливим відкриттям стало відкриття Джерардом Койпером 1944 року його атмосфери [4].

Про що розповіли «Піонер 11» та «Вояджер-1»?

Першим космічним апаратом (КА), що пролетів біля Титана, став «Піонер-11», призначений для вивчення Юпітера і Сатурна. 1 вересня 1979 року станція передала на Землю п'ять світлин Титану. «Піонер-11» пройшов на відстані 353 950 км від супутника.

Важливі дослідження були виконані апаратом «Вояджер-1». 12 листопада 1980 року станція пройшла на відстані 5 600 км від Титану, проте отримані знімки не дозволили розрізнити будь-які деталі поверхні через серпанок в його атмосфері.

«Вояджер-1» зміг вивчити лише склад атмосфери і визначити основні дані, такі як маса і розмір, а також уточнив його орбітальний період [3].

Перші фотографії Титана зроблені орбітальним телескопом «Хаббл»

Вони були отримані у 1990-х роках і показали структуру поверхні супутника. На знімках, зроблених в інфрачервоному діапазоні, було видно метанові хмари та органічний смог в атмосфері Титана (рис. 3).

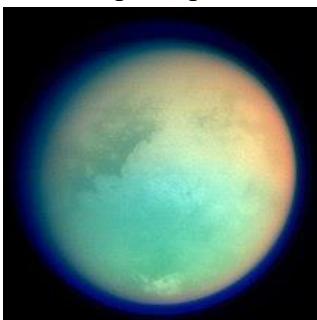


Рис. 3. Мультиспектральний знімок Титана. Світла область у центрі — «материк» Ксанаду [3]

Дослідження зроблені зондом «Кассіні-Гюйгенс»

15 жовтня 1997 року з мису Канаверал було запущено апарат Кассіні — Гюйгенс, створений спільно NASA, Європейським космічним агентством та Італійським космічним агентством (рис. 4). Він був створений для вивчення системи Сатурна і, зокрема, його супутника Титана. «Кассіні» є першим штучним супутником Сатурна.

Рис. 4. Фото Кассіні-Гюйгенс



Перший раз він пролетів біля Титана 26 жовтня 2004 року на відстані лише 1200 км від поверхні.

Земний посланець - КА Гюйгенс прититанився 14 січня 2005 року. Титан є найвіддаленішим від Землі небесним тілом, на яке здійснив посадку космічний зонд. На радіолокаційних світлинах, зроблених «Кассіні» можна побачити складну структуру поверхні Титана (рис. 5) [3].

Рис. 5. Зображення Гюйгенса з поверхні Титана - єдине зображення з поверхні тіла розташованого далі, ніж Марс

Видно рівнину, покриту дрібними скелями та галькою, які складаються з водяного льоду.

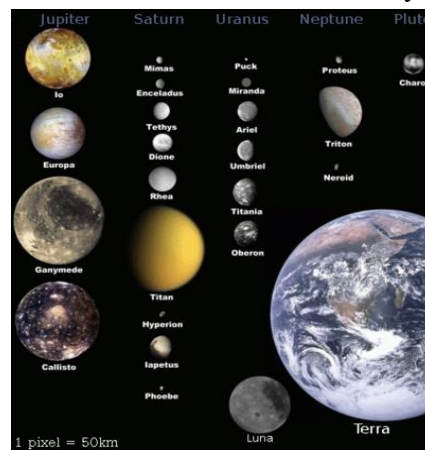
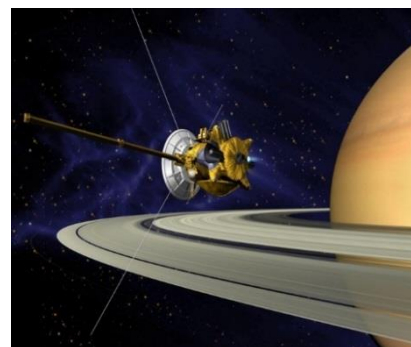
Титан має діаметр 5152 км і є другим за розміром супутником у Сонячній системі, після супутника Юпітера Ганімеда [4].

Радіус орбіти Титана становить 122 187 км (20,3 радіуса Сатурна), тому, він розташовується поза кільцями Сатурна.

Повний оберт навколо Сатурна Титан робить за 15 діб, 22 години і 41 хвилину із середньою швидкістю 5,57 км/с.

Діаметр Титана, а також його густина і маса схожі до відповідних параметрів супутників Юпітера — Ганімедом і Каллісто Титан має приблизно на 50 % більший радіус, ніж у Місяця і на 80% більшу масу. Він перевершує за розмірами Меркурій, хоча і поступається йому за масою (рис. 6) [3].

Рис. 6. Порівняльні розміри найбільших супутників та Землі



Прискорення вільного падіння на його поверхні приблизно у сім разів менше, ніж на поверхні Землі. Титан майже наполовину складається з водяного льоду і наполовину — з кам'янистих матеріалів. Такий склад подібний до деяких інших великих супутників газових планет: Ганімеда, Каллісто, Тритона.

Атмосфера Титану

Атмосфера Титана має товщину близько 400 кілометрів і містить кілька шарів вуглеводневого «смогу». Через це Титан є єдиним супутником у Сонячній системі, поверхню якого неможливо спостерігати в телескоп

Близько 98,4 % атмосфери складає азот. Таким чином, Титан і Земля — єдині тіла в Сонячній системі, які мають щільну атмосферу з переважним вмістом азоту (розріджені азотні атмосфери мають Тритон і Плутон). У невеликих кількостях наявні метан та аргон, які переважають в основному у верхніх шарах атмосфери, де їхня концентрація досягає 43 %. Є також сліди етану, ацетилену, діацетилену, метилацетилену, ціаноацетилену, пропану, вуглекислого газу, чадного газу, ціану, гелію. Практично відсутній вільний кисень (рис. 7) [3].

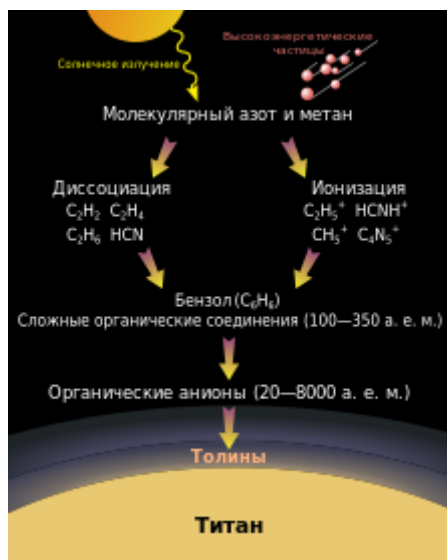


Рис. 7. Утворення толінів — складних органічних молекул з великою молекулярною масою у верхній атмосфері Титана, на висоті ~1000 км

Одним із можливих джерел метану може бути вулканічна активність [3].

Поверхня Титану

Поверхня Титану, сфотографована «Кассіні» в різних спектральних діапазонах, у низьких широтах поділена на декілька світлих і темних областей з чіткими межами.

В районі екватора на ведучій півкулі розташований світлий регіон розміром як Австралія (видимий також на інфрачервоних знімках телескопа «Габбл»). Він отримав назву Ксанаду (англ. Xanadu) (рис. 8) [4].

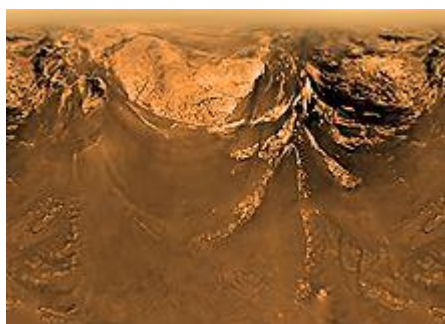


Рис. 8. Гірська гряда на Титані з висоти 10 км (радіоспектральний знімок із зонда «Гюйгенс»)

Метанові річки й озера

У 1995 році дані телескопа «Габбл» та інші спостереження дозволили безпосередньо обґрунтувати існування рідкого метану на поверхні у вигляді окремих озер чи навіть океанів подібно до земних [3].

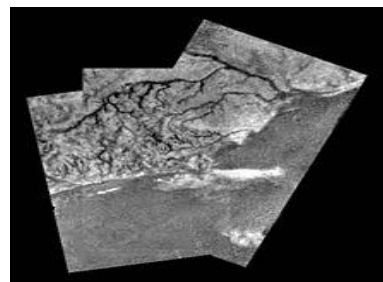
У березні 2007 року «Кассіні» виявив в районі північного полюса декілька гігантських озер, найбільше з яких (Море Кракена) має довжину 1000 км і за площею сумірне з Каспійським морем, ще одне (море Лігеї) при площі 100 000 км² більше за будь-яке прісноводне земне озеро (рис. 9).



Рис. 9. Моря й озера у північній полярній області Титана (за радарними знімками космічного апарату «Кассіні»)

У червні 2012 року астрономи, вивчаючи знімки, зроблені «Кассіні» з 2004 по 2008 роки, виявили метанове озеро глибиною 1 м у пустельній екваторіальній області Титана (рис. 10) [3].

Рис. 10. Русла метанових річок на поверхні Титана (мозаїка із трьох знімків посадкового апарату «Гюйгенс» в момент зниження)



Кріовулкани та гіпотеза існування підповерхневого океану

На Титані наявні чіткі ознаки вулканічної активності. Однак, при схожості форми і властивостей вулканів, на супутнику діють не силікатні вулкани, як на Землі чи Марсі й Венері, а так звані кріовулкани, які, скоріш за все, вивергаються водно-аміачною сумішшю з домішкою вуглеводнів (рис. 11) [3].

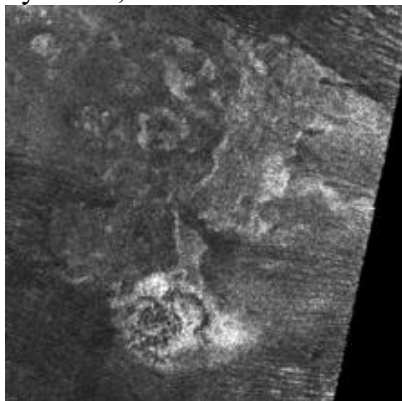


Рис. 11. Радарне зображення ймовірного кріовулкана — гори Дум з патерою Сотра і потік Мохіні

Існування вулканізму почали припускати після виявлення в атмосфері аргону-40, який утворюється при розпаді радіоактивних речовин. Пізніше «Кассіні» зареєстрував потужне джерело метану, яке ймовірно є кріовулканом. Оскільки на поверхні супутника досі не було знайдено жодного джерела метану, здатного підтримувати постійну кількість речовини в атмосфері, то тепер вважається, що основна частина всього метану походить з кріовулканів [3].

Що побачив Джеймс Вебб на Титані?

Вчені наголошують, що вони роками чекали, аби використати інфрачервоне "бачення" Вебба для вивчення атмосфери супутника Сатурна (рис. 12) [4].

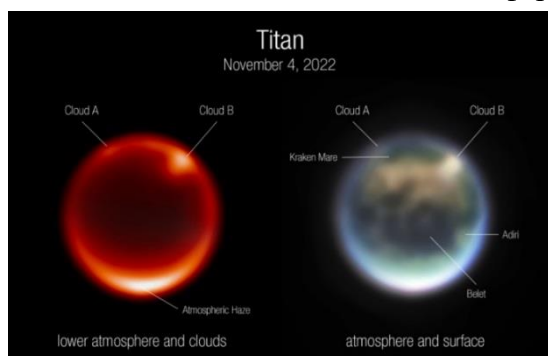


Рис. 12. Зображення Титана, зроблені космічним телескопом Джеймса Вебба 4 листопада 2022 року.

Зліва: зображення з використанням F212N, 2,12-мікронного фільтра, чутливого до нижніх шарів атмосфери Титана. Яскраві плями – це помітні хмари у північній півкулі. Праворуч: кольорове складене зображення з використанням комбінації фільтрів. Фото: NASA [4]. Член команди дослідників Себастьян Родрігес з Universite Paris Cité першим побачив нові зображення, після чого заявив: "Це просто надзвичайно! Мені здається, ми бачимо хмару!" [4].

NASA відправить дослідницький гелікоптер на супутник Сатурна

Титан - один із найзагадковіших світів нашої Сонячної системи, тому NASA хоче ретельно його вивчити. Для цього у 2027 році на Титан вирушить апарат Dragonfly, який досягне поверхні супутника Сатурна у 2034 році, пише ScienceAlert [5].



Космічний апарат Dragonfly має приземлитися серед піщаних дюн у регіоні поблизу екватора Титану, який називається Шангі-Ла, неподалік кратера Селк (його діаметр становить 90 км) (рис.13) [5].

Рис. 13. Космічний апарат Dragonfly. NASA

Літальний апарат нагадує вертоліт, який має 8 лопатей завдовжки близько 1 метра. Вага апарату складатиме приблизно 450 кг. Dragonfly зможе розвивати швидкість в атмосфері Титану до 36 км/год.

Космічна місія майбутнього - субмарина у «водах» Титана

Агенство NASA поділилося планами по відправці до найбільшого супутника Сатурна підводного човна, призначеного для дослідження вуглеводневих морів. Космічна місія може бути проведена приблизно до 2040 року (рис. 14) [6].



Рис. 14. Субмарину доставить на Титан космічний корабель NASA [6] (художнє зображення)

Титан поступово віддаляється від своєї планети

До цього часу вчені знали, що орбіта Титана поступово розширюється. Аналогічним чином Місяць щороку відлітає трошки далі від Землі. Але нове дослідження, опубліковане в журналі Nature, виявило, що Титан віддаляється від Сатурна на 10 сантиметрів щороку. А це в 100 разів швидше, ніж вважалося раніше (рис. 14) [7].

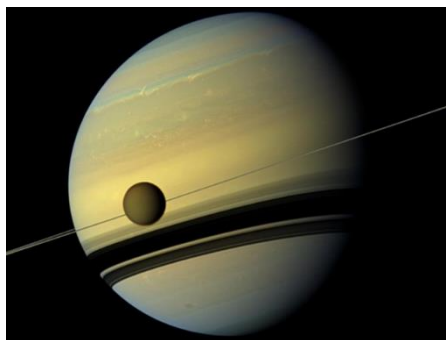


Рис. 14. Титан поступово віддаляється від Сатурна

Спираючись на нові дані, вчені стверджують, що Титан спочатку обертався навколо планети-господаря на значно ближчій орбіті. Але за 4,6 мільярди років він відійшов на нинішню відстань в 1,2 мільйона кілометрів. Це вказує на те, що вся система Сатурна розширювалася швидше, ніж передбачали всі попередні наукові моделі.

Висновок. З часів відкриття Титана Хрiстiаном Гюйгенсом до сьогодні промайнуло 368 років. Що нам вiдомо про нього? Одночасно дуже багато i майже нiчого напевне.

Через свою вiддаленiсть вiд Землi i наявнiсть щiльної атмосфери, що приховує його поверхню, бiльшiсть наукових досліджень мають гiпотетичний характер [1]. Проте, є дані, в яких ми не можемо сумнiватись i якi, на мою думку, стануть надiйним фундаментом для сучасних досліджень та реалiзацiї майже фантастичних проектiв, про якi не можна було i мрiяти ще минулим поколiнням вчених та астрономiв.

До таких проектiв належить колонiзацiя Титана [1].

Як вiдзначає Майкл Анiсiмов, футуролог, засновник руху: «За прискорення майбутнього»: «Титан має всi основнi елементи необхіднi для життя — вуглець, водень, азот i кисень. Його колосальнi запаси вуглеводнiв могли б служити вiдмiнним джерелом енергiї для потенцiйних колонiстiв, яким не потрiбно буде турбуватися про космiчне випромiнювання завдяки щiльнiй атмосферi [1].

Випромiнювання радiацiйного поясу Сатурна значно м'якше, нiж Юпiтера. Атмосфера Титана настiльки щiльна, що польоти над Титаном стануть основним способом пересування. Тиск такий, який вiдчувають на собi дайвери на глибинi 5 метрiв пiд водою. Разом з температурою — це вимагає використання скафандрiв.

Ще одна проблема — наявнiсть в атмосферi цiанiстого водню, який може вбити людину за кiлька хвилин навiть при таких низьких концентрацiях. Однак це не заважає Титану вважатися найперспективнiшою цiллю колонiзацiї у зовнiшнiй Сонячнiй системi» [1].

Мені імпонує наукова позиція: якщо тривалий час інвестувати в науку, в космічні подорожі, удосконалювати двигуни і технології протирадіаційного захисту, то, можливо, колись люди зможуть стати титанцями. Вважаю, що це так, адже роботи вивчатимуть Титан вже в недалекому майбутньому.

Наголошую: Ми – люди - є землянами і наша основна місія – збереження і забезпечення нашого життя і життя майбутніх поколінь на прекрасній, єдиній у всьому Всесвіті і Сонячній системі населеній планеті Земля.

**Не дамо ворогу знищити рідну Україну, не дамо можливості нас поневолити!
Слава Україні!**

Список використаних джерел:

1. Колонізація Титану. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Колонізація_Титану
2. Фото Христіана Гюйгенса. URL: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/guygens-khristiyan>
3. Титан (супутник) Вікпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Титан_\(супутник\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Титан_(супутник))
- 4.Телескоп Вебба зафіксував «надзвичайні» хмари в атмосфері супутника Сатурна. URL: <https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-teleskop-vebba-zafiksuvav-nadzvichayni-hmari-v-atmosferi-sputnika-saturna/>
5. NASA відправляє дослідницький гелікоптер на супутник Сатурна Титан. URL: <https://focus.ua/uk/technologies/531840-nasa-otpravlyayet-issledovatel'skiy-vertolet-na-sputnik-saturna-titan-kogda-i-gde-on-prizemlitsya>
6. У NASA показали підводний човен, який зануриться у води Титана в 2040 році. URL: <https://www.unian.ua/science/1042967-u-nasa-pokazali-pidvodniy-choven-yakiy-zanuritsya-u-vodi-titana-v-2040-rotsi-video.html>
7. Супутник Сатурна Титан поступово віддаляється від своєї планети – дослідження. URL: <https://www.unn.com.ua/uk/news/1874940-sputnik-saturna-titan-postupovo-viddalyayetsya-vid-svoyeyi-planeti-doslidzhennya>

TITAN IS MUSTERIOUS SATELLITE OF SATURN

Ilyia Honchar - is a member of the RCTCSY astronomical circle.

This work is devoted to the analysis, study and systematization of scientific materials on the study of the largest satellite of Saturn - Titan.

From all the cosmic bodies, Titan attracts the interest of scientists the most. I was interested in the scientific position that the creation of human colonies on this satellite is more promising than attempts to colonize the Moon or Mars.

Keywords: satellite, Solar system, planet, atmosphere, cryovolcanoes, orbit.