

8. Vidmachenko A.P. (2009) Water on Mars. *Astronomical almanac*. 56, p. 225-249.
9. Vidmachenko A.P. (2014) Study of Earth-like planets. 16 ISCo AS YS, May 29-31, 2014. Kirovohrad, Ukraine, p. 12-13.
10. Vidmachenko A.P. (2016) Activity of processes on the visible surfaces of Solar System bodies. *Astronomical School's Report* 12 (1), p. 14-26.
11. Vidmachenko A.P. (2016) Activity of processes on the visible surface of planets of Solar system. 18 ISCo AS YS. Kyiv, Ukraine. May 26-27, 2016, p. 23-27.
12. Vidmachenko A.P. (2016) Processes on the "young" Mars: possible developments of events. 18 ISCo AS YS, NAU, Kyiv, Ukraine, May 26-27, p. 16-17.
13. Vidmachenko A.P. (2016) Where is Necessary to Search Traces of Life on Mars? Biosignature Preservation and Detection in Mars Analog Environments, Proceedings of a conference held May 16-18, 2016, in Lake Tahoe, Nevada. LPI Contribution No. 1912, id.2002.
14. Vidmachenko A.P. (2018) Comparative features of volcanoes on Solar system bodies. 20 International scientific conference AS YS. Uman, Ukraine, p. 9-12.
15. Vidmachenko A.P. (2018) Water in Solar system. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23–24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine, p. 91-93.
16. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2019) Physical parameters of terrestrial planets and their satellites. Kyiv, Editorial and Publishing Department of NULES of Ukraine. -468 p.
17. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2020) Mineral resources can be mined on different bodies of the Solar System. 22 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. December 11-12, 2020. Kyiv, Ukraine, p. 89-92.
18. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) How long ago has water flowed on Mars surface? Results of modern scientific research and development. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference. Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 16-18.01.2022. P. 226-232.

FEATURES OF THE RELIEF OF THE SURFACE OF MARS CAUSED BY WATER.

Anatoliy Vidmachenko – Doctor of Science, Professor

Oleksandr Mozghovyi – PhD, Associate Professor

Oleksii Steklov – PhD, Senior Research Fellow

Borys Hrudynin – PhD Doctor of Science, Associate Professor

At the end of winter, fresh streams of liquid appear on the sunlit slopes of craters and canyons in the polar regions of Mars. Analysis of images of the surface from space vehicles revealed canyons on the surface, similar to dried riverbeds, and manifestations of water erosion. Previously, the planet was warmer, liquid water flowed on the surface. A short release of a large mass of water is enough to form a riverbed. The beginnings of channels and valleys are located upstream, which begin at the tops of canyons. Some features of the relief resemble areas smoothed by glaciers. The surface of the northern hemisphere lies on average several kilometers deeper than the southern one.

Key words: Mars, erosive relief, climate changes, water on the planet, riverbeds.

ВОДА В АТМОСФЕРІ МАРСА

Анатолій Відмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Юліана Кузнєцова – наук. співробітник

На початку своєї історії Марс мав велику кількість води. На сьогодні частина води зберігається як лід, є замкнутою в структурі багатих водою матеріалів та у незначній кількості присутня в атмосфері. Над полярними районами з пізнього літа до ранньої весни, а також навколо високих вулканічних вершин спостерігаються конденсаційні білі хмари. У північній півкулі вони з'являються утричі частіше, ніж у південній. Імовірність

їх існування є найбільшою після проходження перигелію, та поблизу рівнодення. Конденсаційні хмари формуються пізнього ранку і відразу після полудня. Максимально яскравими вони стають через кілька годин після свого зародження. Тривалість існування хмар рахується від годин до кількох днів. Сучасна марсіанська гідрологія охоплює близько 1011 кг водяної пари в атмосфері, а також світлі хмари.

Ключові слова: Марс, атмосфера, клімат, вода в атмосфері, білі хмари.

Загально визнано, що Марс мав велику кількість води на початку своєї історії [29]. Але всі великі водойми з тих пір зникли з поверхні. Частина води зберігається на сучасному Марсі як лід, а також є замкнутою в структурі багатих водою матеріалів. До них входять глинисті філосилікатні мінерали і сульфати [2, 5]. Дослідження ізотопного співвідношення водню вказують на те, що основним джерелом марсіанської води є астероїди та льодяні ядра комет, що зараз розташовані за межами 2.5 а. о. від Сонця. На сьогодні її запаси становлять від 6% до 27% нинішнього океану Землі. Тобто значна кількість води стародавнього Марса залишилася, але, переважно вона «схована» в скелях та корі планети [10]. Крім того, на Марсі зараз немає густої атмосфери [3, 14], незначний озоновий шар та дуже мале магнітне поле. Це дозволяє сонячному та космічному випромінюванню майже безперешкодно потрапляти до його поверхні [15]. Його шкідливий вплив на клітинні структури є одним із основних факторів, що обмежують виживання життєвих форм [11, 19] на поверхні. Тому найкращими потенційними місцями для виявлення можливого життя на Марсі можуть бути підземні середовища [21-23].

За даними космічного апарату (КА) «Вікінг», над великими ділянками поверхні над північним полярним районом, з пізнього літа до ранньої весни спостерігались конденсаційні білі хмари. Влітку в цих місцях простежувались системи подібні до земних циклонних утворень; їх висота інколи сягала 50 км. Аналіз отриманих даних щодо появи білих хмарових утворень другого типу показав, що вони з'являються у північній півкулі утричі частіше, ніж у південній. Імовірність їх існування визначається ще й сезоном [13]; і найбільшою – вона є після проходження перигелію, та поблизу рівнодення. А на зображеннях із високою просторовою роздільною здатністю з КА «Вікінг» були виявлені ще й хмари навколо вулканічних вершин.

Ці конденсаційні хмари умовно поділяють на два типи. До першого відносять ті, які формуються пізнього ранку і відразу після полудня. Вони значно змінюються протягом доби та стають максимально яскравими всього через кілька годин після свого зародження. За іменем їх першовідкривача вони їх назвали хмарами Райта, або ж – «теплыми». Остання назва походить від того, що місце їх знаходження корелює із температурною аномалією над даною поверхнею. Хмари другого типу – дуже мало змінюють свій вигляд упродовж доби. Найчастіше вони появляються у полярних регіонах. Тривалість існування хмар першого типу рахується годинами, а другого – є на порядок тривалішим. Якщо присутність води в атмосфері була встановлена достовірно, то її наявність на поверхні чи під нею – дискутувалася протягом тривалого часу. У середині 20-го ст. було запропоновано гіпотезу про водяний лід вкритий шаром пилу [7]. Появу такої криги поєднували із глобальними пиловими бурями [8]. Вважали, що пил осідав з атмосфери, а потім піднімався при сезонних переміщеннях води і вуглекислого газу і накопичувався у відкладеннях на поверхні [12]. Підтвердженням цього вважають спостережну регулярність при утворенні шаруватості в полярних районах (Рис. 1). Адже вона засвідчує наявність періодичних змін у їх утворенні. Вони відображають кліматичні зміни, зумовлені ексцентричністю орбіти Марса. Припускають, що кожного літа на планеті випаровувався покрив твердого CO₂, відкриваючи глибші шари із замерзлою водою. За результатами радіолокаційних (РЛ) спостережень в 1971 і 1973 рр. на Марсі у районі Solis Lacus вдалося виявити аномальну за відбивною здатністю деталь, із дуже гладкою

поверхнею. Можливим поясненням цього факту є присутність рідкої води на глибині близько 0.5-1 м [27].

Тепер на Марсі не можуть існувати відкриті водойми, а вода на планеті міститься або в товщі ґрунту в умовах вічної мерзлоти, або у вигляді відкритих льодів і снігу, та в дуже невеликій кількості – у газоподібному вигляді в атмосфері. У такій холодній атмосфері, як марсіанська, де вдень температура рідко досягає 300 К, а вночі стає нижчою 170 К, утримати помітну кількість водяної пари неможливо. Якщо всю водяну пару, що міститься в марсіанському повітрі, сконденсувати, то вийде мікроскопічна плівка завтовшки кілька десятків мікронів. Ще один-два мікрони сконденсованої води міститься в хмарах. Здавалося б, навіть розмови про гідрологію при такому стані речей утрачають сенс. Але насправді кругообіг води цілком можливий і в такій слабкій атмосфері. Саме на цьому природному полігоні можна відпрацьовувати кліматичну систему, подібну до земної. Тепер атмосферний тиск на Марсі близький до потрібної точки води. Тому зрозуміло, що поки тиск перевищує це значення, то в атмосфері діє один з відомих у геохімії циклів – карбонатно-силікатний. В ньому вуглекислий газ розчиняється у водяних краплях хмар, і потім осідає, переноситься у ґрунт і там бере участь у ланцюжку реакцій, зумовлюючи відкладення карбонатів в осадових породах [18]. У результаті тектонічних процесів карбонати дрейфують до мантиї, де при температурах ~900 К розкладаються. Вуглекислий газ, що вивільняється при цьому, потрапляє назад в атмосферу з вулканічними викидами.

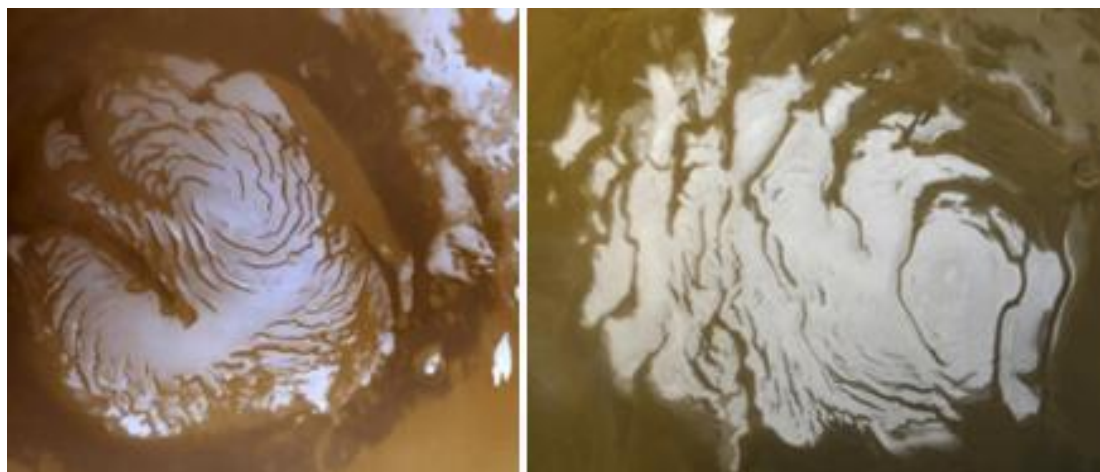


Рис. 1. Ліворуч – північна полярна шапка влітку поперечником у 1100 км; праворуч – південна полярна шапка влітку (за даними КА «Марс Глобал Сервейєр»)

Відзначимо, що сучасна марсіанська гідрологія – це не тільки палеоклімат і вічна мерзлота. Адже сучасний цикл марсіанської води охоплює близько 10^{11} кг водяної пари в атмосфері, а також хмари, які добре помітні у вигляді світлого туману на отримуваних дистанційно зображеннях. До того ж, це ще й сезонні полярні шапки й нічні тумани, що залишають на поверхні планети тонкий шар інію. І нарешті – це «дихання» реголіту та роздробленого метеоритами за мільярди років глинистого ґрунту, який має хороші абсорбційні властивості. Незважаючи на відносно невеликий об'єм атмосферних запасів води, саме атмосферні процеси відіграють визначальну роль у підтримці сучасного стану приповерхневих резервуарів марсіанської води. Дослідження показали, що в північній півкулі води майже на порядок більше, ніж у південній.

Існує дві точки зору на можливі причини такої асиметрії приповерхневих запасів марсіанської води між півкулями. По-перше, геологічні властивості північної та південної півкуль теж помітно розрізняються. Поверхня північної півкулі залягає в середньому на кілька кілометрів глибше від південної. Крім того, північна півкуля світліша, оскільки там

є більше осадових глинистих порід, які надають Марсу характерного червонуватого відтінку, і менше давніх базальтів. Глини, як відомо, здатні абсорбувати велику кількість води. Тому, якщо глобальне переміщення води в атмосфері відіграє невелику роль у порівнянні з локальним обміном, то нерівномірний її розподіл між півкулями можна було б пояснити просто різними характеристиками порід, які утворюють поверхню планети, та здатністю підтримувати над нею певну кількість пари. У цьому випадку можна було б чекати, що такий несиметричний розподіл води дуже давній [20], принаймні не молодший за більшість сучасних осадових порід; тобто йому близько мільярда років. Згідно з іншою гіпотезою [1], причиною є асиметрія зміни сезонів у двох півкулях, викликана помітним ексцентриситетом ($e=0.09$) орбіти Марса [4]. За таких умов модуляція сонячного потоку між афелієм (точкою максимального віддалення від Сонця) і перигелієм – досягає 40% [9]. Тому тепер літо в північній півкулі довше й холодніше, ніж у південній. Нижча ніж в перигелії температура зумовлює конденсацію водяної пари в атмосфері на відносно невеликих висотах (нижче 10 км). Тобто там, де домінують направлені до екватора повітряні потоки глобального конвективного переносу. На Землі такий перенос існує тільки в тропічних широтах і є причиною пасатних вітрів. Вище за рівень конденсації вода не проникає через швидке гравітаційне осідання мікронних кристалів конденсату. Цей ефект приводить, зокрема, до утворення в афелії тропічного хмарного поясу, який замикає випарувану полярною шапкою воду в північній півкулі. Водночас, у перигелії (у набагато тепліший період часу) хмари слабо впливають на перенос між півкулями, і тому вода, що сублімує з південної полярної шапки, переміщується більш рівномірно. За геологічно короткий час такий сезонний «насос» цілком міг би перекачати воду до тієї півкулі, літо в якій припадає на проходження афелію орбіти [17].

Результати моделювання показали, що протягом цього часу вода на північному полюсі планети перебувала в нестабільних умовах і могла легко переміститися на південний полюс у формі пари і знову сконденсуватися там на поверхні. За 10000 років це приводить до утворення шару водяного льоду товщиною до 6 м. Приблизно 10000 років тому цикл прецесії планети змінився і почалося її повернення до існуючої зараз конфігурації. В той час водяний лід уже на південному полюсі перебував у нестабільному стані і вода почала переміщуватися на північ. Відповідно до даних спектрометра OMEGA, близько 1000 років тому діоксид вуглецю почав намерзати на поверхні водяного льоду й, таким чином, блокувати переміщення води на інший полюс [26]. На наведеному на Рис. 2 (ліворуч) знімку видно, що лінії уступів у долині марсіанського льодовика виглядають практично непошкодженими і не розмитими. Це можна пояснити тим, що на Марсі льодовики не танули, як на Землі, а відразу перетворювалися у пару через дуже розріджену атмосферу (сублімували). Деякі особливості рельєфу явно нагадують вигладжені льодовиками ділянки (Рис. 2, посередині). Форми його поверхні добре збереглися, не встигли ні зруйнуватися, ні покритися наступними нашаруваннями; тобто вони мають недавнє походження, у межах до мільярда років. Ця, одна з найбільших систем каналів на Марсі – долина Kasei Valles (Рис. 2) – містить багато доказів льодовикової та річкової активності, що супроводжували велику частину геологічної історії планети. Промоїни на дні названої долини, найімовірніше, виникли під впливом льодовикової, а не водної ерозії. Льодовик, що створив цю долину, живився від вод області Echus Chasma (Рис. 2), яку знизу підігрівали вулкани [24]. Ця вулканічна активність і зумовила появу великих потоків талої води зовсім недавно з геологічного погляду – близько 20 млн років тому. Перспективне зображення області Echus Chasma свідчить про те, що, у всякому разі на цій частині поверхні Марса, рідка вода була ще мільярд років тому [16, 25]. Пізніше, планета остигла, озера замерзли і сформували льодовики, які своїми потоками й «порізували» долину Kasei Valles.

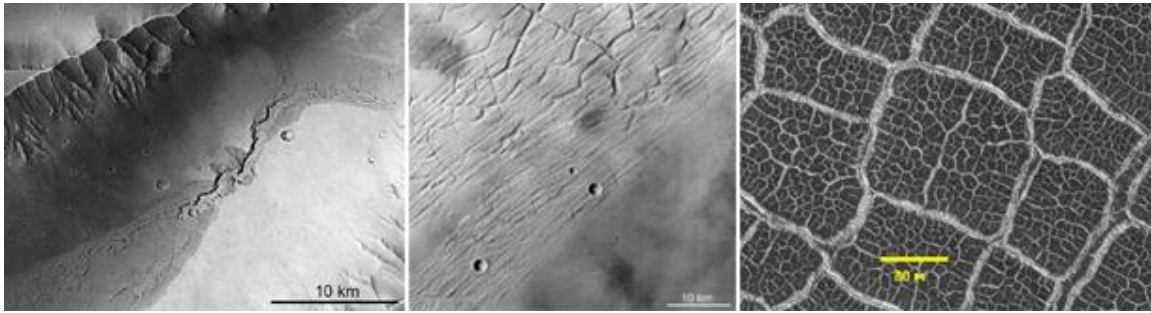


Рис. 2. Ліворуч – долина Kasei Valles. Посередині – рельєф внизу нагадує вигладжені льодовиками ділянки долини Kasei Valles. Праворуч – крупні багатокутники на дні одного з кратерів; ширина тріщин 1-10 м (<http://photojournal.jpl.nasa.gov/>)

Дослідження показали [9], що утворення тріщин (Рис. 2, праворуч) у марсіанських кратерах повинне бути пов'язане з поступовим випаровуванням в атмосферу води, що містилася там раніше. Аналіз структури внутрішньої поверхні 266 ударних кратерів за даними з КА «Mars Global Surveyor» і «Mars Reconnaissance Orbiter» показав, що тріщини по їх дну перетиналися багато разів, утворюючи на поверхні окремі області з максимальними розмірами до 250 м, при середньому розмірі у 70-140 м; ширина тріщин у ґрунті змінюється від 1 до 10 м. Зазвичай їх формування пов'язували із стисненнями багаторічно-мерзлих марсіанських гірських порід [6, 28]. Проте аналітична модель їх утворення за існуючих на Марсі умов при тепловому стисненні порід показала, що там зможуть формуватися лише багатокутники, діаметр яких не перевищує 65 м.

Отриманий результат дає підстави говорити про те, що в далекому минулому на поверхні Марса води було доволі багато, і вона могла збиратися в кратерах. Ретельні дослідження багатьох кратерів дозволили зробити припущення, що формування тріщин у деяких із кратерів північної півкулі Марса завершилося набагато пізніше. За таких умов, наприклад, при падінні метеорита лід, що знаходився під поверхнею планети, міг розтанути і привести навіть до утворення озера з рідкої води. Поступово таке озеро могло покритися товстим шаром замерзлого льоду.

Список використаних джерел:

1. Clancy R.T., Nair H. (1996) Annual (perihelion-aphelion) cycles in the photochemical behavior of the global Mars atmosphere. *Journal of Geophysical Research: Planets*. 101(E5), p. 12785-12790.
2. El-Maarry M.R., Pommerol A., Thomas N. (2015) Desiccation of phyllosilicate-bearing samples as analog for desiccation cracks on Mars: Experimental setup and initial results. *Planetary and Space Science*, 111, p. 134-143.
3. Hoffman N. (2000) White Mars: A New Model for Mars' Surface and Atmosphere Based on CO₂. *Icarus*. 146(2), p. 326-342.
4. Kahn R. (1985) The evolution of CO₂ on Mars. *Icarus*. 62(2), p. 175-190.
5. Morozhenko A.V., Vid'machenko A.P. (2005) Polarimetry and Physics of Solar System Bodies. *Photopolarimetry in Remote Sensing, NATO Science Series II: Mathematics, Physics and Chemistry*. 161, p 369-384.
6. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P. (2017) Optical parameters of Martian dust and its influence on the exploration of Mars. *Dust in the Atmosphere of Mars and Its Impact on Human Exploration, Proceedings of the conference held 13-15 June, Houston, Texas. LPI Contribution No. 1966, 2017, id.6010.*
7. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P. (2017) What and how can affect the exploration of Mars. 19 ISCo AS YS. May 24-25, 2017. Bila Tserkva, Ukraine, 67-69.
8. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P. (2020) Dust can affect on the mastering of Mars. 22 ISCo AS YS, December 11-12, 2020. Kyiv, Ukraine, p. 71-73.
9. Murray B.C., Ward W.R., Yeung S.C. (1972) Periodic Insolation Variations on Mars. *Science*. 180(4086), p. 638-640.

10. Pollack J.B., Kasting J.F., Richardson S.M., Poliakov K. (1987) The case for a wet, warm climate on early Mars. *Icarus*. 71(2), p. 203-224.
11. Steklov A.F., Vidmachenko A.P. (2019) In what places and what exactly can be the “traces” of life on Mars? 9th International Conference on Mars, Pasadena, California, Jul 22-25, LPI Contrib. No. 2089, 6007.
12. Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V. (2005) Mapping of the physical characteristics and mineral composition of a superficial layer of the Moon or Mars and ultra-violet polarimetry from the orbital station. 36th LPSC, March 14-18, League City, Texas, abstract #1015.
13. Vidmachenko A.P. (1987) Manifestation of seasonal variations in the atmosphere of Saturn. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 3(6), p. 9-12.
14. Vidmachenko A.P. (2009) Planetary atmospheres. *Astronomical School's Report*. 6(1), p. 56-68.
15. Vidmachenko A.P. (2009) Research of the Mars by space vehicles. 11 ISCo AS YS, May 26-29, 2009, Kherson, Ukraine. P. 11-12.
16. Vidmachenko A.P. (2009) Water on Mars. *Astronomical almanac*. 56, p. 225-249.
17. Vidmachenko A.P. (2016) Activity of processes on the visible surfaces of Solar System bodies. *Astronomical School's Report* 12 (1), p. 14-26.
18. Vidmachenko A.P. (2016) Activity of processes on the visible surface of planets of Solar system. 18 ISCo AS YS. Kyiv, Ukraine. May 26-27, 2016, p. 23-27.
19. Vidmachenko A.P. (2016) Is there life on Mars and where necessary to search for its traces. *Astronomy and present: materials of 5 ISCo*, April 12, 2016, Vinnytsia, Ukraine. / Science editor A.V. Mozhovyi. - Vinnytsia: FOP “NP Kostiuk”. - 241 p. P. 43-48.
20. Vidmachenko A.P. (2016) Processes on the “young” Mars: possible developments of events. 18 ISCo AS YS, NAU, Kyiv, Ukraine, May 26-27, p. 16-17.
21. Vidmachenko A.P. (2016) Traces of life on Mars must be sought around the valley Hellas in areas where the water coming out from under the planet's surface. 18 ISCo AS YS. Kyiv, Ukraine, May 26-27, p. 14-16.
22. Vidmachenko A.P. (2016) Where is Necessary to Search Traces of Life on Mars? Biosignature Preservation and Detection in Mars Analog Environments, Proceedings of a conference held May 16-18, 2016, in Lake Tahoe, Nevada. LPI Contribution No. 1912, id.2002.
23. Vidmachenko A.P. (2017) Where Should Search Traces of Life, Which Could Appear on Mars in the First 300 Million Years. Fourth International Conference on Early Mars: Geologic, Hydrologic, and Climatic Evolution and the Implications for Life. 2014. 3005.
24. Vidmachenko A.P. (2018) Comparative features of volcanoes on Solar system bodies. 20 ISCo AS YS, Uman, Ukraine, p. 9-12.
25. Vidmachenko A.P. (2018) Water in Solar system. 20 ISCo AS YS, May 23–24 2018, Uman, Ukraine, p. 91-93.
26. Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V. (2014) The study Earth-like planets using spacecraft. *Astronomical School's Report* 10 (1), 6-19.
27. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2019) Physical parameters of terrestrial planets and their satellites. Kyiv, Editorial and Publishing Department of NULES of Ukraine. -468 p.
28. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2020) Mineral resources can be mined on different bodies of the Solar System. 22 ISCo AS YS, December 11-12, 2020, Kyiv, Ukraine, p. 89-92.
29. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) How long ago has water flowed on Mars surface? Results of modern scientific research and development. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference. Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 16-18.01.2022. P. 226-232.

WATER IN THE ATMOSPHERE OF MARS.

Anatoliy Vidmachenko – Doctor of Science, Professor

Oleksandr Mozghovyi – PhD, Associate Professor

Oleksii Steklov – PhD, Senior Research Fellow

Juliana Kuznetsova – Research Fellow

Early in its history, Mars had abundant water. Today, part of the water is stored as ice, is closed in the structure of water-rich materials and is present in the atmosphere in small quantities. Condensing white clouds are observed over polar regions from late summer to early spring, as well as around high volcanic peaks. In the northern hemisphere, they appear three times more often than in the southern. The

probability of their existence is greatest at perihelion and near the equinox. Condensation clouds form in the late morning and immediately after noon. They become maximally bright a few hours after their birth. The duration of clouds existence is counted from hours to several days. Current Martian hydrology includes about 1011 kg of water vapor in the atmosphere as well as white clouds.

Key words: Mars, atmosphere, climate, water in the atmosphere, white clouds.

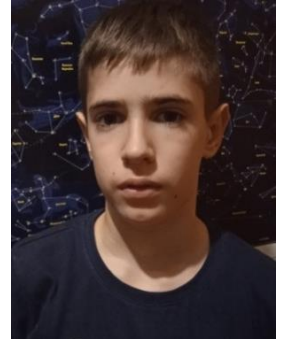
ЖИТТЯ У ВСЕСВІТІ

Ілля Гончар - гуртківець астрономічного гуртка ОЦТТУМ

Роботу присвячено аналізу, дослідженню і систематизації наукових матеріалів про пошуки життя та розум у Всесвіті.

*Ця проблема є актуальною в усі часи, а особливо тепер, коли розвиток надсучасних технологій відкриває неймовірні можливості. Дуже важливо, щоб наукові та технічні можливості не використовувалися на знищення людства, не стали загрозою для нашої планети, щоб нелюди не руйнували квітучу чудову планету Землю, не знищували ні нас - українців, ні інших народів, ні себе, ні життя на всій планеті. Біди, катастрофи, забруднення, війни – усе це переживає єдина у Сонячній системі населена розумними живими істотами планета Земля. **Бережімо її. Вона нам дорога, рідна і єдина на весь Всесвіт!***

Ключові слова: Всесвіт, Сонячна система, планета, життя, розум.



Навчаючись в астрономічному гуртку Вінницького ОЦТТУМ, я часто спостерігав у телескоп: Сонце, Місяць, зорі, планети (рис.1).

Рис.1. Спостереження сонячних плям в телескоп системи Д. Д. Максудова автором роботи

Я дуже люблю спостерігати нічне зоряне небо, порівнювати колір та світність зірок, шукати і спостерігати планети Сонячної системи та найбільші їх супутники.

Астрономія – найдревніша серед природничих наук. Багато тисячоліть давні філософи, астрономи, математики вдивлялись у дивовижне зоряне небо та шукали відповіді на одвічні запитання: як виник Всесвіт, за якими законами живе Космос, хто дав життя нам, людям, хто оживив нашу планету Земля. Чи єдині ми розумні істоти у нашій галактиці та чи існують ще якісь форми позаземного життя? Я також не можу бути байдужим до цих запитань та таємниць неосяжного Всесвіту.

Життя на Землі ґрунтується на сполуках вуглецю, розчинником для яких слугує вода. Доведено, що всі прояви життя на Землі виникли, значною мірою, однаковими шляхами і мають спільних пращурів. Якщо розгорнути ДНК всього однієї людини, то вони розтягнуться до Плутона і назад [1]. В численних лабораторних експериментах було показано, що для утворення складних органічних молекул, які передують виникненню життя, необхідні наступні умови:

✓ наявність у складі небесного тіла всіх хімічних елементів, які входять до складу всього живого;

✓ відповідний температурний режим, що забезпечує перебування води у газоподібному і рідкому стані;

