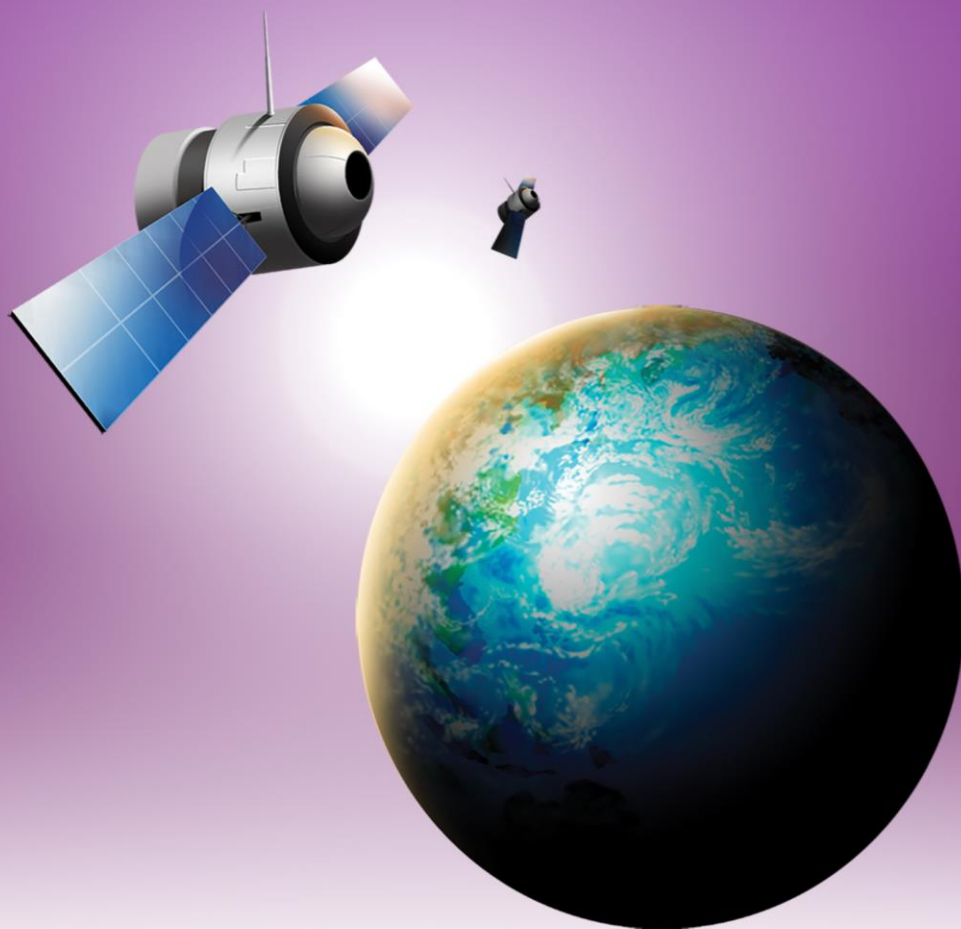


ІХ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ



«АСТРОНОМІЯ І СЬОГОДЕННЯ»



Вінниця 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО

АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ НАН УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА

УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПАВЛА
ТИЧИНИ

ВІННИЦЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР
ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ

IX Всеукраїнська наукова конференція

«АСТРОНОМІЯ І СЬОГОДЕННЯ»

13 квітня 2020 року

Вінниця 2020

УДК 52(06)
A91

Астрономія і сьогодення: матеріали IX Всеукраїнської наукової конференції, 13 квітня 2020 р., Вінниця / ред.: В.Ф. Заболотний, О.В. Мозговий. – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 198 с.

Рекомендовано до друку вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (протокол від 24 червня 2020 року № 13)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Володимир Заболотний – *д-р. пед. наук., професор, академік АН ВО України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

Олександр Мозговий – *канд. тех. наук, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

Анатолій Відьмаченко – *д-р. фіз.-мат. наук, професор, Головна астрономічна обсерваторія НАН України*

Валерій Криводубський – *д-р. фіз.-мат. наук, пр. інженер, Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Володимир Сиротюк – *д-р. пед. наук, професор, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова*

Ігор Ткаченко – *д-р. пед. наук, професор, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*

Михайло Мартинюк – *д-р. пед. наук, професор, дійсний член (академік) НАПН України, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*

Олексій Стеклов – *канд. фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник, Головна астрономічна обсерваторія НАН України*

Вікторія Думенко – *канд. тех. наук, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

Олександр Кузьминський – *канд. пед. наук, викладач Вінницького обласного комунального педагогічного коледжу*

Адреса редакційної колегії: 21100, м. Вінниця, вул. Острозького, 32,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

Факультет математики, фізики і технологій
Кафедра фізики і методики навчання фізики, астрономії

У збірнику наукових праць представлені підходи до проблем сучасних досліджень Космосу, космічних вторгнень в атмосферу Землі, походження небесних тіл. Розглядаються питання історичних аспектів розвитку астрономії, методики навчання астрономії в середніх та вищих навчальних закладах.

Збірник буде корисним науковцям, викладачам, аспірантам, студентам ЗВО, учителям, учням закладів середньої освіти.

Статті подані в авторській редакції.

ISBN 978-966-949-051-3

© Автори статей 2020

ПЕРЕДМОВА

IX Всеукраїнська наукова конференція «Астрономія і сьогодення» є продовженням наукових конференцій «Астрономія і сьогодення», які проводились щорічно з 12 квітня 2012 року до Дня Космонавтики. Перша конференція була присвячена 100-річчю Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Шоста конференція проходила 12 квітня 2017 року і була присвячена пам'яті видатного українського астронома, члена-кореспондента НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора Кліма Івановича Чурюмова (1937 – 2016). Сьома Всеукраїнська конференція була присвячена пам'яті першого і єдиного космонавта незалежної України Леоніда Каденюка, який помер 31 січня 2018 року на 68 році життя.

Співорганізаторами у проведенні конференції є Головна астрономічна обсерваторія Національної Академії наук України, провідні університети України з Вінниці, Києва, Умані, Вінницький обласний центр технічної творчості учнівської молоді.

Основні питання, які обговорювались на конференції: динамічні, хімічні і фізичні характеристики Сонця, комет, планет та їх супутників, відкриття планет, космічні програми дослідження Космосу, походження і структура Всесвіту, методи отримання і аналізу даних астрономічних спостережень, проблеми: освоєння інших планет, астероїдно-кометно-метеороїдної загрози для Землі, планетарного захисту, зон строгого ракетно-ядерного контролю, історичні аспекти розвитку астрономії, методичні питання викладання астрономії в умовах карантину.

Представлені результати досліджень показують велику зацікавленість студентів та учнів питаннями астрономічних спостережень, аналізом сучасних відкриттів в галузі астрономії, вагомими є методичні роботи, що доповнюють вивчення астрономії як учнями, так і студентами.

ALTERNATIVE AMPLITUDES OF THE MAGNETIC CYCLES OF THE SUN

Valery Krivodubskij – D.Sc., prof., Research Fellow

We propose a scenario to explain the observed phenomenon of amplitude alternation of adjacent 11-year solar activity cycles. It is shown that a noticeable radial gradient of angular velocity in the radiant zone (calculated by us on the basis of helioseismological experiments), acting on a weak relict radial magnetic field, generates a powerful deep toroidal magnetic field of constant direction (the deep Ω -effect of radiant zone). As a result of magnetic buoyancy, this field gradually penetrates from below to the turbulent layers of the SCZ, where the dynamo mechanism operates, responsible for the 11-year cyclical activity of the solar activity. Continuous "feeding" of the magnetic flux in the SCZ due to the additional toroidal flux emerging from below leads to variations in the power of the total toroidal field in adjacent cycles. The total toroidal field, rising on the solar surface, causes the observed alternation of the amplitude of adjacent solar 11-year activity cycles.

Key words: Sun; radiant zone; relict magnetic field; helioseismological experiments; inner rotation of the Sun; magnetic buoyancy; convective zone; turbulent dynamo; 11-year cycle of solar activity.

Deep magnetism is involved by researchers to explain the many observed phenomena in the Sun, although the origin of powerful magnetic fields in the solar subsoil has not been sufficiently studied, and in some works it is generally beyond the field of view of researchers. Taking into account this, we have studied the evolution of the deep toroidal field which is excited by radial differential rotation in the radiant zone filled with the primary (relic) poloidal field. The results obtained are used to construct a scenario of alternating amplitudes of neighboring 11-year solar cycles.

Asymmetry of solar cycles.

G. Turner in 1925 noticed a trend [1] that the intensity of the odd 11-years cycles of solar activity, as a rule, turns out to be slightly higher than the intensity of even cycles. Later M.N. Gnevyshev and A.I. Ol [2] found that solar cycles, in which the intensity alternates, are grouped in pairs: paired - unpaired cycles (the Gnevyshev-Ol principle). A significant difference between the amplitudes of even and odd cycles (bimodality) was convincingly confirmed by R.M. Wilson [3].

In order to explain the detected asymmetry of cyclicity in papers [4-6], a mechanism was proposed, according to which the alternation of the heights of adjacent 11-years cycles occurs due to the fact that the deep primary poloidal magnetic field of the Sun penetrates into the solar convection zone (SCZ), and thus influences the dynamo process here. According to this approach, the poloidal field $\mathbf{B}_p$ in the dynamo region in the SCZ consists of the sum of two components. The first component is the alternating poloidal field $\mathbf{B}_p^{(c)}$, associated with the dynamo process in the convective zone. It is excited by the α -effect and therefore changes its direction from one 11-year cycle to another. The second component is the primary poloidal field $\mathbf{B}_p^{(r)}$ of the radiant zone, which has a constant direction and penetrates from the radiant zone up into the turbulent layers of the convective zone. Based on this, the total poloidal field in the dynamo region in the SCZ should oscillate from cycle to cycle: in one 11-year cycle, its intensity will be higher, and in the next cycle, its intensity will be lower. As a result of this, a toroidal field that is excited from the poloidal field due to differential rotation (Ω -effect) should also change its intensity in neighboring cycles. Thus, within the framework of this approach, the primary field takes part in the formation of a toroidal field in the SCZ (along with the dynamo field), which leads to the alternation of the intensity of neighboring 11-year cycles.

In contrast to the authors' idea [4-6], we believe that the primary poloidal magnetic field $\mathbf{B}_p^{(i)}$ is involved in the generation of the toroidal field not only in the SCZ, but also in deeper layers – in the area of radiant energy transfer. Our assumption is based on the data of helioseismological experiments on the internal rotation of the Sun, according to which the radial gradient of the angular velocity extends deeper than the SCZ into the layers of the radiant zone [7-9].

Taking this into account, we believe that already in the deep layers of the radiant zone (below the turbulent dynamo region), the deep Ω -effect begins to work: radial differential rotation acts on the relic poloidal field, the lifetime of which is comparable with the lifetime of the Sun, and thereby creates a stationary toroidal field constant direction over time. Due to magnetic buoyancy, this deep toroidal field rises and gradually penetrates the overlying layers of the SCZ, where the turbulent dynamo operates. Obviously, here an additional toroidal field should somehow influence the processes of magnetism restructuring, which lead to solar cyclicity.

The inner rotation of the Sun.

According to the data of helioseismological experiments, a noticeable radial gradient of angular velocity $\partial\Omega/\partial r$ is stored in the bowels deeper than the convective zone and tachocline [7-9]. Figure 1 presents radial profiles of the frequency of internal rotation for three solar latitudes, obtained as a result of inversions of the data of helioseismological observations [8].

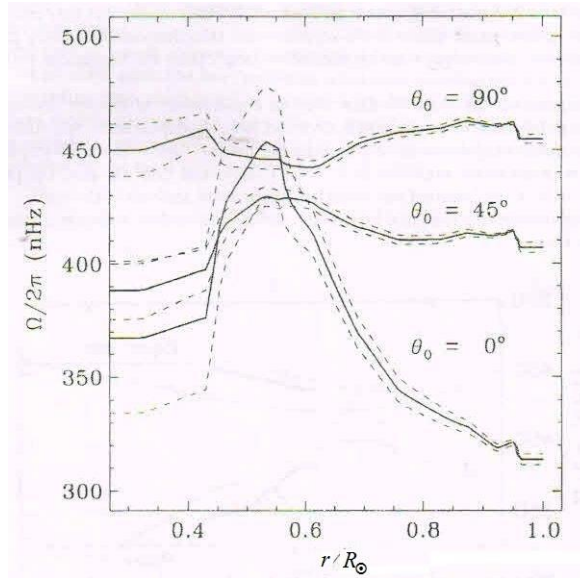


Fig.1. Radial velocity profiles of the Sun's internal rotation for three polar angles (latitudes) θ_0 : $\Omega/2\pi$ is the frequency of internal rotation in nanoHertz, $r/R_\odot$ is the relative heliocentric radius. The figure is taken from paper [8]

It is seen that the latitudinal differential rotation is stored in the full volume of the convective zone in the depth range $(0,7 \div 1,0) r/R_\odot$, and it decreases to the minimum value in the tachocline layer $(0,63 \div 0,7) r/R_\odot$ ($R_\odot$ is the Sun's radius). At the same time, inside the SCZ at each fixed solar latitude the magnitude of the angular velocity of rotation changes substantially along the radius r . And it is extremely important that the noticeable radial inhomogeneity of the angular velocity $\partial\Omega(r)/\partial r$ persists below the tachocline, penetrating the upper part of the stable radiant zone. This radial gradient of angular velocity $\partial\Omega/\partial r$ undoubtedly acts on the relict (primary) magnetic field, which will lead to the restructuring of deep magnetism (the deep Ω -effect).

We believe that the primary magnetic field of the radiant zone has a dipole structure whose maximum intensity is reached at latitudes $\pm 45^\circ$. Therefore, we next take into account the radial variation of the angular velocity at latitude 45° . As follows from Fig.1 the jump of internal rotation frequency $\Delta\Omega/2\pi$ at this solar latitude in the depth range $(0,3 \div 0,7) r/R_\odot$ is

≈ 35 nHz. It corresponds to our calculated value of the radial gradient of the angular velocity $\partial\Omega/\partial r \approx \Delta\Omega/\Delta r \approx 7 \cdot 10^{-18}$ rad/s·cm. We believe that the specified radial angular velocity gradient will affect the primary poloidal field, thereby exciting the toroidal field of the radiant zone below the SCZ.

Evolution of the toroidal field in the radiant zone.

The change in the toroidal field in the radiant zone is determined by the induction equation [10]:

$$\partial \mathbf{B}_T / \partial t = r \sin\theta (\mathbf{B}_r \nabla) \Omega \mathbf{i}_\phi + \text{rot} [\mathbf{U}_B \times \mathbf{B}_T] + \nu_m \Delta \mathbf{B}_T. \quad (1)$$

The first term on the right-hand side of equation (1) describes the generation of a toroidal field $\mathbf{B}_T = B_\phi \mathbf{i}_\phi$ (B_ϕ is the azimuthal component of the field, $\mathbf{i}_\phi$ is the azimuthal unit vector in the spherical coordinate system) under the influence of the radial gradient of the angular velocity $\partial\Omega/\partial r$ on the radial component $\mathbf{B}_r$ of the primary poloidal field (the deep Ω -effect). The second term of the equation is responsible for the loss of the magnetic flux of the toroidal field due to its magnetic buoyancy with the velocity $\mathbf{U}_B$, and the third one describes the ohmic dissipation of the field due to the magnetic viscosity $\nu_m = c^2/4\pi\sigma$ (σ is gas-kinetic electrical conductivity).

As T. Cowling [11] showed for the first time, the time of ohmic attenuation of a relict magnetic field entrapped by a substance in the formation of the Sun, due to the high plasma conductivity in the deep bowels ($\sigma \approx 3 \cdot 10^{17}$ CGSE) is extremely long – comparable to evolutionary of the Sun. Therefore, in the following we will not consider the third term on the right in equation (1) and focus on considering the processes of field generation in the radiant zone and its transfer by magnetic buoyancy from the radiant zone in the SCZ.

In order to analyze the restructuring of magnetism in the radiant zone, we will evaluate the evolution of the magnetic field over time separately for these two processes.

The rate of increase of the toroidal field is determined by the measure of the deep differential rotation $G \equiv r\partial\Omega/\partial r$ (r is the distance from the center of the Sun) and the value of the primary radial field B_r

$$\left| \frac{\partial B_\phi}{\partial t} \right|_\Gamma = O(G B_r) \equiv O(\Gamma). \quad (2)$$

Here $\Gamma \equiv G B_r = (r\partial\Omega/\partial r) B_r$ is the parameter of generation (the intensity of deep Ω -effect); it is also taken into account that $\sin\theta = O(1)$ for $\theta = 45^\circ$.

According to E. Parker [12], any magnetic field B of the radiant zone, which is concentrated into magnetic force tubes (MFT), is transported upward in the direction of SCZ due to magnetic buoyancy. The magnitude of the rate of rise of the field is determined by the expression

$$U_B \approx u_T (\lambda_T/a)^2 (B^2/8\pi P), \quad (3)$$

where u_T is the average rate of heat transfer upwards, λ_T is the height temperature scale, a is the transverse radius of the MFT, P is the gas pressure outside the MFT. From this, the rate of loss of the growing field B_ϕ with the characteristic scale L due to magnetic buoyancy is proportional to the third degree of magnitude of the field

$$\left| \frac{\partial B_\phi}{\partial t} \right|_\gamma = O\left(\frac{U_B}{L} B_\phi\right) \equiv O(\gamma B_\phi^3). \quad (4)$$

Here $\gamma_b = (U_B/L B_\phi^2) \equiv (u_T/8\pi PL)(\lambda_T/a)^2$ is the parameter of loss of magnetic flux due to buoyancy.

If you use estimates (2) and (4), then the induction equation (1) can be rewritten (taking into account the signs of change of the magnetic field) in the following simplified form:

$$\partial B_\phi / \partial t \approx \Gamma - \gamma B_\phi^3. \quad (5)$$

From the stationarity condition $B_\phi / \partial t = 0$, when the deep Ω -effect compensates for the field losses caused by magnetic buoyancy, we obtain a formula for estimating the maximum magnitude of the toroidal magnetic field, which can be maintained in the radiant zone for a long time,

$$\max |B_\phi| \equiv B_\phi^\circ = O \left(\left[\frac{\Gamma}{\gamma_b} \right]^{1/3} \right) = O \left(\left[GB_r \frac{8\pi PL}{u_T} \left(\frac{a}{\lambda_T} \right)^2 \right]^{1/3} \right). \quad (6)$$

It is seen that magnetic buoyancy (parameter γ_b) limits the intensity of the excited field (parameter Γ) at the stationary level B_ϕ° . A typical time to reach this value is

$$\tau_o \approx B_\phi^\circ / \Gamma = (1/\gamma_b \Gamma^2)^{1/3}. \quad (7)$$

At a sufficiently powerful source of generation ($\Gamma > \gamma_b$) fields, that are larger than the stationary value B_ϕ° , are brought to the surface. The characteristic time of the toroidal field B to rise from a certain depth in the radiant zone up to the lower base of the convective zone can be estimated by the expression

$$\tau_B \approx d/U_B = 8\pi P d / u_T B^2 (\lambda_T/a)^2, \quad (8)$$

where $d = r_{rz} - r_{scz}$ (r_{rz} is the solar radius corresponding to the depth in the radiant zone from which the field floating up begins, r_{scz} is the radius of the lower base of the SCZ).

Calculations of the parameters of the restructuring of magnetism.

Let us proceed to the numerical analysis of the evolution of the deep magnetism of the Sun, taking into account the calculated value of the radial gradient of the angular velocity based on the data of helioseismological experiments ($\partial\Omega/\partial r \approx \Delta\Omega/\Delta r \approx 7 \cdot 10^{-18}$ rad/s-sm) and considered above effects of exciting and loss of magnetic flux of the toroidal field. The necessary physical parameters (P and u_T for calculations are taken from the standard model of the Sun [13]. According to papers [14, 15], the value of the radial component B_r of the poloidal field in the radiating zone lies in the range of 0,1 ÷ 10 G. Therefore we used three values of B_r for the estimates: 0,1 G; 1 G and 10 G. Following Parker [12], we considered the optimal variant of restructuring magnetism, when the characteristic magnitude of the change in the magnetic field L and the temperature scale of the height are equal to the transverse radius a of the magnetic force tube, the value of which is taken to be $0,1 R_\odot = 7 \cdot 10^{10}$ cm. The results of the calculations of the parameters of the restructuring of magnetism are given in the Table. It can be seen that as a result of the deep Ω -effect a quasi-stationary toroidal magnetic field can be excited in the radiant zone, whose power varies (depending on the accepted value of the radial field $B_r = 0,1 \div 10$ G) in the range of values from $5 \cdot 10^7 \div 2 \cdot 10^8$ G near the core of the Sun ($r/R_\odot = 0,3$) to $5 \cdot 10^6 \div 2 \cdot 10^7$ G at the top of a stable section located directly below the lower base of the SCZ ($r/R_\odot = 0,7$). The latter estimate is consistent with the order of magnitude with the determination of the toroidal magnetic field at the boundary of the radiant zone and the SCZ from the decoding of the data of helioseismological experiments [16, 17], as well as with theoretical calculations within the diffuse models of the solar cycle [18, 19]. The characteristic time τ_o of reaching these field values B_ϕ° according to the estimates of expression (7) varies accordingly in the range from $1 \cdot 10^8 \div 5 \cdot 10^6$ years to $5 \cdot 10^6 \div 2 \cdot 10^5$ years. The time intervals τ_o obtained for the output of the exciting of field to a steady-state level (when the order of several megaGauss is reached) are in agreement with the order of magnitude with the estimates τ_o within the diffusion model [18]. Due to magnetic buoyancy, the toroidal fields, whose magnitude outweighs the regular values B_ϕ° , are gradually pushed out of the radiant zone (where there is no convection) into the turbulent SCZ layers where the dynamo mechanism operates. The calculations by the expression (8) of the time τ_B of the magnetic field removal from the bowels of the Sun to the lower base of the SCZ ($r/R_\odot = 0,7$) give the following estimates: $\tau_B \approx 4 \cdot 10^8 \div 2 \cdot 10^6$ years when the field emerges from depth $r/R_\odot = 0,3$ ($d = 0,4 R_\odot$); and $\tau_B \approx 10^7 \div 4 \cdot 10^5$ years when rising from the depth $r/R_\odot = 0,6$ ($d = 0,1 R_\odot$). From our estimates, it can be seen that the characteristic time τ_o of reaching the magnitude of the field due to the deep Ω -effect is shorter than the time τ_B of the field removal from the radiant zone to the SCZ due to magnetic buoyancy. Therefore, a regular

field of constant direction B_{ϕ}° can be maintained in a radiant zone for a long time, despite the permanent loss of magnetic flux due to buoyancy.

Alternation of amplitude of solar magnetic cycles.

Due to the magnetic buoyancy, the deep toroidal field, excited by the deep Ω -effect in the radiant zone, is carried upward and gradually penetrates into the turbulent layers of the SCZ, where the turbulent dynamo operates. In view of this, the total toroidal (azimuthal) magnetic field B_{ϕ} in the SCZ consists of two components: cyclic $B_{\phi}^C(t)$, changing with time, and quasi-stationary (regular) B_{ϕ}° :

$$B_{\phi}(t) = B_{\phi}^C(t) + B_{\phi}^{\circ}. \quad (9)$$

The first magnetic component $B_{\phi}^C(t)$, excited by the $\alpha\Omega$ -dynamo process, changes its direction (polarity) with a period of 11 years, thereby causing the observed cyclicity of solar activity [20-22]. At the same time, the second additional component of constant direction, which, due to magnetic buoyancy, penetrates into the SCZ from below from the radiant zone, plays here the role of a source of stable magnetic "feeding", which affects the power of the total magnetic flux of the toroidal field. Therefore, in a certain cycle, when the directions of the two magnetic components coincide, the total magnetic flux will be more powerful than in adjacent cycles in which the directions of the two components are opposite. Rising on the solar surface, the total toroidal field, characterized by these cyclic variations in its magnitude, will cause corresponding variations in the intensity of the formation of the sunspots, which should eventually lead to the observed alternation of the amplitude of adjacent (even and odd) cycles.

Conclusion.

A scenario is proposed to explain the observed phenomenon of amplitude alternation of adjacent 11-year solar activity cycles. It is shown that a noticeable radial gradient of angular velocity in the radiant zone (calculated by us on the basis of helioseismological experiments), acting on a weak relict radial magnetic field, generates a powerful deep toroidal magnetic field of constant direction (the deep Ω -effect of radiant zone). As a result of magnetic buoyancy, this field gradually penetrates from below to the turbulent layers of the SCZ, where the dynamo mechanism operates, responsible for the 11-year cyclical activity of the solar activity. Continuous "feeding" of the magnetic flux in the SCZ due to the additional toroidal flux emerging from below leads to variations in the power of the total toroidal field in adjacent cycles. The total toroidal field, rising on the solar surface, causes the observed alternation of the amplitude of adjacent solar 11-year activity cycles.

References:

1. Turner H.H. Note on the alternation of the eleven-year solar cycle // – MNRAS. – 1925 – 85. – P. 467–471.
2. Гневывшев М.Н., Оль А.И. О 22-летнем цикле солнечной активности //Астрон. журн. – 1948. – 25, № 1. – С. 18-20.
3. Wilson R.M. Bimodality and the Hale cycle // Solar Phys. – 1988. – 117, No.2. – P. 269-278.
4. Пудовкин М.И., Беневоленская Е.Е. Квазистационарное первичное магнитное поле Солнца и вариации интенсивности солнечного цикла//Письма в Астрон. журн. – 1982. – 8, № 8. – С. 506-509.
5. Пудовкин М.И., Беневоленская Е.Е. Моделирование 22-летнего цикла солнечной активности в рамках теории динамо с учетом первичного поля // Астрон. журн. – 1984. – 61, № 4. – С.783-788.
6. Boyer D.W., Levy E.H. Oscillating dynamo magnetic field in the presence of the external nondynamo field. The influence of a solar primordial field // Astrophys. J. – 1984. – 277, No 2. – P. 848-861.

7. Schou J., Antia H.M., Basu S. et al. Helioseismic studies of differential rotation in the solar envelope by the Solar Oscillations Investigation using the Michelson Doppler Imager // *Astrophys. J.* – 1998. – 505. – P. 390-417.
8. Howe R. Solar interior rotation and its variation // *Living Rev. Solar Phys.* – 2009. – 6. – P.1-75.
9. Hanasoge S., Miesch M. S., Roth M., Schou J., Schüssler M., Thompson M. J. Solar dynamics, rotation, convection and overshoot // *Space Sci. Rev.* – 2015. – 196, Iss. 1-4. – P. 79-99.
10. Krivodubskij V.N. Turbulent dynamo near tachocline and reconstruction of azimuthal magnetic field in the solar convection zone // *Astron. Nachrichten.* – 2005. – 326, No 1. – P. 61-74.
11. Cowling T.G. Solar Electrodynamics // In: *The Sun*, ed. G.P. Kuiper. – Chicago: The University of Chicago Press. – 1953. – 532 p.
12. Parker E.N // *Cosmical Magnetic Fields.* – Oxford: Clarendon Press. – 1979.
13. Guenther D. B., Demarque P., Kim Y.-C., Pinsonneault M. H. Standard solar model // *Astrophys. J.* – 1992. – 387. – P. 372-393.
14. Stenflo J.O. Cycle patterns of the axisymmetric magnetic field// In: *Solar Surface Magnetism*, eds. R.J. Rutten and C.J. Shrijver. Dordrech: Kluwer Academic Publishers. – 1994. – 365 p.
15. Dudorov A.E., Krivodubskij V.N., Ruzmaikina T.V., Ruzmaikin A.A. The internal large-scale magnetic field of the Sun// *Soviet Astronomy.* – 1989. – 33, No 4. – P.420-426.
16. Dziembowski W.A., Goode P.R. The toroidal magnetic field inside the Sun // *Astrophys. J.* – 1989. – 347. – 540-550.
17. Antia H.M., Chitre S.M., Thompson M.J. On variation of the latitudinal structure of the solar convection zone // *Astron. Astrophys.* – 2003. – 399. – 329-336.
18. Hiremath K.M., Gokhale M.H. "Steady" and "fluctuating" parts of the Sun's internal magnetic field: improved model // *Astrophys. J.* – 1995. – 448. – P. 437-443.
19. Соловьев А.А., Киричек Е.А. // *Диффузная теория солнечного магнитного цикла.* – Элиста - Санкт-Петербург: Изд-во Калмыцкого ГУ. – 2004. – 182 с.
20. Монин А.С. // *Солнечный цикл.* – Ленинград: Гидрометеиздат. – 1980. – 68 с.
21. Krivodubskij V. N. The structure of the global solar magnetic field excited by the turbulent dynamo mechanism // *Astronomy Reports.* – 2001. – 45, No 9. – P. 738-745.
22. Kryvodubskiy V. N. Dynamo parameters of the solar convection zone // *Kinematics Phys. Celestial Bodies.* – 2006. – 22, No. 1. – P. 1-20.

ЧЕРГУВАННЯ АМПЛІТУДИ МАГНІТНИХ ЦИКЛІВ СОНЦЯ

Валерій Криводубський – д-р фіз.-мат. наук., науковий співробітник

Запропоновано сценарій, що пояснює спостережене явище чергування амплітуди сусідніх 11-річних циклів сонячної активності. Показано, що помітний радіальний градієнт кутової швидкості в променистій зоні (розрахований нами на підставі даних геліосейсмологічних експериментів), діючи на слабке реліктове радіальне магнітне поле, генерує потужне глибинне тороїдальне магнітне поле постійного спрямування (глибинний Ω -ефект променистої зони). Внаслідок магнітного спливання це поле поступово проникає знизу в турбулізовані шари сонячної конвективної зони (СКЗ), де працює механізм динамо, відповідальний за 11 - річну циклічність сонячної активності. Неперервне «підживлення» магнітного потоку в СКЗ за рахунок спливаючого знизу додаткового тороїдального потоку приводить до варіацій потужності сумарного тороїдального поля в суміжних циклах. Останнє, спливаючи на сонячну поверхню, викликає спостережене чергування амплітуди сусідніх сонячних 11-річних циклів активності.

Ключові слова: Сонце; промениста зона; реліктове магнітне поле; геліосейсмологічні експерименти; внутрішнє обертання; магнітна плавучість; конвективна зона; турбулентне динамо; 11 - річний цикл сонячної активності.

НАЙБЛИЖЧІ ПЕРСПЕКТИВИ КОСМІЧНОЇ ПРОГРАМИ «ARTEMIS»

Ігор Ткаченко – д-р педаг. наук., професор

Юрій Краснобокий – канд. фіз.-мат. наук, доцент

Олександр Підгорний – викладач

В даній статті проаналізовано програму місії «Artemis», описані основні етапи її реалізації, охарактеризовано нинішній стан окремих виконаних етапів та висвітлені майбутні перспективи космічної місії.

Ключові слова: Artemis, космічна місія, космічна програма, Місяць, Марс, дослідження космосу.

Після висадок на природній супутник Землі астронавти робили фотознімки, проводили експерименти, встановили декілька прапорів і взявши зразки ґрунту, поверталися додому. Та це тижневе перебування не поклало початок тривалій присутності людини на Місяці.

Через 48 років після останньої місії «Аполлон-17» (в грудні 1972 року), яка передбачала посадку на Місяць, з'явилася потреба у подальшому дослідженні супутника Землі для створення постійної бази.

Науковці вважають, що база на Місяці може перетворитися на відправний пункт для польотів у дальній космос; на ньому можна встановлювати космічні телескопи, які працюватимуть на нових принципах; місячна база допоможе в освоєнні Марсу та створить додаткові можливості щодо вирішення наукових таємниць про формування Землі та Місяця. Така база, навіть, може стати економічно вигідною завдяки космічному туризму.

Колишній астронавт Кріс Хадфілд вважає, що постійна дослідницька станція на Місяці – це наступний логічний крок у дослідженні космосу.

Також багато експертів вважають, що найбільші перешкоди для подальших місій на Місяць мають банальні причини. Найбільша перешкода для будь-якої програми, яка передбачає космічні польоти, особливо з людьми, – це велика вартість проекту. Проте бюджет – не єдина причина, через яку людство не повернулося на Місяць. На його поверхні чимало кратерів та валунів, які загрожують безпечній висадці.

Але зважаючи на різні причини, NASA знову озвучує інформацію про запуск нової програми. Вона увібрала у себе напрацювання скасованих програм «Сузір'я» та «Asteroid Redirect Mission». Ця програма отримала назву «Artemis» («Артеміда»), вона пов'язана із назвою попередньої програми NASA «Аполлон». Ці імена належать грецьким богам. У Аполлона існує сестра-близнюк на ім'я Артеміда, яка є богинею Місяця. Тобто, назва програми цілком логічна, якщо керуватися давньою міфологією [1].

«Artemis» – програма NASA у кооперації із приватними компаніями та ЄКА щодо розвитку пілотованих космічних польотів. Її метою є відправлення людей на поверхню Місяця у 2024 році та створення тамтешньої інфраструктури із подальшими планами доправити астронавтів на Марс.

За багато років підготовки місячна програма «Artemis» об'єднала відразу кілька розробок. У польоті братиме участь жінка та чоловіки-астронавти. Точкою «примісячення» швидше за все буде територія південного полюса Місяця.

Ця програма є амбіційним місячним проектом згідно з яким будуть виконані: 37 запусків з Землі, 5 посадок на поверхню з екіпажем, створення першої місячної бази.

Також план передбачає використання як приватних ракето-носіїв, космічних апаратів та модулів, так і розробок NASA (важку ракету Space Launch System – SLS Block 1B, космічний корабель Orion та орбітальну місячну базу Lunar Gateway) для поетапного виведення на орбіту Місяця великого обсягу корисного навантаження і декількох екіпажів. Причому, в якості підрядників будуть задіяні як вже відомі в індустрії космосу компанії, так і нові, які ще розкриють свій потенціал. Наприклад, в NASA вже вибрали 11 компаній для участі в програмі «Артеміда» для проведення дослідницьких робіт і створення прототипу посадкового модуля [2].

Перша частина місії (план якої вже чітко визначений) складається з таких основних етапів:

- «Artemis I» – реалізація в 2020 р.: в рамках цього етапу запланована безпілотна місія, яка передбачає обліт навколо Місяця.

- «Artemis II» – реалізація в 2022 р.: в рамках цього етапу буде запущена пілотована місія, яка буде рухатися навколо Місяця.

- «Artemis III» – запуск в 2024 р.: в рамках третього етапу передбачається доставка на поверхню Місяця астронавтів, включаючи першу в світі жінку.

Всі три місії буде запущено за допомогою найбільшої в світі ракети-носія Space Launch System (SLS), яка розробляється в даний час компанією Boeing.

На борту ракети-носія буде знаходитися космічний корабель Orion («Оріон»), основним підрядником якого є компанія Lockheed Martin [**Помилка! Источник ссылки не найден.**].

23 травня 2019 року в NASA оголосили, що приступили до реалізації місячної програми «Артеміда» і зробили перший крок до її виконання – розпочато розробку і виробництво основного модуля місячної частини проекту «Артеміда», за допомогою якого будуть забезпечуватися:

- організація енергопостачання і підтримки станції «Lunar Gateway» на орбіті Місяця;

- комунікації та ретрансляцію радіозв'язку;

- функції мобільного командного центру;

- функції сервісного модуля для відправки апаратів на поверхню Місяця з місячної орбітальної станції «Lunar Gateway».

Даний модуль буде створено на замовлення NASA перевіреним підрядником – компанією Maxar Technologies.

Базовий період виконання 12 місяців, з можливістю продовження на 26 місяців.

Проектування і виробництво модуля повинно бути завершено протягом 12 місяців, потім почнуться складні і поетапні тести як на Землі, так і в космічному просторі. Після приймання і введення в експлуатацію, в NASA планують вивести перший повноцінний модуль орбітальної станції «Lunar Gateway» на місячну орбіту в 2022 році.

На даний момент вже підготовлено майданчик для випробувань. На півдні Міссісіпі буде встановлена перша ступінь ракети NASA Space Launch System (SLS) в Космічному центрі імені Джона Стенніса для серії випробувань «Green Run» – частина випробувань, що передують польоту «Artemis I».

Тестування «Green Run» буде першим комплексним тестуванням автоматичних систем до початку польоту. Випробування проводитимуться на спеціальному стенді, розташованому неподалік від затоки Сент-Луїс, штат Міссісіпі, і найбільшому в США випробувальному полігоні ракетних двигунів. Випробування «Green Run» будуть проходити протягом декількох місяців і завершаться восьмихвилинним вогневим випробуванням чотирьох двигунів RS-25, щоб створити тягу в 907 185 кг, як під час фактичного запуску. Ця серія критичних випробувань продемонструє чи готова рухова установка основного ступеня ракети до запуску в дальній космос.

Ядро SLS, найбільша ступінь ракети, побудована NASA, має висоту 65 метрів і діаметр 8,4 метра. Вона оснащена найсучаснішою авіаційною радіоелектронікою, силовими установками і паливними баками, в яких в цілому знаходиться 2775 м³ рідкого кисню і рідкого водню для забезпечення запуску чотирьох двигунів RS-25. Базова ступінь була виготовлена на заводі NASA – Michoud Assembly Facility в Новому Орлеані провідним підрядником Boeing за участю понад 1100 великих і малих підприємств в 44 штатах. Ступінь була доставлена в Стенніс на борту спеціально обладнаного транспорту. Вона прибула в на випробувальний майданчик 12 січня 2020 року і в той же вечір була вивантажена на випробувальний стенд. Після цього команда почала встановлювати наземне обладнання. Підйом був проведений 21-22 січня, що було забезпечено оптимальними погодними умовами. Команда повністю закріпила ступінь на місці і встановлює системи для тестування [4].

А тим часом (28 лютого 2020 році) космічний апарат NASA «Orion» досяг нового етапу завдяки успішному остаточному випробуванню двигуна управління рухом. Даний двигун був побудований компанією «Northrop Grumman» і був протестований спеціальними засобами. Це було третє і останнє випробуванням двигуна. У ході якого вісім клапанів високого тиску направили понад 3175 кг тяги, створюваної твердопаливним ракетним двигуном в декількох напрямках в умовах замерзання, забезпечуючи достатню силу, щоб орієнтувати «Orion» і його команду для безпечної посадки. В системі запуску використовуються три твердопаливних ракетних двигуни системи переривання, включаючи двигун управління рухом. Всі три двигуни повинні пройти серію випробувань для забезпечення безпеки екіпажу. До теперішнього часу виконало два з трьох випробувань, необхідних для кваліфікації двигуна системи переривання. Крім того, повний стрес-тест системи запуску-переривання показав, що три двигуни працювали комплексно, як і передбачалося. Також було перевірено систему в цілому, щоб переконатися, що двигуни будуть працювати в разі виникнення проблем на майданчику до запуску ракети **[Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.]**.

Наразі у NASA 48 астронавтів, але для місії «Artemis», яка націлена на Марс і Місяць, потрібно значно більше. NASA оголосили набір нових астронавтів для участі в програмі «Artemis», метою якої є досягнення людиною поверхні Місяця і Марса. Заявки будуть прийматися з 2 по 31 березня 2020 року. Кандидат повинен мати американське громадянство, а також диплом магістра в галузі науки, техніки, інженерії та математики. Однак прийняти можуть і без зазначеного диплома. Для цього необхідно два роки пропрацювати над кандидатською дисертацією в суміжних галузях науки, техніки або математики. Інша альтернатива – мати ступінь доктора медицини. Третя – проходження курсів для льотчиків-випробувачів. Загальна вимога до кандидатів – мати два роки професійного досвіду або ж 1000 годин нальоту на реактивних літаках в якості командира екіпажа.

Подати заявку можна на сайті www.usajobs.gov. Під час першого етапу відбору кандидати повинні пройти онлайн-тестування, яке може зайняти близько двох годин. NASA розраховує набрати нових астронавтів до середини 2021 року [7].

Основна проблема програми «Артеміда» (як і кожного космічного проекту) – це своєчасне і повне фінансування всіх етапів програми, щоб її терміни реалізації не були зірвані, а плановані завдання були виконані.

Але, якщо навіть лише частина завдань програми «Артеміда» буде втілена в життя, то в 2024 році нас очікує висадка перших Земних дослідників в цьому столітті біля південного полюса Місяця.

Список використаних джерел:

1. Artemis I. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.nasa.gov/artemis-1> (дата звернення 26.03.2020).
2. Artemis program [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Artemis_program (дата звернення 24.03.2020).
3. Полный план новой лунной программы NASA «Artemis» (Артемиды). [Електронний ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/452832/> (дата звернення 28.03.2020).
4. Программа NASA Artemis и космический центр Stennis подготовили почву для испытаний в 2020 году. [Електронний ресурс]. URL: <https://thealphacentauri.net/programma-nasa-artemis-i-kosmicheskii-centr/> (дата звернення 26.03.2020).
5. Лунная миссия «Артемиды» — начато производство основного элемента лунной орбитальной станции «Lunar Gateway». [Електронний ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/453248/> (дата звернення 28.03.2020).
6. В NASA испытали двигатель для полета на Луну. [Електронний ресурс]. URL: <http://techno.bigmir.net/technology/1613761-V-NASA-ispytali-dvigatel--dlja-poleta-na-Lunu> (дата звернення 26.03.2020).
7. Лунная программа NASA “Artemis”: подробности новой космической миссии. [Електронний ресурс]. URL: <http://integral-russia.ru/2019/05/22/lunnaya-programma-nasa-artemis-podrobnosti-novoj-missii/> (дата звернення 25.03.2020).

CLOSING PROSPECTS OF THE SPACE PROGRAM «ARTEMIS»

Igor Tkachenko – D.Sc., prof.

Yuri Krasnobokyj – PhD, Associate Professor, **Oleksandr Pidhornyi** – Lecturer

In this article analyzed the Artemis mission program, describes the main stages of its implementation, describes the current status of the individual steps completed, and outlines future mission plans . the Artemis mission program, describes the main stages of its implementation, describes the current status of the individual steps completed, and outlines future mission plans.

Key words: Artemis, space mission, space program, Moon, Mars, space exploration.

МЕТЕОРНІ ЯВИЩА ТА ЇХ СПЕКТРИ

Олександр Голубасв – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Альона Мозгова – канд. фіз.-мат. наук, провідний інженер

У роботі висвітлено важливість досліджень метеорних явищ та їх спектрів. Описано методи та засоби, що застосовуються під час спостережень метеорів. Представлено деякі результати досліджень метеорних спектрів.

Ключові слова: метеор, спектр, метеорний патруль.

Метеорна астрономія – розділ астрономії, присвячений вивченню структури, походження і еволюції метеорної речовини в міжпланетному просторі. Метеорні тіла є продуктами розпаду комет і частинками астероїдів, таким чином науковий інтерес і цінність вивчення цієї речовини зумовлені ще й через одну з небагатьох можливостей доступу до неї – метеорні явища. Метеори являють собою світлові явища і пов’язані з ними фізичні процеси, які є результатом руху метеорних тіл зі швидкостями кілька десятків кілометрів за секунду у атмосфері Землі (рис.1). Метеор – непередбачуване і короткотривале явище, зафіксувати його не просто. Потрібні високочутливі камери та тривалий час спостережень за якомога більшими ділянками неба.

Дослідження структури і руху метеорної речовини ведеться шляхом оптичних і радіолокаційних спостережень метеорів, спостережень Зодіакального Світла, реєстрації ударів метеорних тіл за допомогою датчиків, встановлених на штучних супутниках Землі і космічних зондах, вивчення руху метеороїдів методами небесної механіки. Результати досліджень метеорних явищ є важливими для вирішення деяких питань космогонії, у вивченні властивостей метеорних потоків, для космонавтики, міжпланетних зондів, навігаційних та комунікаційних супутників, апаратів дистанційних досліджень сонячної системи. Метеорні явища є важливим чинником космічної погоди. Також метеори розглядаються як засіб вивчення верхніх шарів атмосфери Землі. Тому дослідження метеорів і метеорних спектрів є актуальною науковою задачею [1].



Рис. 1. Зображення метеорного явища

Існують різні методи спостереження метеорних явищ: візуальний, фотографічний, телевізійний, телескопічний, радіолокаційний. Для реалізації цих методів використовують спеціально розроблені установки. Так, для фотографічних, телевізійних та телескопічних спостережень конструюють метеорні патрулі, що містять кілька камер (рис. 2). Патруль встановлюють на нерухомій платформі, що полегшує обробку під час базисної зйомки, або на спільній полярній осі. В Україні метеорні патрулі є в Києві, Харкові, Одесі та Миколаєві [2].



Рис. 2. Метеорний патруль Чугуївської спостережної станції НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Важливе місце у дослідженні метеорних явищ посідає *метеорна спектроскопія*, яка займається визначенням хімічного складу метеорних тіл за допомогою метеорних спектрів. Спектри метеорів дають нам інформацію про умови збудження, іонізацію і світіння метеорної плазми, температуру, процеси абляції (тобто руйнування метеорного тіла), фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час метеорних явищ в атмосфері Землі та маси метеороїдів, причини і характер протікання спалахів, якісний та кількісний хімічний склад метеорного тіла і концентрації елементів в метеороїдах, а, отже, і про тверду складову ядер комет і астероїдів, як джерел метеорних тіл [3].

Для отримання спектрів метеорів, перед об'єктивом камери розміщують дисперсійний елемент – оптичну призму чи дифракційну ґратку. Загальна схема отримання метеорних спектрів показана на рис.3.

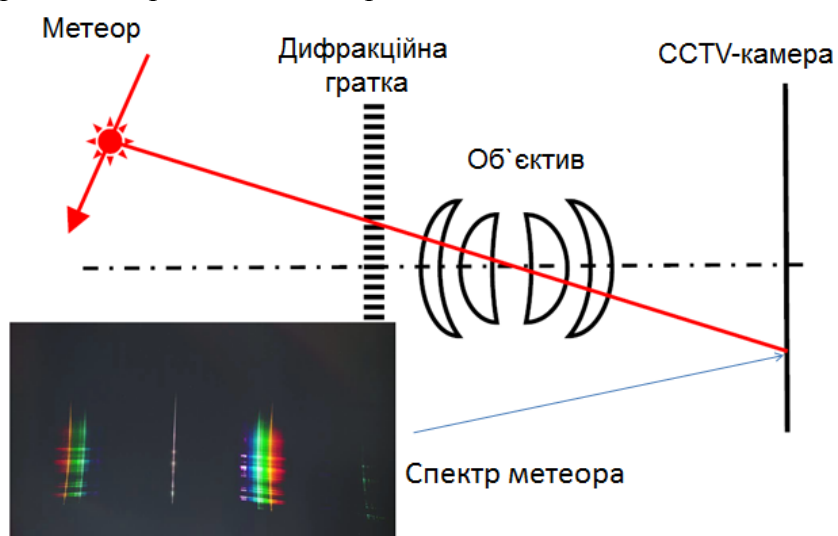


Рис. 3. Схема отримання спектрів метеорів

Дисперсія оптичної призми є результатом того, що різні довжини хвиль випромінення мають різний показник заломлення. *Переваги:* в результаті утворюється лише один спектр

Недоліки: отримуємо спектр з нелінійною дисперсією. Спектральна роздільна здатність у фіолетовій частині спектра краща, ніж у червоній. Як результат: на спектрограмі, отриманій за допомогою призми, не спостерігається чітких емісійних ліній атомів хімічних елементів. Натомість маємо сукупність смуг, які являють собою поєднання спектральних ліній. Приклад фотографічного спектра метеору, отриманого з використанням оптичної призми, представлено на рис. 4. В таблиці 1 наведено результати ототожнення основних емісій даного спектра [3].

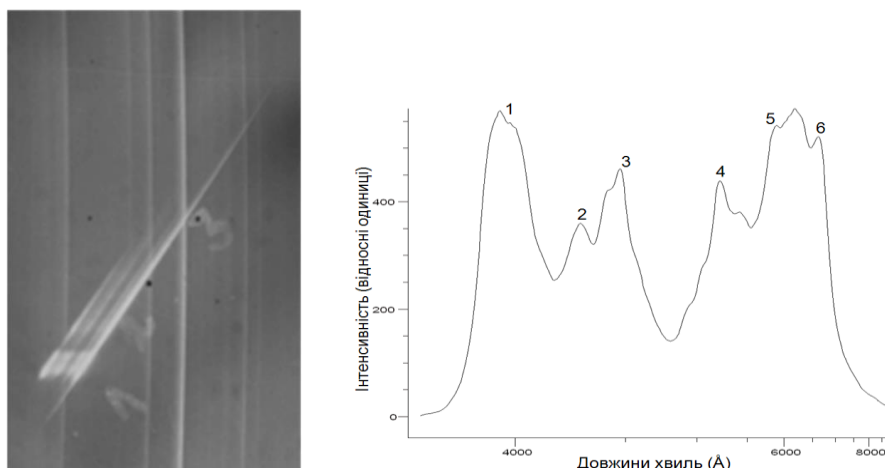


Рис.4. Спектр метеора 22 жовтня 1958 року (зліва) та відповідна спектрограма (справа) (Ашхабад, Любарский К.А., Оріоніди) [3]

Принцип дії дифракційної ґратки ґрунтується на дифракції світлових хвиль, які взаємодіють із нею, та подальшій інтерференції цих дифрагованих хвиль.

Переваги: дисперсія ґратки майже лінійна. *Недоліки:* кілька спектральних порядків, перекриття спектральних порядків, інтенсивність падаючого світла розподіляється між усіма зафіксованими спектральними порядками. Рис. 5 демонструє частину фотографічного метеорного спектра, отриманого за допомогою дифракційної ґратки та його спектрограму з деякими ототожненими основними емісійними лініями [3]. А на рис. 6 показано вигляд спектра метеора, отриманого відеокамерою на метеорному патрулі Чугуївської спостережної станції НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна з використанням дифракційної ґратки [4].

Таблиця 1. Основні емісії в спектрі метеора 22 жовтня 1958 року [3]

№	Довжина хвилі головного компонента [Å]	Головний компонент *	Додатковий компонент *
1	3934, 3968	Ca II (1)	
2	4128	Si II (3)	Fe I (43)
3	4481	Mg II (4)	Fe I (2)
4	5167	Mg I (2)	Fe I (1), Fe II (42)
5	5890, 5895	Na I (1)	N ₂
6	[6305]	N ₂	Si II (2)

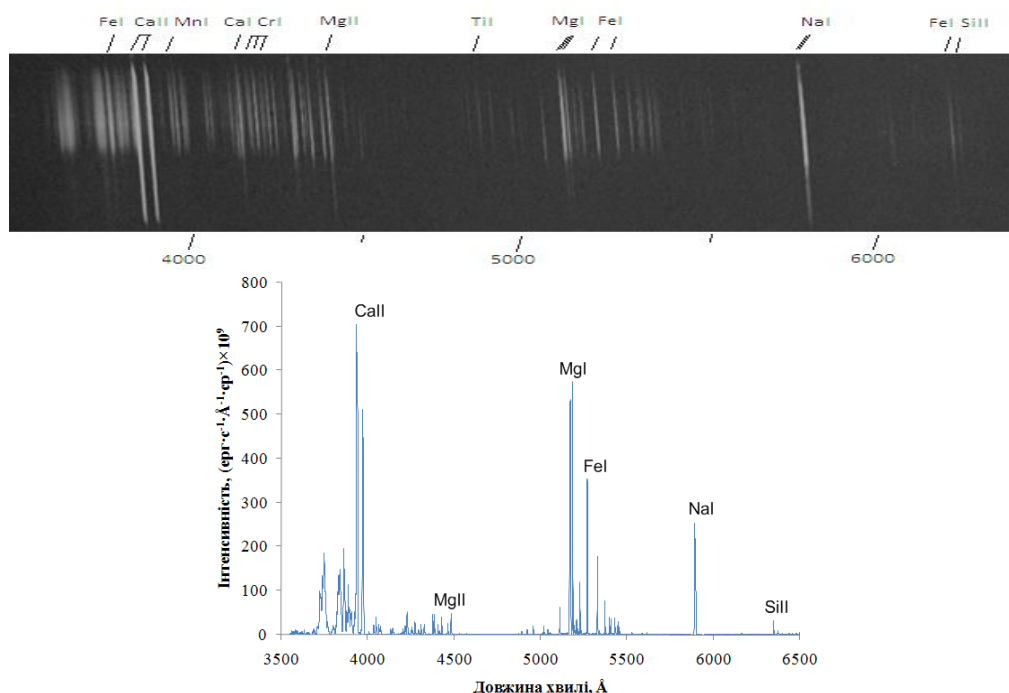


Рис. 5. Спектр метеора 2 серпня 2011 року. Чехія. Спорадичний. Отриманий за допомогою дифракційної ґратки (згори) та відповідна спектрограма (знизу) [3]

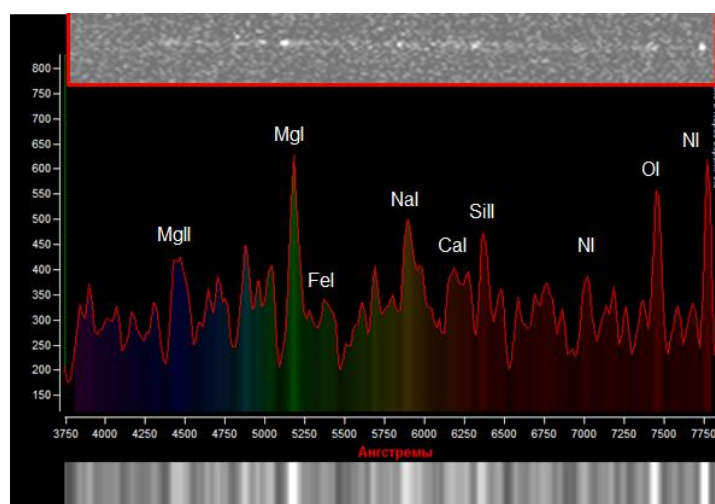


Рис. 6. Спектр метеора (згори), отриманий на метеорному патрулі Чугуївської спостережної станції НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна з використанням дифракційної ґратки, відповідна спектрограма (посередині) з деякими ототожненими емісіями і синтетичний спектр порівняння (знизу) [4].

Список використаних джерел:

1. Golubaev O.V. "Kinematychni ta fizychni kharakterystyky meteornykh til z radiantamy poblyzu Sontsia za danymy nazemnykh televiziinykh sposterezhen" // Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia kand. fiz.-mat. nauk za spetsialnistiu 05.07.12 "Dystantsiini aerokosmichni doslidzhennia" (104 – Fizyka ta astronomiia). – Natsionalnyi aviatsiinyi universytet, Kyiv. – 2017. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://svrada.nau.edu.ua/2017.06.27_Golubaev/.
2. Gorbanev Yu.M., Kniazkova E.F., Shulga A.V., Kulichenko N.A., Kozak P.N., Mozgovaia A.M., Golubaev A.V. Ukraynskaia meteornaia optycheskaia set // Radyotekhnika. – 2016. – №. 185. – S. 5-8.

3. Mozgova A.M. “Rechovynnyi sklad vybranykh meteoriv za dystantsiinymy spektralnymy sposterezhenniamy” // Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia kand. fiz.-mat. nauk za spetsialnistiu 05.07.12 “Dystantsiini aerokosmichni doslidzhennia” (104 – Fizyka ta astronomiia). – Natsionalnyi aviatsiinyi universytet, Kyiv. – 2018. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://svrada.nau.edu.ua/2018.12.07_Mozgova/.
4. Голубаєв О., Мозгова А. Перші результати спостережень метеорних явищ за допомогою автоматизованого відео-спектрального метеорного патруля Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія. – 2019. – 59 (1). – С. 41–48. . – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.astrobulletin.univ.kiev.ua/59_golubaev/

METEOR PHENOMENA AND THEIR SPECTRA

Oleksandr Golubaev – PhD, Senior Research Fellow

Alona Mozgova – PhD, Senior Engineer

This paper presents the importance of studies of meteor phenomena and their spectra. Methods and equipment used in meteor observations are described. Some results of studies of meteor spectra are presented.

Key words: meteor, spectrum, meteor patrol.

ТРОПОСФЕРНІ МЕТЕОРИ

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Ростислав Кондратюк – заступник директора ГАО НАН України

Борис Жилиєв – канд. фіз.-мат. наук, доцент

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

Григорій Дашків – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

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

Розглянута робота теорії Фізика космічних вторгнень на прикладі визначення характеристик тропосферних метеорів.

Ключові слова: метеори, космічні вторгнення, яскравість метеора, тропосфера.

Метеори характеризуються 4 величинами: швидкість руху, висота польоту, розмір, відповідно, маса і якщо відома густина, швидкість кутового обертання. Найбільше оперують першими двома величинами. Третьою величиною цікавляться окремі вчені. У Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) Академії наук України вивчають четверту характеристику.

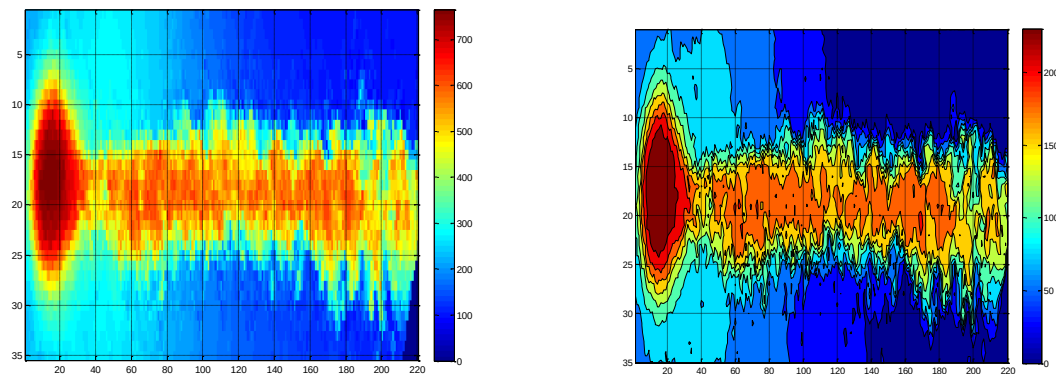
В результаті отримують яскравість, час життя, радіант, джерело метеора. У подальших аналізах допомагають статистичні дані. Але цього виявляється замало для повної оцінки метеора.

У ГАО розробили новий підхід до вивчення метеорів. Визначаються всі його характеристики, а також спектр і хімічний склад. Пропонується проводити дослідження не тільки у темну пору доби, а також і в день – денні метеори. Спостереження в день дають змогу отримати дані про всі вторгнення в атмосферу Землі. Їх називають – космічні вторгнення.

При створенні технологій денних спостережень були розроблені Soft Skills I Hard Skills для спостережень денних метеорів до +3 зоряної величини. В результаті був виявлені нові ефекти: коливання яскравості метеора під час польоту і «бовтанку» (wobbling), які дають змогу визначати багато характеристик кожного метеора (рис. 1). Для

визначення всіх характеристик тропосферних метеорів часто буває достатньо спостережень з одного пункту.

Розроблена теорія «Фізика космічних вторгнень» дозволила мати повну характеристику досліджуваних метеорів. На рис. 1 представлені результати отриманих даних при падінні метеора Хмара «Cloud».



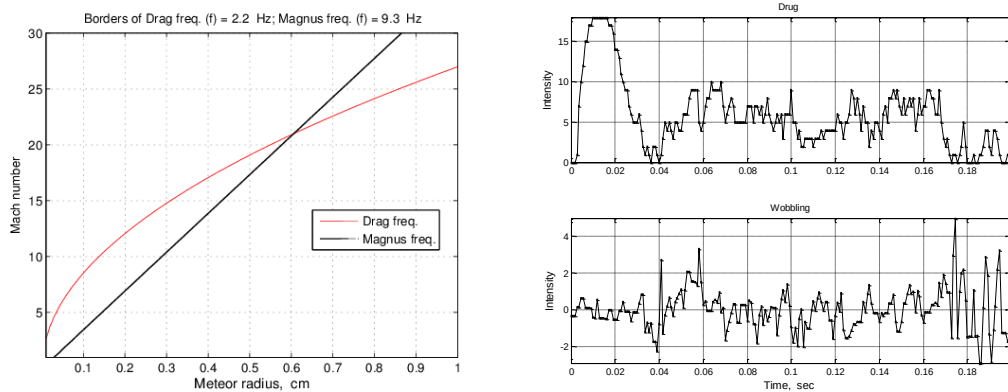
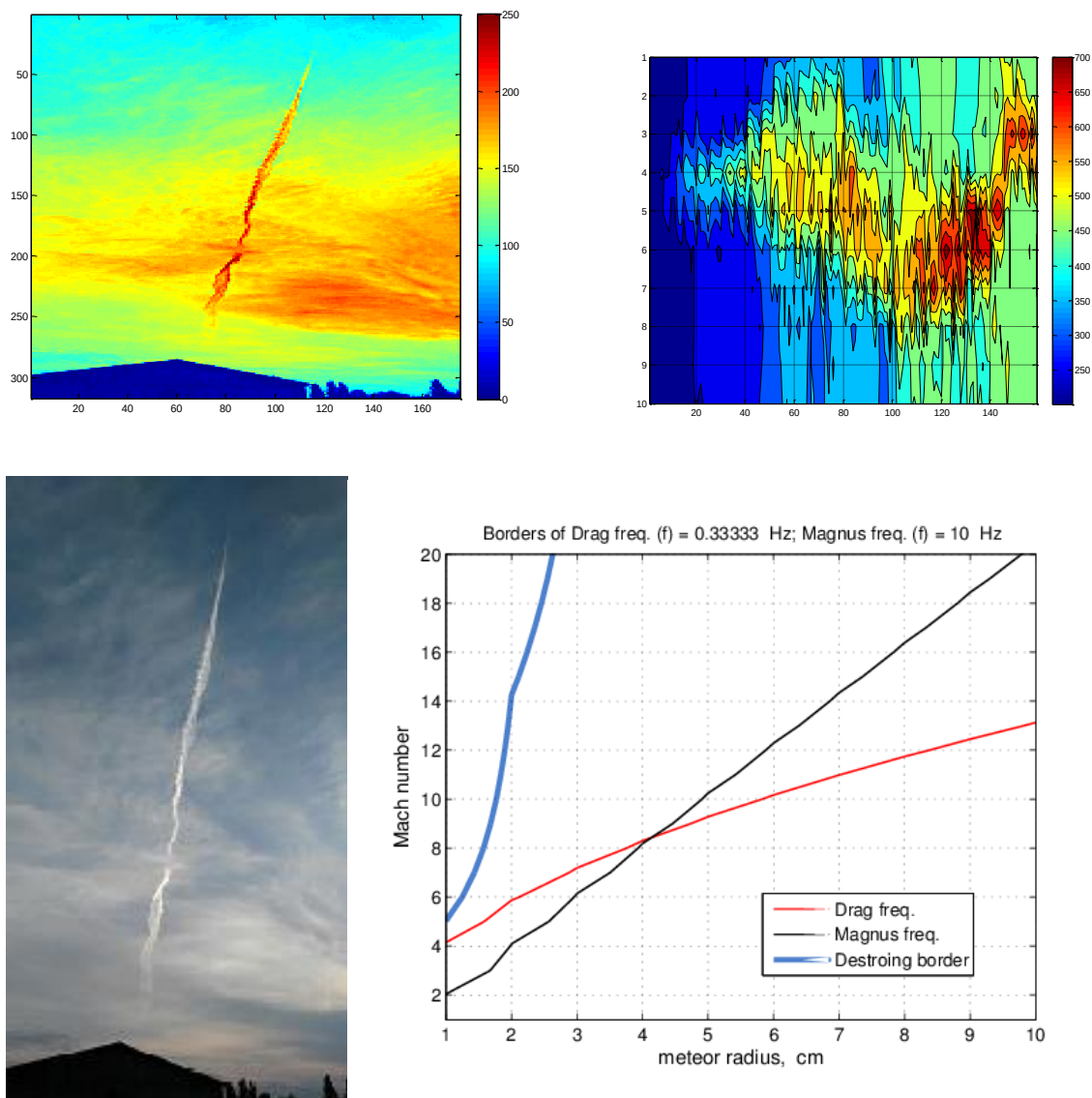


Рис. 1. Коливання яскравості і «бовтанка» метеора Хмара. Радіус метеора – 0,61 см, швидкість 6,8 км/с, маса біля 5 г

Для метеора Штопор (Corkscrew) дані мають такий вигляд (рис. 2).



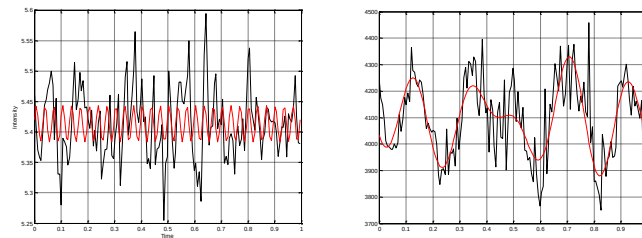


Рис. 2. Коливання яскравості метеора Штопор (Corkscrew). Радіус метеора – 4,1 см, швидкість – 2,6 км/с, маса – 1,4 кг. Метеор пройшов тропосферу за 4 секунди

На рисунках 3-6 наведені дані досліджень метеорів Студенський, Стеклова, Кондратюка і нічні метеори Похвали.

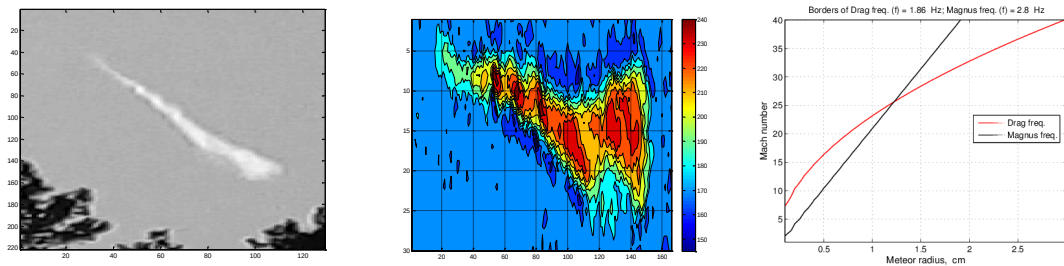


Рис. 3. Метеор Студентський. Радіус - 1,2 см, швидкість 8,4 км/с, маса 36 г. Метеор пройшов приблизно 60 км в тропосфері за 7 секунд

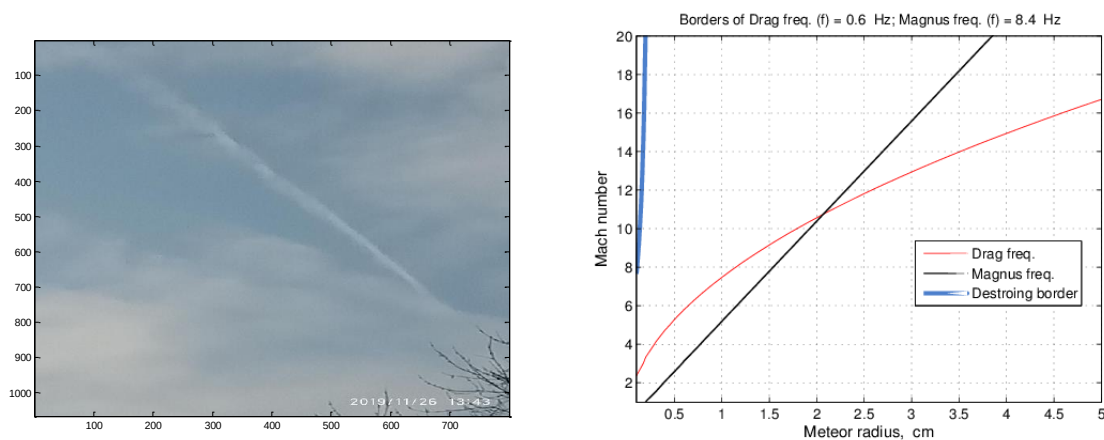
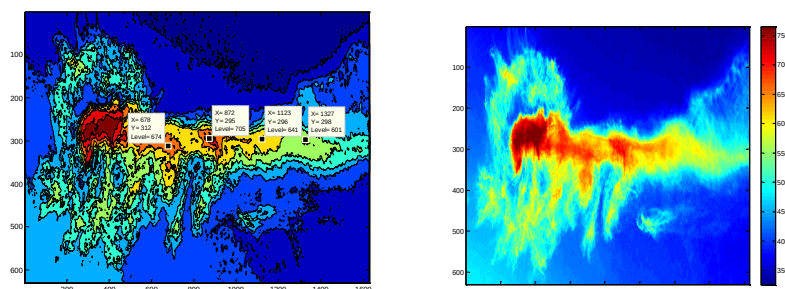
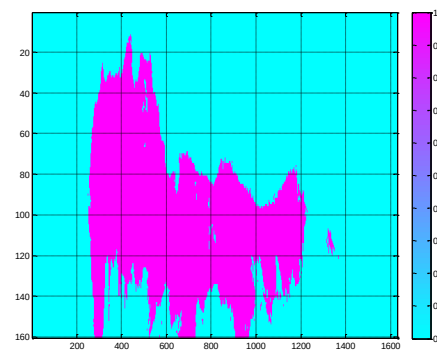
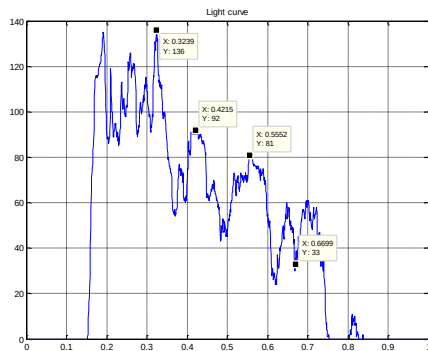
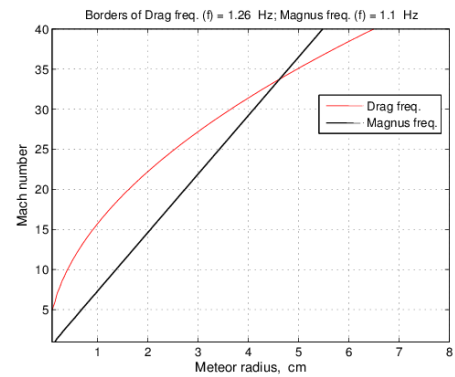
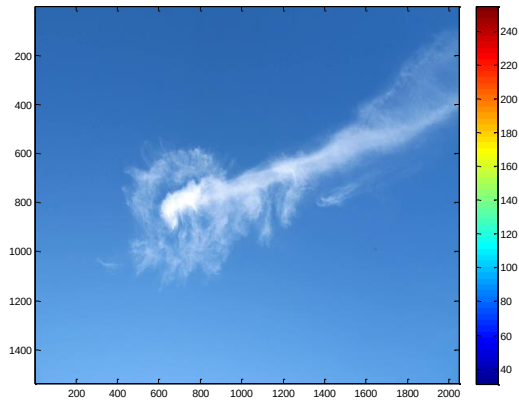


Рис. 4. Метеор Стеклова. Радіус – 2,1 см, швидкість – 3,4 км/с, маса – 180 г. Метеор летів під кутом близько 60 градусів і пройшов 10 км приблизно за 3 секунди. Досягну поверхні Землі



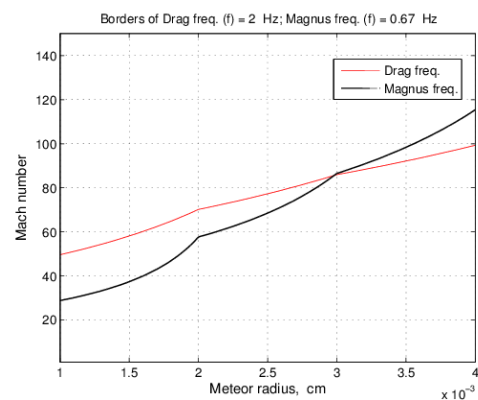
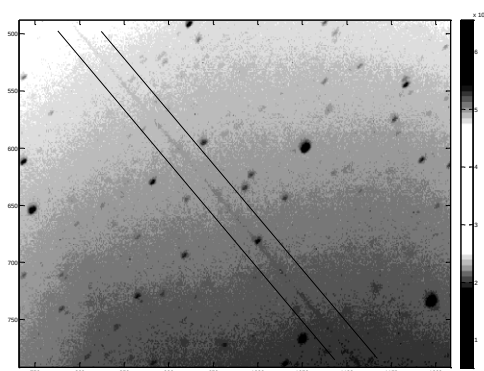


Коливання

Бовтанка

Рис. 5. Метеор Кондратюка. Радіус - 4,6 см, швидкість - 11,3 км/с, маса – 2,0 г.
Летів під малим кутом в тропосфері, пройшов 80 км за приблизно 7 секунд

Метеор Ростислава Кондратюка є прикладом вторгнення великого тіла в тропосферу. Цей метеор з потоку Персеїди і вибухнув в небі над територією ГАО НАН України в 2016 році (фото Р. Кондратюка). За коливаннями яскравості були визначені розміри і швидкість.



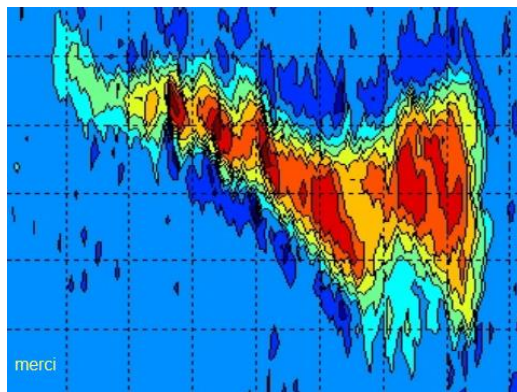


Рис. 6. Нічні метеори Похвали. Радіус – 30 мікрон, швидкість 28 км/с, маса $5,7 \cdot 10^{-7}$ г, бовтанка 2,0 Гц, коливання яскравості 6,0 Гц

Техніка «тюнінга» дозволяє оцінити характеристики висотних метеорів. Точні знання висоти і швидкості дозволяють визначати всі характеристики метеора по частотам коливань.

TROPOSPHERIC METEORS

Alexandr Mozghovyi – PhD, Associate Professor

Rostyslav Kondratyuk – Deputy Director of GAO NAS of Ukraine

Boris Zhilyaev – PhD, Associate Professor

Anatolii Vidmachenko – D.Sc. prof.

Hryhorii Dashkiiev – PhD, Senior Research Fellow

Oleksii Stieklov – PhD, Senior Research Fellow

The work of the theory of Physics of space invasions on the example of determining the characteristics of tropospheric meteors is considered.

Key words: meteors, space invasions, meteor brightness, troposphere.

МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ КОСМІЧНИХ ПРОМЕНІВ

Ірина Мірошник – студентка 2 курсу магістратури НПУ ім. М. П. Драгоманова

Наведено загальні відомості про космічні промені, обговорено методи реєстрації КП в атмосфері.

Ключові слова: Космічні промені, PAMELA, AMS-02.

Термін «космічні промені» був введений на початку 20 ст. Мілікеном. Так було названо потік високоенергетичних частинок, відкритий Гессом. Умовно, космічне випромінювання можна поділити на:

- первинні космічні промені (КП), частинки якого надходять в атмосферу Землі з інших галактик. Мають енергію $E < 10^{16}$ еВ;
- сонячні КП. Джерелом таких частинок є сонячний вітер. Вони не досягають атмосфери Землі і мають енергію в межах $10^3 \text{ еВ} < E < 10^9 \text{ еВ}$;
- вторинні КП. Такі частинки виникають, після зіткнення первинних частинок з атомами в атмосфері Землі;
- земні КП. Частинки які ми можемо зафіксувати на Землі і які складають менше 1% від первинного космічного випромінювання [Ошибка! Источник ссылки не найден., С. 86].

Велика кількість частинок космічних променів (КП) має енергію до 1020 еВ. Основна проблема полягає в тому, що такі частинки дуже рідко потрапляють на землю. Звісно, фізики навчились з цих одиниць та десятків частинок добувати потрібну інформацію. Але зовсім нові можливості відкриває нам вивчення взаємодії цих частинок з атмосферою землі. Адже на даний момент фізика елементарних частинок не далеко просунулась у вивченні взаємодії частинок з надвисокими енергіями [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, С. 471].

Класичні методи ґрунтуються на реєстрації частинок на землі або на непрямих вимірюваннях енергії каскаду частинок, які утворюються після взаємодії КП з атмосферою. Реєстрація вторинних частинок у флуоресцентному світлі є успішним методом для вимірювання ультрависоких енергій частинок [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, С. 86].

Метод реєстрації КП в атмосфері:

Реєстрації КП проводиться за допомогою різних приладів: іонізаційних камер, мезонних телескопів та нейтронних моніторів на Землі. Ідея моніторингу КП в атмосфері за допомогою радіозондів належить професору Вернову, яка була реалізована в 1957 році. На даний момент такий спосіб охоплює широкий діапазон спектру енергій частинок КП.

Довгострокові вимірювання енергії КП в атмосфері проводяться на різних широтах з середини минулого століття і дотепер. До цього часу було здійснено понад 70 000 польотів на повітряній кулі, також було організовано кілька морських експедицій, в яких вимірювали енергію КП в широкому діапазоні [2, С. 471].

Класичні методи ґрунтуються на реєстрації частинок на землі або на непрямих вимірюваннях енергії каскаду частинок, які утворюються після взаємодії КП з атмосферою. Реєстрація вторинних частинок у флуоресцентному світлі є успішним методом для вимірювання ультрависоких енергій частинок.

Реєстрація радіовипромінювання електронів та позитронів у зливі є альтернативною та порівняно новою методикою реєстрації космічних променів. Останнім часом інтерес до цього методу зростає, за рахунок наступних переваг:

- напрямок надходження зливи можна визначити відносно простим шляхом вимірювання часу надходження імпульсу;
- робочий цикл радіоантен не має принципових обмежень, на відміну від флуоресцентних телескопів.

Саме тому проводяться численні дослідження з метою вивчення перспектив застосування радіотехніки у фізиці КП [4, С. 611].

Вимірювання спектру первинного космічного випромінення протягом багатьох років проводилося різними методами: магнітні спектрометри та детектори RICH використовувались для енергій до 1 ТеВ. Результати, які стосуються високоенергетичної частини спектру були отримані завдяки експериментам на повітряних кулях. Однак пізніше було представлено два нових космічних проекти: PAMELA та AMS-02.

PAMELA (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics) – супутник, призначений для вивчення частинок, які входять до складу КП. Його основою є магнітний спектрометр, що складається з постійного магніту і кремнієвого трека. Нижче магнітного спектрометра встановлений електромагнітний калориметр, який є ідентифікатором частинок. (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics) – запуск відбувся в червні 2006 року.

AMS-02 (Alpha Magnetic Spectrometer) – модуль, встановлений на МКС, який дуже схожий на PAMELA, але має надлишкові детектори для ідентифікації частинок. У ньому детектор, який встановлений над постійним магнітом, дозволяє ідентифікувати електрони та позитрони. Метою цього проекту є пошук доказів існування темної матерії. Результати, отримані цим проектом є кроком вперед у порівнянні з результатами попередніх поколінь:

- було розширено енергетичний спектр від сотень MeV до TeV;
- архів отриманих експериментальних даних значно збільшився;
- отримана статистика дозволяє співставити отримані невеличкі невизначеності з невизначеностями у експериментах минулого покоління. (Alpha Magnetic Spectrometer) – травень 2011 року.

CALET (CALorimetric Electron Telescope) – серпень 2015 року.

Основною перевагою останнього проекту є те, що роздільна здатність при дослідженні складає кілька відсотків.

Основною перевагою цих проектів є висока точність вимірювань в інтервалі від GeV до TeV [2, С. 471].

Існує ще багато відомих проектів, таких як: VERITAS, CODALEMA, Tunka, Yakutsk, TREND та ANITA, які досліджують перспективи застосування цифрових радіомасивів для виявлення надвисоких енергетичних частинок, таких як космічні промені та нейтрино [4, С. 675].

Останні покоління детекторів частинок космічних променів принесли і приносять багато захоплюючих результатів. Нові результати сучасних та майбутніх експериментів, ймовірно, допоможуть більш точно пояснити джерело, прискорення та поширення космічних променів.

“Висотне” або “ультра-гамма-випромінювання” вже увійшло у фізику під назвою, яке підкреслює його походження - “космічне випромінювання”. А його відкриття та подальше дослідження зіграло важливу роль для фізики високих енергій та елементарних частинок.

Космічні промені після їх повного вивчення стануть найпотужнішим інструментом атомної та ядерної фізики. Цим і обумовлене неперервне зростання інтересу до даної теми.

Список використаних джерел:

1. Гальпер А.М. Космические лучи. – 2-е изд., исп. и доп. М: МИФИ, 2002. – 86 с.
2. T.J. Dunai, Cosmogenic Nuclides: Principles, Concepts and Applications in the Earth Surface Sciences (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2010. С. 472).
3. THE EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C. Particles and Fields. Zeitschrift fur Physik C. V.15, – No.1-4, 2000. – С.496.
4. Physics of Particles and Nuclei. – V.34. – No. 3, 2003. – P. 285-347 (ЭЧАЯ. – Т.34, №3, 2003. – С.565-678).

METHODS OF REGISTRATION OF COSMIC RAYS

Miroshnyk Iryna – 2nd year student of master's program NPDU

Provides general information about cosmic rays, discusses methods of recording cosmic rays in the atmosphere.

Key words : Space Rays, PAMELA, AMS-02.

ВІДКРИТТЯ ПЛАНЕТ, НА ЯКИХ МОЖЛИВЕ ЖИТТЯ

Наталя Дерманська – студентка 3 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М.П. Драгоманова

У роботі зроблено огляд найвідоміших минулих, теперішніх і майбутніх місії з пошуку та вивчення екзопланет. Також зроблено огляд, якими мають бути планети придатні для життя.

Ключові слова: екзопланети, зона, придатна для життя, життєпридатність планети, космічна обсерваторія.

Про актуальність відкриття екзопланет та подальше їх дослідження можна говорити довго. Від можливості контакту із собіподібними до справжнього науково-технічного виклику: тераформування придатних для цього планет, та заснування галактичних імперій. Але враховуючи, що зараз ми не маємо змоги відвідати потенційно придатні для життя планети, або зв'язатися з їх ймовірними жителями, можемо висловити тільки своє бачення щодо актуальності даних досліджень. Ще в ученні Анаксимандра мислителя VI століття до Н. Е., є певний здогад про можливість виокремлення з «апейрону» понад одного світу [1]. Думки про те, що ми можемо покинути Землю й оселитися деінде хвилювали й збурювали уяву не одного покоління науковців. Враховуючи, що з часом ідеї науковців знаходили матеріальне втілення, а у 1992 році було відкрито першу екзопланетарну систему – мрії про позаземний дім стали набагато ближчими.

Сьогодні є три найбільші проекти, що присвячені відкриттю та вивченню екзопланет. Це – орбітальний телескоп Kepler (2009 – 2018 р.р.), космічний телескоп TESS (2018- теп. час) та космічна обсерваторія Cheops (2019 – теп. час.).

Телескоп Кеплер був виведений на навколосонячну орбіту, на відстань 1а.о., з періодом 372,57 діб. Таким чином він фактично повторює шлях Землі, але дещо відстає від неї. Це незвичне місце спостережень було вибрано відносно основної задачі: пошук екзопланет транзитним методом. 1,4 – метровий рефлектор направили на ділянку неба біля межі сузір'їв Лебедя та Ліри й утримували в одному положенні впродовж 4 років. Після того, як два гіроскопи з чотирьох вийшли з ладу, вченим вдалося продовжити місію, але для цього довелося «відвернути» телескоп від запланованого напрямку та направляти його у різних напрямках близьких до екліптики [2]. У 2018 році NASA оголосили, що телескоп вичерпав запаси пального й залишиться на стабільній орбіті далеко від Землі. За 9 років місії телескопом було відкрито близько 3000 екзопланет. Нещодавно студентка університету Британської Колумбії Мішель Кунімото провела аналіз зашумлених даних й «вручну» відкрила ще 17 екзопланет, які не були виявлені при автоматичній обробці даних.

Телескоп TESS прийшов на заміну Кеплера. Більш сучасний, єдиний науковий інструмент TESS — сформований з чотирьох ширококутних CCD-камер. Кожна камера має 16,8 мегапіксельний детектор із низьким споживанням енергії та низькими шумами, який розроблено в лабораторії Лінкольна. Кожна камера має поле зору $24^\circ \times 24^\circ$, а також ефективний діаметр 100 мм, систему лінз із семи оптичних елементів, смуговий діапазон від 600 до 1000 нм.

Протягом двох років телескоп виконає огляд 26 секторів неба розміром $24^\circ \times 96^\circ$ (рис.1) з метою виявлення раніше невідомих транзитних екзопланет поблизу найближчих та найяскравіших зір [3].

Зараз телескопом відкрито три екзоплаєтети, але жодна з них не знаходиться в «зоні придатній для життя».

Cheops – це перша європейська спеціалізована місія, яка має на меті не стільки відкриття нових екзопланет, скільки дослідження вже відомих. Тепер ми маємо унікальну можливість з більшою точністю визначати радіуси відомих екзопланет в діапазоні від супер-Земель до аналогів Нептуна, для яких вже є оцінки маси, що були зроблені на основі наземних спектроскопічних спостережень. А це вже дає змогу з більшою точністю визнати їх густину, а значить робити висновки про склад й зрозуміти чи перед нами кам'яниста планета, чи в її складі переважно вода (або лід).

Найбільше місія зосереджена на зорях 12-ї величини. Окремим розділом дослідів стануть екзосупутники. Їх шукатимуть за відхиленням моментів входу планети на зоряний диск та сходу з нього, що викликаний їх гравітаційним впливом на екзопланету.

Сам апарат важить близько 58 кг. Головним науковим інструментом «Хеопса» є оптичний телескоп системи Річі—Кретьєна з діаметром дзеркала 32 см. Хвильовий діапазон інструменту — 400-1100 нм [2].



Рис. 1. Схема секторів неба для досліджень телескопом TESS

Нині дуже часто, передовиці публікують щось на кшталт: «Знайдено ще 56 претендентів на «другу Землю»», при цьому маючи на увазі, що знайдені екзопланети знаходяться у зоні, придатній для життя. Зона, придатна для життя (habitable zone, HZ) – це умовна область в космосі, визначена розрахунками, щоб умови на поверхні планет, що в дану зону входять, будуть близькими до умов на Землі й що там є вода в рідкому стані. Галактична зона, придатна для життя (GHZ) – ідея полягає в тому, що не всі місяця в галактиці однаково сприятливі для розвитку життя.

На жаль, цього надто мало, щоб стверджувати про можливість існування складного життя на планеті. Адже в Сонячній системі Венера та Марс теж знаходяться в HZ, але Марс – холодний кам'яний світ, а Венера (хоч і дуже подібна до Землі за розмірами) – гаряче пекло. Потрібно також говорити про життєпридатність планети. Звісно, для зародження та існування життя потрібно багато факторів, але виділяють: стабільність зорі, навколо якої обертається планета (часті й сильні спалахи знищуватимуть будь-яку стабільну форму життя), а ще каменисту поверхню та правильну суміш газів. Тиск і температура занадто газоподібної планети будуть надто високими для формування складних молекул типу ДНК. В розрідженій атмосфері атомам знадобиться занадто багато часу, щоб зустрітися, прореагувати й сформувати молекули [4].

Зараз більшість планет це т.з «гарячі Юпітери» - клас екзопланет, що обертаються на відстані менше 0,15 а.о. від материнської зорі й мають масу наближену до маси Юпітера. За сучасними уявленнями ймовірність формування подібних планет так близько до зір досить низька, через нестачу газу й пилу. Вони мали б сформуватися на віддалених орбітах, а потім мігрувати вглиб планетарної системи. Раніше вважалося, що подібна міграція порушує процеси формування землеподібних планет, бо ці гіганти поглинають або розсіюють планетезималі. Але в Університеті Колорадо була створена комп'ютерна симуляція міграції газового гіганта крізь протопланетний диск всередину системи. Область диска 0,25 – 10 а.о., що містить скелясто-льодяний матеріал кількістю 17 мас Землі, розподілений між 80 планетезималями розміром 3500-7000 км і 1200 більш дрібними об'єктами. Сам диск за складом неоднорідний. Всередині – багато заліза, маже

нема води, на периферії навпаки – багато водяного льоду, мало заліза. Період моделювання – 200 млн. років. Саме за такий час в 1/3 випадків в HZ за орбітою газового гіганта формувалася планета земного типу на стабільній орбіті. За розрахунками, ці планети мали формуватися в умовах надлишку води, що свідчить про наявність океанів, де може зародитися життя [5].

З виявленням розумного життя складніше. Сьогодні ми вже маємо публікації дослідів метеоритів, де вчені стверджують, що знаходять в уламках органічні глобули [5]. А де органіка – може зародитися життя. Але складність полягає у тому, що існування цивілізацій подібних нашій обмежене часовими рамками після яких вони мають перейти на іншу стадію розвитку. Й не факт, що вони навіть знаючи про наше існування матимуть за мету налагоджувати контакт [6]. Ми навіть не знаємо як зміниться наше, людське світосприйняття, якщо ми досягнемо технологічної сингулярності. Тому про це лишається тільки мріяти й моделювати, як воно буде.

На останок хочу ознайомити з двома майбутніми місіями з дослідження екзопланет.

PLATO – основна задача якої пошук та характеристика земле подібних екзопланет в HZ. Місія має стартувати в 2026 році, основна місія триватиме 4 роки, протягом яких PLATO вивчатиме 2 протилежні частини небесної сфери (одна перетинається з базовим полем телескопа Kepler, для калі бровки й уточнення вже отриманих даних). PLATO шукатиме планети тим самим методом, що і Kepler, але точність його вимірів буде вищою. В спектр наукових задач також входять: пошук екзосупутників, екзокомет, кілець та акреційних дисків протопланет біля молодих зір. Та найголовніше – астрономи отримають надійний інструмент для виявлення та вивчення властивостей землеподібних об'єктів у HZ.

ARIEL – космічний телескоп, оснащений дзеркалом, діаметром 1 м й зможе вести спостереження як в звичайному, так і в інфрачервоному діапазоні. Орієнтовний час відправки – середина 2028р. За час місії він має дослідити мінімум 1000 екзопланет. Очікують, що він зможе досліджувати хімічний склад газової оболонки екзопланет і виявляти наявність води, вуглекислого газу, метану й інших компонентів. Можливо, телескоп зможе «роздивитися» навіть хмарність, сезонні та добові зміни атмосфери [2].

Список використаних джерел:

1. Виц Б.Б. Демокрит. – М. : Мысль. – 1979. – 212 с.
2. Манько В. Космические обсерватории сегодня и завтра // Вселенная Пространство Время: журнал. – 2018. – №3(163) . – С. 38–45.
3. TESS – космічний телескоп. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: uk.wikipedia.org/wiki/TESS
4. Почему пребывание в обитаемой зоне не делает экзопланеты пригодными для жизни. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: iguides.ru/main/other/pochemu_prebyvanie_v_obitaemoy_zone_ne_delaet_ekzoplanety_prigodnymi_dlya_zhizni
5. Попов С. Что искать и где найти. Классификация внесолнечных планет // Вселенная Пространство Время: журнал. – 2006. – №12(31). – С. 4–23.
6. Букалов А. Жизнь во Вселенной / Вселенная Пространство Время: журнал. – 2005. – №7(14). – С. 16–20.

THE DISCOVERY OF PLANETS WHERE LIFE IS POSSIBLE

Natalia Dermanska – 3rd year student of higher education bachelor's degree NPDU

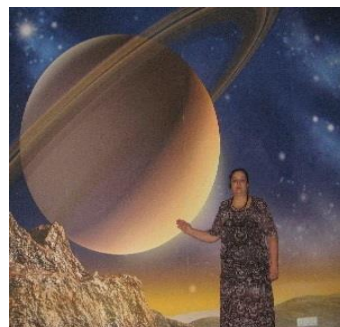
This work gives an overview of the most famous past, present and future missions to find and study exoplanets. It also provides an overview of what habitable planets should be.

Key words: exoplanets, habitable zone, planetary habitability, space observatory.

ДИВНА ПОВЕДІНКА ЧЕРВОНОГО НАДГІГАНТА БЕТЕЛЬГЕЙЗЕ

Надія Почапська – керівник астрономічного гуртка – методист Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді (ОЦТТУМ)

В статті йдеться про значну зміну блиску однієї з найяскравіших зірок нічного неба – червоного надгіганта Бетельгейзе. Якби її розташувати на місці Сонця, то при максимальному розмірі вона б



поглинула всі планети аж до Юпітера. Спостерігати її можна було би хіба що з Сатурна. Протягом зими 2019-2020 років Бетельгейзе суттєво потьмяніла. Як швидко вона вибухне і чим це загрожує землянам?

Ключові слова: Бетельгейзе, надгігант, сузір'я Оріон, зміна блиску, можливість вибуху, спостереження.

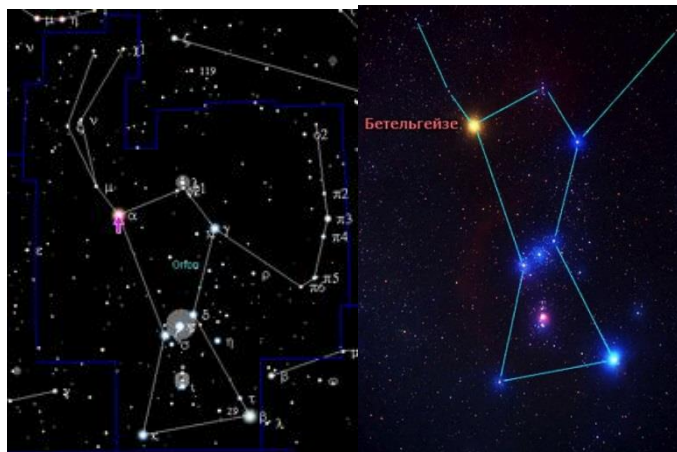


Рис. 1. Положення зорі Бетельгейзе у сузір'ї Оріона

Працюючи понад 40 років в царині зоряної науки, можу запевнити, що Бетельгейзе привердає увагу любителів астрономії, як юних, так і дорослих. Нею цікавляться, її спостерігають, про її можливий вибух розповідають неймовірні історії.

Бетельгейзе – одна з найбільш відомих зірок: її радіус майже в 1400 разів перевищує радіус Сонця. Назва походить з арабської мови, а розташування позначає плече у фігурі небесного мисливця Оріона. Ця яскрава зірка знаходиться на відстані понад 640 світлових років від Землі і відноситься до класу червоних надгігантів. Це молода зоря – їй всього близько восьми – десяти мільйонів років, тоді як Сонцю – 4,5 млрд років. [1].

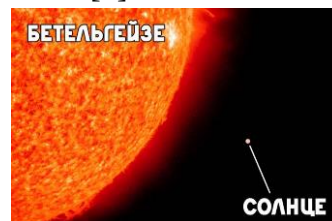


Рис. 2. Знімок поверхні зірки Бетельгейзе триманий за допомогою телескопа ALMA [2]

Фізичні характеристики зорі:

маса - 15 – 20 $M_{\odot}$; радіус - 650 $R_{\odot}$, світність - 40 000 - 100 000 $L_{\odot}$; температура поверхні - 3600⁰ K [1].

Рис. 3. Порівняння об'ємів Сонця та Бетельгейзе



Бетельгейзе (Alpha Orionis, α Ori) — друга за яскравістю зоря в сузір'ї Оріона, десята у списку найяскравіших зір на нічному небі. Разом із Сіріусом (α Великого Пса, $-1,46^m$), та Проціоном (α Малого Пса, $0,38^m$) утворює астеризм Зимовий Трикутник в екваторіальній частині неба та є центром астеризму Зимове Коло [1].

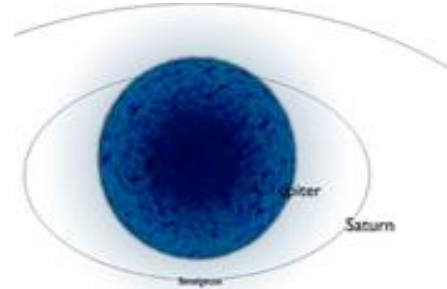


Рис. 4. Зимове коло. Блакитним - Зимовий трикутник

Астеризм— це група зірок, що легко розрізняється на нічному небі та може мати історичну назву [3].

Бетельгейзе — червоний надгігант, її блиск змінюється від $0,2^m$ до $1,2^m$ та в середньому становить близько $0,7^m$ [1]. Її об'єм щонайменше в 160 млн разів перевищує сонячний. Один оберт навколо своєї осі вона здійснює за 17 років.

Рис. 5. Якби Бетельгейзе розташувати на місці Сонця, то в мінімальному розмірі вона заповнила б орбіту Марса, а в максимальному — досягала б орбіти Юпітера [1]



Історія спостережень

Червоний колір Бетельгейзе був помічений ще в часи античності: про нього, згадував давньогрецький вчений Клавдій Птолемей. Цікаво, що за три століття до Птолемея астрономи Давнього Китаю визначали колір зорі, як жовтий. У XIX столітті, до появи сучасної системи класифікації зір, італійський астроном, священник Анджело Секкі у своїй класифікації відніс Бетельгейзе до III класу зір (помаранчеві та червоні гіганти).

Вперше зміна блиску Бетельгейзе була описана Джоном Гершелем у його праці «Нариси з астрономії» (1849 р.). Вчений спостерігав цикли зміни блиску Бетельгейзе у 1836—1852 роках та описав максимуми блиску у 1837 та 1839 роках, коли вона стала яскравішою за Рігель. У записах Американської асоціації спостерігачів змінних зір (AAVSO) зафіксовано максимум яскравості $0,2^m$ у 1933 та 1942 році, та мінімум $1,2^m$ у 1927 та 1941 роках.

Бетельгейзе стала першою після Сонця зорею, для якої було отримано зображення диска та плям на ньому: спочатку за допомогою телескопів Stratoscope. пізніше, у 1997—2000 роках, телескопом COAST [1].

Коли найкраще спостерігати Бетельгейзе

Ця зоря входить у велике яскраве і цікаве сузір'я Оріон. Сузір'я Оріон та зоря Бетельгейзе найулюбленіші для юних астрономів ОЦТТУМ об'єкти спостережень на зимовому зоряному небі. У північній півкулі, починаючи з грудня Бетельгейзе піднімається над горизонтом у східній стороні неба після заходу Сонця. В наших помірних широтах її гарно видно з середини грудня до середини березня. В цей час вона видима практично в кожній точці земної кулі, за винятком південних широт 82° - 90° . У травні – червні зорю в північній півкулі можна спостерігати низько на західному горизонті після заходу Сонця; від середини серпня її видно у передсвітанкові години, та це не зручний час для спостережень. У червні-липні Бетельгейзе ховається в денному світлі й невидима для неозброєного ока.

Рис. 6. Бетельгейзе на діаграмі Герцшпрунга-Рессела



Ця зоря - червоний надгігант - еволюціонувала від зорі класу O головної послідовності до класу червоних надгігантів M2. Із фізичних характеристик зорі (розміру, спектрального класу, кольору) видно, що Бетельгейзе перебуває на завершальній стадії еволюції. Згодом вона завершить своє існування спалахнувши як наднова [4]. Можливо, перетвориться на білого карлика. Варіанти

залежать від маси та інших фізичних параметрів цієї зорі [1].

У разі спалаху зоря може збільшити свою яскравість до -9^m , що приблизно дорівнює яскравості півмісяця. Після вибуху на небі спалахне найяскравіша з усіх зірок. Триватиме це «зоряне шоу» приблизно місяць. На рівні блиску Місяця вибух Бетельгейзе довго не протримається, але неозброєним оком його буде добре видно, кажуть астрономи. Однак після вибуху цей яскравий об'єкт «згасне настільки сильно, що ми його вже не здатні будемо бачити». Астрономи твердять, що «сьогодні на озброєнні у людства вже є прилади, які зможуть зафіксувати початок цього вибуху приблизно за тиждень до його максимального спалаху» [5].

На самопочутті землян вибух Бетельгейзе ніяк не позначиться. Вибух можна порівняти з потужними спалахами на Сонці, які відбуваються раз у 2-3 роки, коли ніякого зв'язку зі здоров'ям населення Землі не спостерігається.

Швидше вибух Бетельгейзе торкнеться тих, хто літає над атмосферою Землі. Ця космічна подія може вивести з ладу тонку електроніку. Особливо буде неприємно тим, хто працює на МКС: їх чекає сильна доза радіації. Після вибуху блиск поступово спадатиме, що зробить зорю невидимою неозброєним оком. За кілька століть на місці плеча Оріона з'явиться туманність [5].

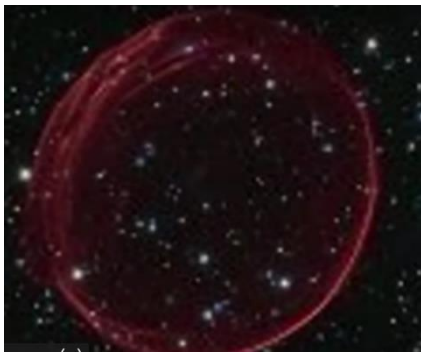


Рис. 7. Планетарна туманність, яка утвориться на місці Бетельгейзе після її вибуху

Рис. 8. Взимку 2019-2020 рр. яскравість Бетельгейзе була мінімальною за 50 років спостережень [6].

У всьому світі астрономи - від аматорів до вчених-грандів - дивляться у телескопи, щоб побачити унікальне за космічними мірками явище. Вважають, що Бетельгейзе - одна з найяскравіших для земних спостерігачів зірок - вибухне. Хоча астрономи і раніше знали, що Бетельгейзе, врешті-решт, вибухне, нещодавні зміни у її поведінці здивували фахівців.



Чому вчені вважають, що Бетельгейзе вибухне?

Бетельгейзе вже вважають приреченою зіркою. Те, що вона вибухне, лише питання часу. Їй всього 8-10 млн років, але Бетельгейзе надто швидко витрачає своє ядерне паливо. Крім того, ця зоря пульсує, тобто суттєво змінюється у діаметрі - від 550 до 920 діаметрів Сонця. "Такі характеристики властиві кандидатам у наднові, - розповів професор астрономії з університету Ноттінгема Трент Деніел Браун. - Поточні сценарії передбачають, що за астрономічним масштабом часу це може статися у будь-який момент. Тобто у найближчі 100 тисяч років" [6].

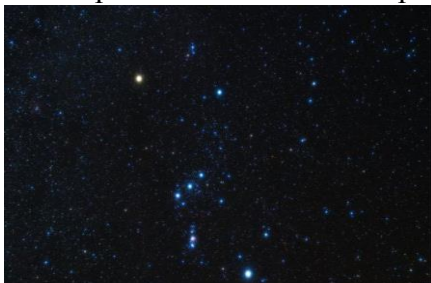


Рис. 9. То чи стане Бетельгейзе надвною у найближчому майбутньому?

Настільки швидка втрата яскравості свідчить про те, що час зірки добігає кінця. Проте вчені також добре знають, що Бетельгейзе є змінною зіркою. Якщо спостерігати такі зірки з Землі, то їх яскравість змінюється, - розповіла астрофізик з Йоркського університету Емілі Брундсен.

"Ніщо не вказує на швидкий вибух Бетельгейзе. Проте, у нас ніколи не було можливості спостерігати за процесами, що призводять до появи наднової, так що завжди є ймовірність, що вибух станеться", - додає вона [6].

Що станеться під час вибуху?

Вибух наднової є потужним і яскравим видовищем, під час якого викидаються величезні обсяги енергії.

Рис. 10. Вибух Бетельгейзе може бути яскравішим за Місяць, і його буде видно навіть вдень [6]

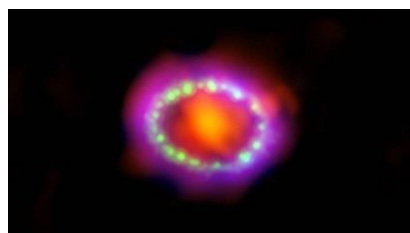


Це явище не залишиться непоміченим, тим більше, якщо врахувати, що воно станеться "неподалік" від Землі.

"На кілька днів Бетельгейзе стане такою ж яскравою, як Місяць. Її буде видно навіть удень", - каже Деніел Браун. Яскраве світіння триватиме кілька місяців [6].

Ми в небезпеці?

Рис. 11. Вибух наднових супроводжується величезною руйнівною силою. Наприклад, якби вибухнуло Сонце, це знищило б усю Сонячну систему, кажуть астрономи



У 1987 був зафіксований вибух наднової зірки SN 1987A. За словами вчених, в минулому через вибухи зірок температура Землі підвищувалася. Крім цього, вибухи можуть пошкодити озоновий шар, який захищає планету від згубної сонячної та космічної радіації. Добре, що наше Сонце надто маленьке, щоб вибухнути, як Бетельгейзе, хоча через два мільярди років, як очікується, воно збільшиться і проковтне Меркурій, Венеру та Землю [6].

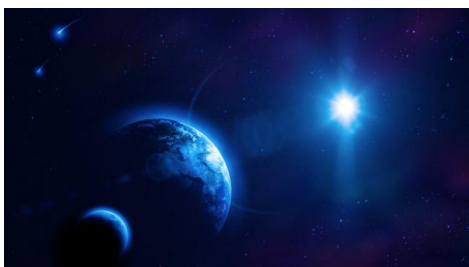


Рис. 12. Земля розташована на безпечній відстані від Бетельгейзе

"Можна було б говорити про потенціальну проблему, якби відстань була менша за 50 світлових років", - пояснює Деніел Браун [6]. Вчені твердять, що поява наднової не несе загрози. "Зірка розташована у сузір'ї Оріон, а це приблизно на відстані у 700 світлових років від Землі. Потрібно шість мільйонів років, перш, ніж вибухова хвиля та уламки досягнуть Сонячної системи.

В чому унікальність наднової Бетельгейзе?

Поява наднової у нашій галактиці - Чумацькому шляху - вкрай рідкісне явище. Востаннє його спостерігали у 1604 році. Вибух стався за 13 тисяч світлових років від Землі, що у 20 разів більше відстані до Бетельгейзе. Її назвали надновою Кеплера - на честь німецького астронома, який її відкрив.

У 1987 р. зафіксований спалах наднової, яку можна було бачити неозброєним оком. Вона отримала назву SN 1987A, розташована у Великій Магеллановій Хмарі у 168 тисячах світлових років від Землі. Попри величезну відстань, це був найяскравіший вибух наднової після відкриття Кеплера. «Бетельгейзе дає нам можливість спостерігати за тими процесами, які відбуваються після смерті зірки, і краще розуміти Всесвіт», - каже Емілі Брундсен. "Якщо вона вибухне зараз, то астрономи будуть завалені роботою, адже доведеться переглянути наші уявлення про зірки. Але це буде дуже захопливо" [6].

Чому так важко передбачити, коли зірка перетворить на наднову?

Хоча за всю історію спостережень смерть зірки фіксували і документували кілька разів, прискіпливо за цим процесом не стежили. Поки про себе не заявила Бетельгейзе.

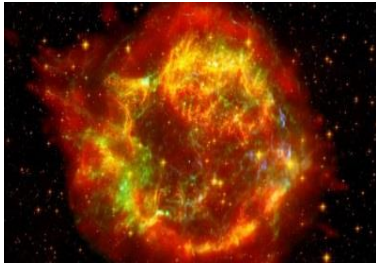


Рис. 13. Вибух наднових супроводжується величезною руйнівною силою [6]

Хоча 700 світлових років є величезною відстанню, за астрономічними мірками зірка розташована "по сусідству" із Сонячною системою. Це одна з небагатьох зірок, крім Сонця, поверхню якої можна роздивитися в деталях. Її вибух дав бивченим унікальну можливість ретельно вивчити це явище. А всі решта можуть насолодитися фантастичним видовищем у зоряному небі.

Падіння яскравості ще не остаточний доказ перетворення зірки в наднову, проте є переконливою ознакою цього процесу, який буде супроводжуватися вибухом неймовірної потужності з виділенням величезної кількості енергії [7].

Вибухова зірка. Чому Бетельгейзе перестала гаснути і що з нею буде?

Вчені заявили, що період незвичайного згасання Бетельгейзе закінчився [8]. Астрономи з США підтвердили, що зірка Бетельгейзе перестала стрімко згасати. Чи значить це, що незабаром вона може вибухнути і перетворитися на наднову? Іноді це свідчить про швидку смерть зірки і появу надрової, тому інтерес до Бетельгейзе був особливо високим. Астрономи з США, які першими повідомили про зміну яскравості Бетельгейзе, заявили, що зірка перестала тьмяніти [8].

Астрономи припускають, що червоним супергігантом Бетельгейзе стала тільки в останні 100 тис. років. Ймовірно, за час свого розвитку вона вже втратила близько 10 сонячних мас і продовжує втрачати близько однієї маси Землі на рік. У звичайному стані Бетельгейзе приблизно в 100 тис. разів яскравіше, ніж Сонце. Ця зірка дуже швидко спалює свої запаси водню, тому її життя дуже коротке — до 10 млн років.

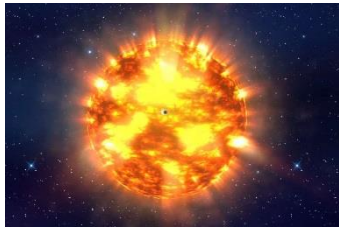


Рис. 14. Тобто, астрономи не виключають варіантів, що найближчим часом Бетельгейзе може вибухнути [7]

Враховуючи, що стан червоного супергіганта — це остання стадія життя Бетельгейзе, деякі сприйняли незвичайні зміни яскравості зірки за перші ознаки її швидкої смерті та перетворення у наднову.

Коли вибухне Бетельгейзе і що це означає для нас?

Через надзвичайно велику відстань до червоного супергіганту, навіть його вибух не сильно вплине на нашу планету.

Рис. 15. Якщо вісь Бетельгейзе в момент вибуху буде направлена в сторону Землі, то до нас направиться потік гамма променів та інших часточок, які можуть викликати сильне полярне сяйво [8]



Ймовірно, що при переході до надрової Бетельгейзе перетвориться на нейтронну зірку.



Рис. 16. Астрономи не очікують вибуху найближчим часом і пояснюють зміну яскравості зірки охолодженням її поверхні або викидами зоряного пилу уздовж лінії спостереження з Землі

Спостереження, які ми проводили з другої половини лютого і до початку квітня 2020 р., а також співставляли з даними наукових астрономічних обсерваторій, показують, що зірка почала світити як і раніше [8].

Про вибух зорі вчені дізнаються зарання, так як перед вибухом, щонайменше за тиждень, зоря викидає у космос величезну кількість нейтрино. Спеціальні нейтринні детектори, встановлені в США, Японії і навіть в Антарктиді, моментально зафіксують їх, так як всесвіт прозорий для нейтрино, їх швидкість близька до швидкості світла, а головне, вони пролітають без втрат потужності сигналу [9]. До вибуху Бетельгейзе може пройти ще від 10 до 100 тис. років [9].

Список використаних джерел:

1. Бетельгейзе – Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Бетельгейзе>
2. Астрономи отримали найбільш чіткий знімок зірки Бетельгейзе. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dt.ua/TECHNOLOGIES/astronomi-otrimali-naybilsh-chitkiy-znimok-zirki-betelgeyze-246805.html>
3. Зимове Коло. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зимове_Коло
4. Астрономія- Діаграма Герцшпрунга- Рессела. Електронний ресурс. Режим доступу: https://my-astronomy.ucoz.ua/index/diagrama_gercshprunga_ressela/0-23
5. Вибух Бетельгейзе виведе з ладу електроніку. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://ukurier.gov.ua/uk/news/vibuh-betelgeyze-vivede-z-ladu-elektroniku/>
6. Зірка Бетельгейзе, очевидно, готова вибухнути. Чому вчені так радіють? Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-51269086>.
7. Вчені спрогнозували потужний вибух зірки в небі: коли він станеться. <https://apostrophe.ua/ua/news/society/2019-12-30/uchenye-sprognozirovali-moschniy-vzryiv-zvezdyi-v-nebe-kogda-on-proizoydet/1843928>
8. Вибухова зірка. Чому Бетельгейзе перестала гаснути і що з ею буде. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://nv.ua/ukr/techno/popscience/vibuh-betelgeyze-vcheni-opublikovali-nove-doslidzhennya-50071010.html>
9. Ученые рассказали об опасности звезды Бетельгейзе для спутников и космонавтов. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://iz.ru/981103/2020-02-28/uchenye-rasskazali-ob-opasnosti-zvezdy-betelgeize-dlia-sputnikov-i-kosmonavtov>

STRANGE BEHAVIOR OF THE RED SUPER-GIANT BETELGEUSE

Nadiya Pochapska – head of the astronomical circle - methodologist of the Vinnytsia regional center of technical creativity of student youth (RCTCSY)

The article is about a significant change in the brilliance of one of the brightest stars of the night sky - the red super-giant Betelgeuse. If it were to be positioned on the Sun, then at maximum size it would absorb all the planets down to Jupiter. It could be observed only from Saturn. During the winter of 2019-2020, Betelgeuse significantly dimmed. How quickly does it explode and what threatens earthlings?

Key words: Betelgeuse, supergiant, constellation Orion, change of light, possibility of explosion, observation.

ПОГЛЯДИ ЛЮДСТВА НА ВСЕСВІТ І ВЕЛИКИЙ ВИБУХ. БАЧЕННЯ СТІВЕНА ХОКІНГА ТА ЙОГО ТЕОРІЯ

Анастасія Пучко – студентка 2 курсу СВО магістра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Описано погляди людства на Всесвіт та теорію Великого Вибуху. Коротко розглянуто біографію Стівена Хокінга та його теорію виникнення Всесвіту.

Ключові слова: Всесвіт, Великий Вибух, космос, зорі, гарячий Всесвіт.

В усьому світі, з давніх часів, люди цікавилися: як з'явилося життя, звідки і коли з'явився Всесвіт, з чого він виник, як він розвивається. Різні вчені і філософи намагалися зрозуміти і пояснити це явище. В давнину існувала думка, що у центрі Всесвіту знаходиться Земля, а Сонце, Місяць і зорі рухаються навколо неї. Люди уявляли, що Земля плоска. Тільки, згодом, з розвитком науки, появою телескопів вчені виявили, що у світі існують інші планети, що у планет є супутники, які рухаються за законами фізики, що Молочний шлях далеко не єдина галактика у космічному просторі. І в результаті, завдяки спостереженням фізичним законам дійшли висновку про те, що Земля кругла. І, тільки, в минулому столітті з появою електронного телескопу, завдяки розвитку космонавтики вчені отримали змогу досліджувати виникнення Всесвіту (рис. 1).

Одним з багатьох дослідників був відомий астрофізик Стівен Хокінг (рис. 2). Він запропонував свою модель Всесвіту. Стівен Хокінг також зміг висунути своє бачення на Всесвіт і пояснити процеси що в ньому відбувається.

Стівен Хокінг народився в Оксфорді, Великобританія. З самого дитинства він був дуже допитливим, за що і отримав прізвисько Ейнштейн. Навчався в Оксфордському університеті, потім перейшов до Кембриджу, для подальшого спеціалізування в області космології. Улюбленою стихією Стівена Хокінга була космологія і квантова гравітація. Він першим помітив, що чорні діри можуть зникати, тобто випаровуватися. У 1960-х Хокінг працював над загальною теорією відносності. Навчався в Оксфордському університеті, отримав ступінь доктора філософії з дисертацією на тему: «Властивості розширення Всесвітів», за яку уже в 24 роки отримав доктора наук. А в 1979 році став професором математики. Попри важку хворобу (параліч) вчений жив повноцінним життям, читав лекції для студентів, влаштував особисте життя та постійно займався науковими дослідженнями [3, 4, 5].



Рис. 1. Зоряне небо

В 1988 році Стівен Хокінг написав, найвідомішу з своїх книжок – «Коротка історія часу», по якій, потім, зняли фільм. В цій книзі він зміг пояснити, зрозумілою для людей мовою, як зародився наш Всесвіт. Вона стала світовим бестселером та за 20 років була розпродана в кількості 20 млн примірників. Крім цієї книги Хокінг, також, написав такі книги: «Чорні діри і молоді Всесвіти» (1993 рік), «Світ у гороховій шкарлупці» (2001 рік), «Велике, мале і людський розум» (2012 рік) та у 2006 разом зі своєю дочкою Люсі

випустив книжку для дітей «Джордж і таємниці Всесвіту». Крім написання книг, з'являвся образ Стівена Хокінга в серіалах «Сімпсони», «Зоряний шлях», «Теорія усього», та «Теорія Великого Вибуху», в якому він зіграв сам себе. Взяв участь у записі альбому культового рок-гурту Pink Floyd. Також, за своє життя він зібрав чимало нагород: у 1974 році став членом Лондонського королівського товариства, у 1979 став Лукасовським професором математики, у 1982 був удостоєний звання командора ордена Британської імперії та з 1992 був членом Американської академії наук [3, 5].



Рис. 2. Стівен Хокінг

Стівен Хокінг намагався розібратися з питанням: Що було до Великого Вибуху? І почав він з того, що запропонував відмотати час, приблизно, на 13,7 млрд років назад. Так він вважав, що до Великого Вибуху Всесвіту не існувало, а він сам був розміром з атом (рис. 3). "Гранична умова Всесвіту ... полягає в тому, що у неї немає меж", - сказав Хокінг. Він пропонує "перемотати назад" розвиток Всесвіту. "Так як ви рухаєтеся назад в часі, для вас Всесвіт стискається. Перемотайте досить далеко (близько 13,8 мільярдів років), і весь Всесвіт стиснеться до розміру одного атома", - сказав Хокінг. Усередині цієї надзвичайно маленької, масивної, щільної плями теплота і енергії, закони фізики і часу, як ми їх знаємо, перестають функціонувати.



Рис. 3. Великий Вибух

За теорією Хокінга, це означає, що Всесвіт буквально не існував до Великого Вибуху. Згідно з моделлю Хартла-Хокінга до Великого вибуху весь Всесвіт був стиснутий до мінімального розміру. Цей крихітний, але надмасивних згусток тепла і енергії вчені називають космологічна сингулярність. Хокінг розвинув і допрацював так звану «Теорію всього» або М-теорію, запропоновану в 1990-х роках ученим Едвардом Віттені. Вона є відгалуженням теорії струн. Відповідно до цієї теорії, все у Всесвіті

складається не з матеріальних частинок (кварків, бозонів і інших), а з багатовимірних мембран, які по суті своїй не є матерією, а енергією. Оскільки мембрани мають безліч вимірів. Нещодавно група вчених виявила сліди найперших зірок у Всесвіті. Ці зорі утворилися всього через 180 мільйонів років після появи Всесвіту [1, 2].

Колись у минулому (приблизно 13,7 мільярда років тому) відстань між сусідніми галактиками, певно, дорівнювала нулю. Густина Всесвіту й кривизна простору-часу були тоді, либонь, нескінченними. Цей момент ми називаємо Великим Вибухом. Усі наші космологічні теорії засновані на припущенні, що простір-час гладенький і майже плоский. Це означає, що всі дані теорії порушуються в момент Великого Вибуху, адже простір-час нескінченної кривизни важко назвати майже плоским! Події, які передували Великому Вибуху, не можуть мати жодних наслідків для нас, а отже, під час створення наукової моделі Всесвіту їх можна не брати до уваги. Вважають, що в момент Великого Вибуху Всесвіт був аж занадто гарячим. Мірою того, як він розширювався, температура випромінення знижувалася [6].

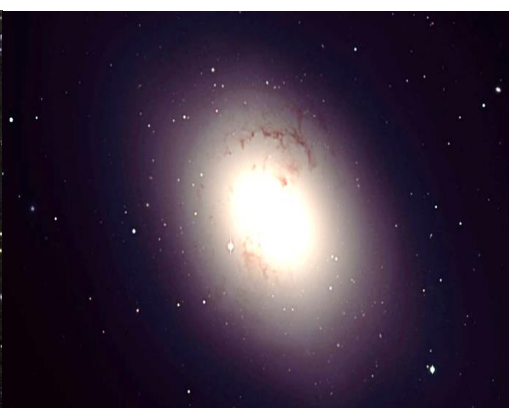


Рис. 4. Обертова спіральна галактика Рис. 5. Еліптична галактика

Приблизно за сто секунд після Великого Вибуху Всесвіт охолонув до одного мільярда градусів – температури надр найгарячіших зір. У цих умовах енергії протонів і нейтронів було вже недостатньо для подолання сильної ядерної взаємодії, і вони почали зливатися, утворюючи ядра дейтерію (важкого водню), близько чверті протонів і нейтронів об'єдналося в ядра гелію, причому зберігалася якась децима важкого водню та інших елементів. Нейтрони перетворилися на протони – ядра звичайних атомів водню [6].

Картину первісного гарячого Всесвіту вперше запропонував Джордж Гамов у відомій праці, яку він написав 1948 року в співавторстві зі своїм учнем Ральфом Альфером. Лише через кілька годин після Великого Вибуху завершилося формування ядер гелію й деяких інших елементів. Коли розміри регіону Всесвіту ставали досить малими, його обертання пришвидшувалося. Також утворилися обертові спіральні галактики. Інші регіони Всесвіту стали овальними об'єктами, що їх називають еліптичними галактиками [6] (рис. 4 і рис. 5).

Так що вчений, Стівен Хокінг, який спочатку втратив здатність ходити, а потім і говорити не втратив бажання та наполегливості далі жити звичайним життям і займатися улюбленою справою. За своє життя він написав багато книг, знявся в серіалах і кліпі відомої групи та був удостоєний багатьох нагород. А найголовніше: він зміг зрозумілою для простих людей, мовою пояснити як виник Всесвіт і що спричинило Великий Вибух.

Список використаних джерел:

1. Физик Стивен Хокинг рассказал о событиях до Большого взрыва [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://techno.nv.ua/fizik-stiven-khokinh-rasskazal-o-sobytiyakh-do-bolshoho-vzryva-2455392.html>.

2. Как Стивен Хокинг изменил наше представление о Вселенной [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eg.ru/tech/science/484147/>.
3. Життя вченого та досягнення великих таємниць Всесвіту [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.unian.ua/science/10041254-pomer-stiven-hoking-zhittya-vchenogo-ta-osyagnennya-velikih-tayemnic-vsесvitu-foto-video.html>.
4. Яким був Стивен Хокінг: життя видатного фізика у фотографіях [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://24tv.ua/techno/stiven_hoking_pomer_foto_z_zhittya_vidatnogo_fizika_hokinga_n938114.
5. Стивен Хокінг: біографія геніального вченого [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://znai.ua/society/stiven-hoking-biografiya-vchegono>.
6. Хокінг С. Коротка історія часу / С. Хокінг, Л. Млодінов. – Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2017. – 160 с.

THE VIEWS OF MANKIND ON THE UNIVERSE AND THE BIG BANG. STEPHEN HAWKING'S VISION AND HIS THEORY

Anastasia Puchko – 2nd year student of master's program NPDU

Describes the views of humanity on the universe and the Big Bang theory. A brief review of the biography of Stephen Hawking and his theory of the emergence of the universe.

Key words: Universe, Big Bang, space, stars, hot Universe.

СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ВЕЛИКОМАСШТАБНУ СТРУКТУРУ ВСЕСВІТУ

Наталія Коржан – студентка 2 курсу СВО магістра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Розглянуто будову Всесвіту, його походження та структуру. Сучасні погляди на Всесвіт, а також роздуми щодо вагомого значення вивчення цієї великомасштабної структури для нашого світу.

Ключові слова: Всесвіт, галактика, Земля, зоря, система, скупчення, структура, уявлення.

Однією з найзагадковіших на сьогоднішній день наук є астрономія. У ній дуже багато питань на які ми досі шукаємо відповіді. Одним з таких глобальних питань – це питання про виникнення і розподілення різних форм матерії нашого Всесвіту. Коли з моменту Великого Вибуху протоматерія почала формуватися у зорі, галактики, які ми можемо спостерігати сьогодні?

Сучасні методи астрономії дозволяють вивчати Всесвіт на великих відстанях, масштаби яких важко навіть уявити. Від найбільш віддалених об'єктів світло, яке розповсюджується зі швидкістю 300 000 км/с, йде до нас десятки мільярдів років, що виявляється спів розмірним з віком більшості у Всесвіті. Звідси випливає що спостерігаючи деякі галактики, ми можемо ніби заглянути в далеке минуле Всесвіту і скласти собі визначене представлення про її еволюцію. На рис.1 зображено порядок деяких об'єктів Всесвіту, масштаби яких утворюють геометричну прогресію: кожен наступний квадрат відповідає збільшенню лінійних розмірів об'єктів приблизно у 1000 разів.

Почнемо з масштабу в 500 тис. км. У «вікно» такого розміру можна побачити найбільш знайому систему двох тіл – Землю та її супутник Місяць. Змінивши масштаб у 10 разів, отримаємо відстань в мільйони кілометрів.

У таке «вікно» можна побачити Сонце та ряд цікавих утворень в його атмосфері. Ще у 10 разів більше «вікно» дозволить спостерігати Сонце разом з далеко розповсюдженою його короною (рис. 1а). Квадрат зі стороною у 100 млн км охоплює Сонце разом з найближчою до нього планетою – Меркурієм. Орбіта Венери трошки не

поміщається в ньому. Квадрат зі стороною в мільярд кілометрів (рис. 1 б) охоплює орбіти всіх планет до Марса та багатьох малих планет – астероїдів.

Змінивши масштаб ще у 10 разів, наблизимося до границь Сонячної системи і досягнемо орбіт Нептуна та системи Плутон - Харон. Відстані між зорями настільки великі, що тільки при масштабах в сотні трильйонів кілометрів ми зможемо охопити Сонце разом з найближчими до нього зорями, включаючи систему α Центавра. Далі не зручно користуватися кілометрами. Масштаб 10^{13} км майже відповідає світловому року, тобто шляху, який проходить світло за один рік, а приблизно три світлових роки утворюють важливу в астрономії одиницю довжини – парсек. Відстань до найближчої зорі в системі α Центавра складає 1,3 пк. Масштаб в один світловий рік спів розмірний з газовою туманністю, яка виникла навколо зорі (рис. 1 в), а відстань в сотні і тисячі світлових років відповідає скупченням зір і великим газопиловим туманностям, з яких ці зорі, як правило, виникають (рис. 1 г). Далі квадрат зі стороною в тисячі і мільйони парсеків, поступово переходимо до найважливіших структурних одиниць Всесвіту – галактикам (рис. 1 д), групам і скупченням галактик (рис. 1 е).

Місцева група галактик – сукупність галактик, до якої належить наша Галактика.

Розміри: радіус приблизно 3 млн. світлових років. Інші групи галактик віддаленні на відстані вдвоє чи втричі більші [2].

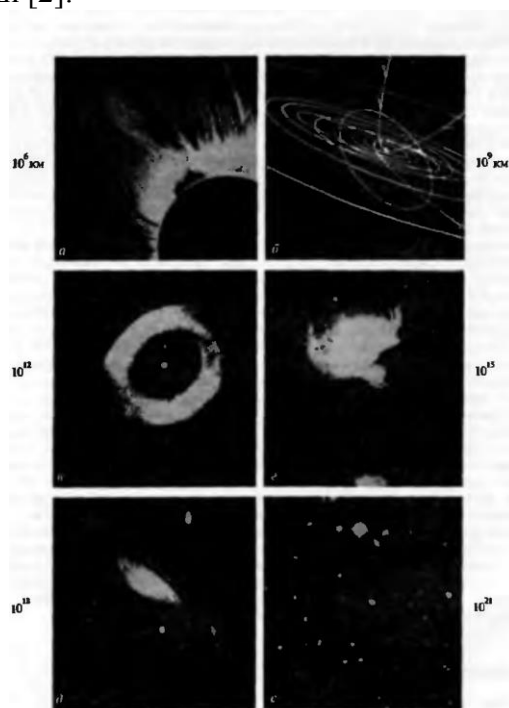


Рис.1. Просторові масштаби Всесвіту. Сторона квадрату а порядку млн. км, а кожного наступного – у 1 000 разів більше [1]

До неї належать:

туманність Андромеди (найбільша з групи), (відстань 2,3 млн. св. років), (ядро $m=4m$).

М33 (Спіраль в трикутнику) (спіральна галактика, третя за розміром, друга – Молочний шлях) ($m=6m$)

Молочний шлях

Велика Магеланова Хмара (поблизу нашої Галактики), (170 тис. св. років).

Мала Магеланова Хмара (210 тис. св. років).

Інші галактики (еліптичні і неправильні галактики, а також деяка кількість карликових сферичних галактик, що нагадують ізольовані шарові скупчення). Ці карликові галактики такі малі, що на відстанях, більших за відстань до Андромеди,

виявити їх дуже складно. Тому загальна кількість їх невідома. Чотири невеликих еліптичні галактики (NGC 221, 205, 185 і 147) є супутниками галактики М31, а Магеланові хмари і різні карликові галактики – супутники нашої Галактики. Таким чином місцева група не має центрального згущення, а складається з двох підгруп, сконцентрованих навколо двох найбільш масивних її представників Андромеда і Молочний шлях.

Скупчення Галактик – група галактик, зв'язаних взаємним гравітаційним тяжінням. Просторовий розподіл галактик нерівномірний: вони мають тенденцію збиратися при відстанях порядку мільйонів світлових років. Скупчення галактик мають багато форм [3].

Сферичні, симетричні, неправильні, можуть мати декілька галактик, можуть мати тисячі галактик, можуть мати концентрацію до центра, а можуть і не мати, регулярні скупчення очевидно складаються тільки з еліптичних галактик, тоді як неправильні скупчення складаються з різних типів галактик, скупчення, що мають багато зір називають багатими (надскупчення).

Місцеве надскупчення галактик з центром в скупченні галактик в Діві, (50 –60 млн. св. років) яке містить: місцеву групу, розташовану на його периферії. Місцеве надскупчення галактик має розмір більше ста мільйонів світлових років. Вперше гіпотезу по існуванню запропонував Г де Вокулером в 1956 р. Налічує понад 2000 галактик. Займає місце 120 квадратних градусів [4].

Формування великомасштабної структури Всесвіту є центральною проблемою сучасної космології. До її елементів відносять галактики, скупчення та надскупчення галактик, порожнини в їх розподілі, хмари нейтрального водню в міжгалактичному середовищі, збурення густини, швидкості та метрики-простору часу в епоху космологічної рекомбінації, які зумовлюють флуктуації температури реліктового випромінювання. Характеристиками великомасштабної структури є просторові (дво- і три- точкові) кореляційні функції галактик, їх пекулярні швидкості, функція мас та рентгенівської світності скупчень галактик, розподіли об'єктів за червоними зміщеннями. Їхні значення залежать від спектра потужності скалярних збурень густини речовини на лінійній стадії розвитку, який називають початковим спектром збурень. Його форма (залежність амплітуди від масштабу) на великих масштабах (більших за масштаб горизонту частинки на момент рекомбінації) збігається з формою первісного спектра, який згенерований у ранню епоху внаслідок квантових флуктуацій метрики простору-часу. На менших масштабах – залежить від точних значень параметрів космологічної моделі та співвідношень густин компонентів речовини й енергії, які заповнюють Всесвіт.

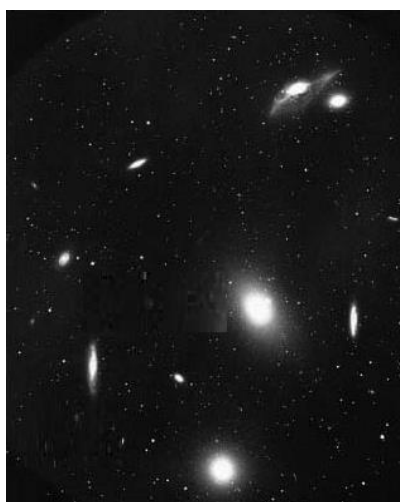


Рис. 2. Надскупчення галактик

Спостережувані властивості Всесвіту вказують на те, що на ранній стадії ($10 \cdot 43 \leq t \leq 10 \cdot 10$ сек) він пройшов принаймні через одну короточасну епоху експоненційного розширення – інфляційну стадію. Такі моделі називають інфляційними космологічними моделями [5].

Всесвіт у широкому сенсі - це середовище нашого існування. Тому важливе значення для практичної діяльності людини має та обставина, що у Всесвіті панують незворотні фізичні процеси, що вона змінюється з часом, знаходиться в постійному розвитку. Людина приступив до освоєння космосу, вийшла у відкритий космічний простір. Наші звершення набувають все більшого розмаху, глобальні і навіть космічні масштаби. І для того, щоб врахувати їхні близькі та віддалені наслідки, ті зміни, які вони можуть внести в стан середовища нашого існування, в тому числі і космічної, ми повинні вивчати не тільки земні явища і процеси, але й закономірності космічного масштабу.

Список використаних джерел:

1. Александров Ю. В. Основы релятивистской космологии: Навч. пос. – Харків: 2001. – 88 с.
2. Зельдович Я. Б. , Новиков И. Д. – Строение и эволюция Вселенной. – Москва : Наука, 1975. – 736 с.
3. Проблемы современной космогонии/Под ред. В. А. Амбарцумяна. – Москва : Наука, 1969. 351 с.
4. Кудря Ю.М. Вавилова І.Б. Позагалактична астрономія. Книга 1. Галактики: основні фізичні властивості. – Київ: Наукова думка, 2016. – 340 с.
5. Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету імені Івана Франка/ Б. Новосядлий «Формування великомасштабної структури Всесвіту: теорія і спостереження», Журнал фізичних досліджень. Львів: 2007. 257 с.
6. Семків Ю.М. Еволюція моделей Всесвіту – Тернопіль: Видавництво «Інфотецентр», 2007. – 57с.

MODERN IDEAS ABOUT THE LARGE-SCALE STRUCTURE OF THE UNIVERSE
Nataliia Korzhan – 2nd year student of master's program NPDU

In this paper the structure of the Universe, its origin and structure are considered. Contemporary views on the universe, as well as reflections on the significant importance of studying this large-scale structure for our world.

Key words: Universe, galaxy, Earth, star, system, cluster, structure, imagination.

ТЕОРІЯ ГРАВІТАЦІЇ НА ОСНОВІ ІННОВАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

Володимир Солоненко – канд. фіз.-мат. наук, доцент, президент ГО «Українська академія інноваційних технологій»

Валерій Кульматицький – канд.тех. наук, ГО «Українська академія інноваційних технологій», голова Вінницької обласної організації УEA «Зелений світ»

Ця робота має за мету представити новий підхід до створення теорії всесвітнього тяжіння (гравітації) за моделями елементарних частинок і електромагнітного поля Всесвіту, які запропоновані доктором філософії з фізико-математичних наук Скібінським Л. П.

Ключові слова: теорія гравітації, магнітний момент нейтронів, електромагнітне поле.

Сучасна фізика досі не може пояснити сутність всесвітнього тяжіння. Спроби пояснити цю таємницю природи визнаними вченими породили надскладну теорію бозонів, ферміонів, глюонів, лептонів, кварків, андронів і гравітонів тощо. Але, на нашу думку, природа не терпить складних рішень і тому її винаходи гарні у своїй простоті.

На жаль, більшість людей вважає себе розумнішим за природу, яка створила всесвіт і саму людину з космічного пилу і електромагнітного поля. А тому ми будуємо колайдери, токамаки, магнітні пастки, а природа обходиться без них і запалює зірки при температурі $\approx 13K$.

Разом з тим згідно з моделями елементарних частинок Л. П. Скібінського електромагнітне поле здатне породити безліч позитивних і негативних кільцевих струмів: електронів, позитронів, бета і анти бета частинок [2,3]. Позитрон відрізняється від електрона лише напрямком руху його кільцевого току. При зіткненні електрона і позитрона вони анігілюють, випромінюючи два гамма кванти і знову перетворюючись на елементарне електромагнітне поле.

Сам електрон представляє собою замкнуту в кільце плоску електромагнітну хвилю подібно до кілець Сатурна.

Побудова протона

Сучасна наука експериментально довела, що матеріальні тіла складається з атомів і молекул. Атоми складаються з ядра і електронної оболонки, а саме ядро – з протонів і нейтронів. Виявилось, що протон і нейтрон – родичі. Нейтрон більш важкий і у вільному стані розпадається на протон, електрон та антинейтрино за формулою:

$$N = p + e + \bar{\nu}_e$$

де N – важкий нейтрон, p - протон, e – електрон, $\bar{\nu}_e$ - антинейтрино.

Ф. Рейнес і К. Коуен відкрили у 1956 році фото розпад протонів на легкий нейтрон і позитрон по схемі [2]

$$p + \gamma = n + e^+$$

де p – протон, γ – гама-квант з енергією $0,511MeV$, n – легкий нейтрон, e^+ – позитрон.

З цих формул очевидно, що важкий нейтрон N має більшу масу ніж легкий нейтрон n .

Підтвердженням факту фото-розпаду протона слугував факт одночасного виникнення легкого n -нейтрона і позитрона, який зразу ж анігілював з електроном з викидом двох гамма фотонів з енергією $0,511MeV$ [2].

Отже протон виявився складною частинкою створеною легким нейтроном, навколо якого обертається кільцевий позитивний струм, а це є ні що інше, як анти бета частинка.

У 1957 році було доведено, що бета частинка має лівий гвинт, а анти бета частинка – правий. Новоутворений протон має позитивний заряд і магнітний момент, доти, поки навколо нього не з'явиться негативний кільцевий струм. Так утворюються атоми водню, які є початковим матеріалом утворення всіх інших хімічних елементів.

Легкий і важкий нейтрон

Зрозумівши будову протона, можна уявити модель важкого нейтрону, який складається з протону навколо якого обертається бета частинка.

Це підтверджується наявністю магнітного моменту у нейтрона.

К.Андерсен у 1932 році відкрив ядерний розпад важкого нейтрона з викидом бета і анти бета частинок, з утворенням легкого нейтрону.

Природу цієї частинки досі ще не виявлено. Якщо біля легкого нейтрону починають обертатись в різні напрямки бета і анти бета частинки, то він знову перетворюється у важкий нейтрон. Оскільки анти бета частинка обертається навколо легкого нейтрону по більш низькій орбіті ніж бета частинка, то вона має меншу енергію і це пояснює наявність у важкого нейтрону негативного магнітного моменту, який дорівнює –

$$0,966 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Тес.}$$

$M_n = M_e^+ + M_e^- = 1,410617 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Тес} - 2,376915 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Тес} = -0,966 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Тес}$,
Де M_n – магнітний момент нейтрона, а M_e^+ і M_e^- – магнітні моменти позитрона і електрона.

Можна припустити, як це зробили автори [4], що цей не скомпенсований магнітний момент нейтронів і є силою всесвітнього тяжіння (гравітацією).

Але цей магнітний момент не є постійним, як в атомах і молекулах, а є змінним з високою частотою і міняє орієнтацію свого вектору згідно власної частоти більшої маси, наприклад маси Землі і рухомих об'єктів на її поверхні.

Це можна пояснити на прикладі звичайних електромагнітних пускачів постійного і змінного струму. Обидва види цих пускачів прекрасно працюють і при постійному, і при змінному струмі частотою в 50-60 Гц.

Те саме відбувається і в молекулах, де працюють магнітні моменти постійної орієнтації, що обумовлює *сильну взаємодію*, а от постійна зміна полярності магнітних моментів нейтронів синхронно з більшою масою, породжує *гравітацію*.

Знайшовши цю частоту, теоретично можна уявити інвертор, який змінить фазу гравітаційного поля Землі на протилежну, а це дасть можливість побудувати літальні апарати на принципі *антигравітації*.

З вищевикладеного, випливає, що міжзоряний ефір, який є переносником всіх електромагнітних взаємодій і, можливо, складається з легких нейтронів, є первісним матеріалом з якого народжуються всі відомі нам хімічні елементи, що дає підстави для парадоксального висновку: *вся оточуюча нас матерія і ми самі є електромагнітною енергією в потенційній формі*.

Очевидно саме це мав на увазі геніальний інженер Ніколо Тесла, коли стверджував: «Я теж є електромагнітною енергією!»

Висновок напрошується наступний: гравітація це є високочастотне електромагнітне поле, обумовлене не скомпенсованим магнітним моментом нейтронів.

Список використаних джерел:

1. Кульматицький В.І. Планета Земля – продукт ядерного синтезу./ Кульматицький В.І.// «Подільська зоря» - 2002 - №48 (7789).
2. Скибинский Л. П. Квантовая теория. Электродинамика. Ядерный синтез. Экология: [сборник статей]/Леонтий Петрович Скибинский. – Винница: «О. Власюк», 2003. – 100 с.
3. Скібінський Л.П.. Моделювання альтернативних джерел енергії ядерного синтезу: Монографія / Л. П. Скібінський, В. Г. Петрук, Д. В. Мацюк. - Вінниця, «Універсам», 2007. – 110 с.
4. Кульматицький В.И. Возникновение Земли, Солнца, Галактики / Валерий Инокентиевич Кульматицкий. – Винница: ФОП Данилюк В.Г., 2009 – 24 с.

GRAVITY THEORY BASED ON INNOVATIVE ELEMENTARY PARTICLE MODELS
Vladimir Solonenko – PhD, President UAIT
Valery Kulmatitsky – PhD, UAIT

The purpose of this work is to present a new theory of gravity by models of elementary particles of Leontii Skibinskyi - PhD and the global electromagnetic field.

Key words: new theory of gravity, magnetic moment of neutrons, electromagnetic field.

ВСЕСВІТ ФРІДМАНА

Софія Челнокова – студентка 2 курсу СВО магістра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Дослідження різних підходів до розв'язків рівнянь ЗТВ допомагає зрозуміти сучасні моделі Всесвіту. Хоча О.О. Фрідман і не був першим у спробах розв'язати рівняння ЗТВ саме його розв'язки дали основу для найпоширеніших сучасних моделей Всесвіту.

Ключові слова: ЗТВ, рівняння ЗТВ, Фрідман, Всесвіт Фрідмана.

У 2015 році виповнилося 100 років загальної теорії відносності (надалі ЗТВ). Олександр Олександрович Фрідман у 1922 році отримав з 10-ти досить складних рівнянь ЗТВ два рівняння, що описують народження, життя і смерть спостережуваного Всесвіту. Вони стали фундаментом науки, що бурхливо розвивається – космології. У математиці часто виявляється, що одні й ті ж рівняння описують абсолютно різні завдання. У фізиці також часто використовуються моделі різних явищ. Айнштейн не раз підтверджував, що початок теорії розширення Всесвіту поклав О. О. Фрідман. У творчості О. О. Фрідмана роботи з теорії відносності могли б на перший погляд здатися досить раптовими. Раніше він працював в області теоретичної гідромеханіки і динамічної метеорології. Засвоєння Фрідманом ЗТВ було досить інтенсивним і надзвичайно плідним. Спільно з Фредеріксом він взявся за капітальну працю «Основи теорії відносності», в якій передбачалося викласти «досить строго з логічної точки зору» основи тензорного обчислення, багатовимірної геометрії, електродинаміки, спеціального і загального принципу відносності [2]. Книга Фредерікса і Фрідмана «Основи теорії відносності» – це ґрунтовний, докладний виклад теорії відносності, заснований на досить солідному математичному фундаменті геометрії, загальної лінійної зв'язності на різноманітні довірливої розмірності та теорії груп. Вихідною для авторів виявляється геометрія простору-часу [3].

Всесвіт Фрідмана (метрика Фрідмана - Леметра - Робертсона - Уокера) – одна з космологічних моделей, які відповідають польовим рівнянням ЗТВ, перша з нестационарних моделей Всесвіту. Модель Фрідмана описує однорідний ізотропний в загальному випадку нестационарний Всесвіт з речовиною, що володіє позитивною, нульовою або негативною постійною кривизною. Ця робота вченого стала першим основним теоретичним розвитком ЗТВ після робіт Ейнштейна 1915-1917 рр.

Рівняння ЗТВ, що описують еволюцію Всесвіту, занадто складні, щоб вирішити їх в деталях. А тому Фрідман запропонував замість цього прийняти два простих припущення [3]:

- Всесвіт виглядає абсолютно однаково в усіх напрямках;
- перша умова справедливо для всіх її точок.

На основі ЗТВ і цих двох простих припущень Фрідману вдалося показати, що ми не повинні очікувати від Всесвіту стаціонарності. Насправді він у 1922 р. точно передбачив те, що Едвін Хаббл відкрив кілька років по тому [2].

Хоча Фрідман запропонував тільки одну модель, на основі двох його фундаментальних припущень можна побудувати три різні моделі [1]. У першій з них (саме її і сформулював Фрідман) розширення відбувається настільки повільно, що гравітаційне тяжіння між галактиками поступово ще більше уповільнює його, а потім і зупиняє. Галактики тоді починають рухатися одна до одної, і Всесвіт стискається (рис.1).

Відстань між двома сусідніми галактиками спочатку зростає від нуля до деякого максимуму, а потім знову зменшується до нуля.

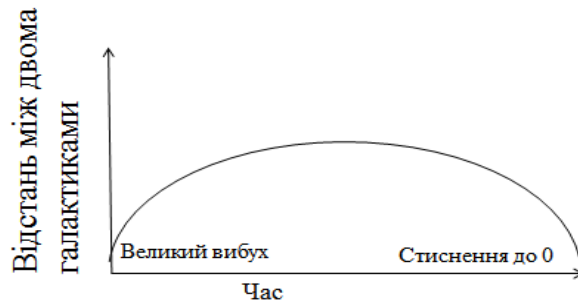


Рис.1 Перша модель Всесвіту Фрідмана

У другому рішенні швидкість розширення настільки велика, що тяжіння ніколи не зможе його зупинити, хоча і трохи сповільнює (рис.2). Поділ сусідніх галактик в цій моделі починається з нульової відстані, а потім вони розбігаються з постійною швидкістю.

Нарешті, існує третій розв'язок, в якому швидкість розширення Всесвіту достатня

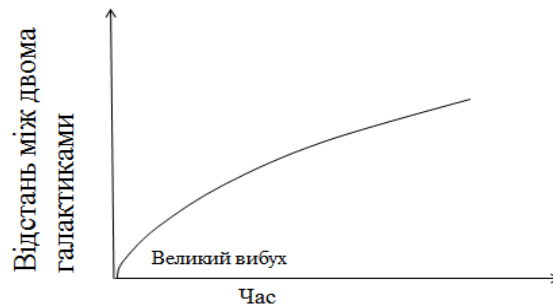


Рис.2 Друга модель

лише для того, щоб запобігти зворотному стисненню або колапсу. У цьому випадку поділ також починається з нуля і зростає нескінченно. Однак швидкість розльоту постійно зменшується, хоча і ніколи не досягає нуля (рис.3).

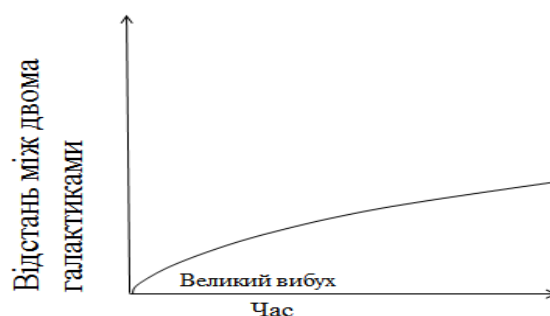


Рис.3 Третя модель

Чудовою особливістю першого типу моделі Фрідмана є те, що Всесвіт не нескінченний в просторі, але простір не має меж. Гравітація в цьому випадку настільки сильна, що простір викривляється, замикаючись сам на собі на зразок поверхні Землі. Мандрівник по земній поверхні в одному напрямку ніколи не зустрічає непереборної перешкоди і не ризикує впасти з «краю Землі», а попросту повертається у вихідну точку. Такий простір в першій моделі Фрідмана, але замість властивих земній поверхні двох вимірів він має три. Четвертий вимір – час – володіє кінцевою довжиною, але його можна уподібнити лінії з двома краями або межами: початком і кінцем [3].

Думка про те, що Всесвіт можна обійти та повернутися в початкову точку, підійде тільки для наукової фантастики, але вона не має практичного значення, оскільки Всесвіт встигне стиснутися до нуля ще до кінця мандрівки. Щоб повернутися в початкову точку до настання кінця Всесвіту потрібно було б рухатися зі швидкістю більшою за швидкість світла, а це неможливо.

Головним результатом роботи Фрідмана в області ЗТВ стала космологічна нестационарна модель, що носить тепер його ім'я. За свідченням В. А. Фока, у Фрідмана переважав математичний підхід до теорії відносності: «Фрідман не раз говорив, що його справа – вказати можливі розв'язки рівнянь Ейнштейна, а там хай фізики роблять з цими розв'язками що вони хочуть» [4].

Як повинен вести себе Всесвіт, підпорядкований законам Фрідмана? Так само як кинуте в радіальному напрямку тіло з потенційною енергією, підпорядковане законам Ньютона і анти-Гука. Кинуте тіло впаде назад, а Всесвіт, який почав в момент "Великого Вибуху" розширюватися з нескінченною швидкістю, буде поступово сповільнюватися, замре на мить і покотиться назад, нарощуючи швидкість, назад до нульового радіусу – сингулярності [3]. Чи пройде Всесвіт через сингулярність і почне розширюватися знову, повторюючи цикл за циклом? Фрідман допускав таку можливість, згадуючи індуську міфологію про періоди життя. Він навіть вирахував "період світу", взявши інтеграл, приймаючи середню щільність речовини рівній наведеної в книзі англійського астронома Еддінгтона і вважаючи космологічну сталу нульовою. Отримав 10 000 000 000 років. Цей сценарій Фрідман назвав "періодичним світом" [3].

Список використаних джерел:

1. Gamov G. The Creation of the Universe. Viking Press, 1952. – 147 p.
2. Беленький А. Александр Фридман и истоки современной космологии. *Наука из первых рук*: электронный журн. 2012, № 5(47). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scfh.ru/papers/vodyi-v-kotoryie-ya-vstupayu-ne-peresekaesche-nikto-aleksandr-fridman-i-istoki-sovremennoy-kosmologii/>
3. Фридман А. Мир как пространство и время. М.: Либроком, 2009. 114 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publ.lib.ru/ARCHIVES/F/>
4. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. Москва, 2002. 240 с.

THE FRIEDMANN METRIC

Sofiia Chelnokova – 2nd year student of master's program NPDU

The study of various approaches to solving equations of the general theory of relativity (GTR) helps to understand modern models of the Universe. Although A. Fridman was not the first in attempts to solve the equations of the general theory of relativity, it was his solutions that provided the basis for the most common modern models of the Universe.

Key words: general theory of relativity (GTR), equations of general theory of relativity (GTR), Friedman, The Friedmann metric.

СТАТИЧНА МОДЕЛЬ ВСЕСВІТУ

Оксана Морозова – студентка 2-го курсу СВО магістра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Розглянуто головні поняття теорії відносності та основне рівняння, за допомогою якого Ейнштейн пояснював незмінність Всесвіту у часі.

Ключові слова: космологія, загальна теорія відносності, Ейнштейн, простір-час, теорія гравітації, космологічна стала.

Зрозуміти природу нашого світу у всій його різноманітності - дуже складне завдання, але людська цікавість протягом тисячоліть штовхала людей на пошуки відповідей. Завдяки своєму впливу, гравітація відіграє важливу роль в такому інтелектуальному пошуку. Тому зрозумівши природу простору-часу, гравітації, можливо можна зрозуміти і природу нашого Всесвіту. Оскільки саме тяжіння визначає взаємодію мас на великих відстанях, а значить, динаміку космічної матерії в масштабах Всесвіту, то теоретичним ядром космології виступає теорія тяжіння, а сучасної космології - релятивістська теорія тяжіння. Тому сучасну космологію називають релятивістською.

Після створення спеціальної теорії відносності Альберт Ейнштейн розглядав відносність поняття прискореного руху, представивши свої думки у вигляді принципу еквівалентності мас. У 1915 році на його основі вчений розробив загальну теорію відносності (ЗТВ) або релятивістську теорію гравітації. Створення ЗТВ є одним з найбільших відкриттів 20 століття. Ця теорія стала революційною, оскільки докорінно змінила наше розуміння світу.

Теорія базується на складному математичному апараті та вимагає абсолютно нового способу мислення. В ній Ейнштейн представляє наш світ як чотиривимірний простір-час, а поняття “гравітація” набуває цілком нового значення. Вчений відходить від традиційного визначення, і представляє гравітацію як викривлення простору-часу масивними об’єктами.

Згідно ЗТВ гравітаційне поле можна розглядати як спотворення чотиривимірного простору-часу. Воно не відрізняється від прискорення в локальних системах відліку, але має достатньо великий вплив на більші області. Тому вчений зробив висновок, що неевклідову геометрію можна побачити завдяки спотворенням трьох просторових координат. А оскільки четверта координата – це час, то спотворення це те, що ми бачимо як рух. Тоді гравітацію можна представити не як силу, а як викривлення простору-часу біля масивних об’єктів.

Тільки після численних експериментальних підтверджень, ЗТВ отримала статус фундаментальної теорії, яка стала основою сучасної космології.

Ейнштейн вважав Всесвіт ізотропним, однорідним та статичним із рівномірно розподіленою по ньому матерією. Отже, Всесвіт не розширюється і не скорочується, він не має кривизни, тобто його можна вважати евклідовим. Тоді вченим була введена космологічна стала Λ і основне рівняння ЗТВ набуло наступного вигляду:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

Оскільки за Ейнштейном Всесвіт є статичним, незмінним у часі, то необхідно було ввести силу, яка компенсує силу тяжіння. Він ввів таку силу штучно, без будь-яких емпіричних підтверджень, лише як наслідок гіпотези про незмінність Всесвіту. Вона забезпечує взаємне відштовхування, яке компенсує тяжіння за певної густини матерії, забезпечуючи рівновагу [2, С.47].

Для представлення статичності Всесвіту було покладено, що $\Lambda=0$. Тоді рівняння, яке представляє статичну космологічну модель Ейнштейна має вигляд:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

Це рівняння пов’язує:

- кривизну простору-часу, що визначається тензорами $R_{\mu\nu}$ і R ;
- властивості простору-часу, які визначаються метричним тензором $g_{\mu\nu}$;
- взаємодію гравітаційного поля з матерією, що визначає тензор $T_{\mu\nu}$.

Пізніше космологічні моделі з Λ розглядали і інші вчені, такі як де Сіттер та Леметр. Ау 1931 році Ейнштейну довелося погодитися з ідеєю про розширення Всесвіту, після чого він прибрав Λ із своїх рівнянь і визнав, що це було “найбільшою помилкою” в його житті.

Хоча модель статичного Всесвіту і була невірною, але вона була великим кроком вперед для того часу. Теорія гравітації поклала початок у розвитку сучасної космології. Пізніше були розроблені і інші моделі Всесвіту, але в їх основі лежали розв'язки тих же рівнянь Ейнштейна.

Список використаних джерел:

1. Левич В.Г. Курс теоретической физики Том 1. – М.: Наука, 1969. – 908 с.
2. Парновський С., Парновський О. Як влаштовано всесвіт. Вступ до сучасної космології. – Л.: Видавництво старого лева, 2018. – 240 с.
3. Hawking S., Mlodinow L.A. Briefer History of Time / Stephen Hawking Leonard Mlodinow. – New York: Bantam Dell a Division of Random House, Inc., 2005. – 260 p.

STATIC MODEL OF THE UNIVERSE

Oksana Morozova – 2nd year student of master's program NPDU

The article deals with the basic concepts of the general theory of relativity that formed the basis of Einstein's static model.

Key words: The article deals with the main concepts of relativity and the basic equation by which Einstein explains the invariance of the universe in time.

NASA INSIGHT НА МАРСІ

Віталій Банак – студент 1 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

В статті коротко розглядається результати місії НАСА «InSight» на поверхні Марса. Дослідження поверхні червоної планети, її ядра, вимірювання швидкості вітру та дослідження підземних поштовхів – це основні її завдання. Ці результати – лише початок. Спостереження за повним марсіанським роком дасть можливість дізнатися набагато більше про структуру та особливості Марса.

Ключові слова: InSight, НАСА, Марс, RISE, CEIC, SEIS.

Уже не перший рік увагу людей привертають дослідження Марса. Саме на цій планеті в найближчому майбутньому може бути створена перша космічна колонія. Як наслідок, постійно проводиться велика кількість досліджень, які покликані допомогти зрозуміти червону планету та допомогти в її освоєнні.

Однією з основних дослідницьких місій останніх років є місія НАСА «InSight», запущена 2018 року. Уже перший рік цієї місії відкрив нам планету, яка живе з землетрусами, пиловими чортами та дивними магнітними імпульсами.

П'ять публікацій були опубліковані в «NATURE». У додатковому документі Nature Geoscience детально описується місце посадки космічного корабля InSight, дрібний кратер на прізвисько "Холодна порода" в регіоні під назвою Elysium Planitia.

InSight - перша місія, присвячена дослідженню глибоко під марсіанськими поверхнями. Серед наукових інструментів - сейсмометр для виявлення землетрусів, датчики вимірювання тиску вітру та повітря, магнітометр та зонд теплового потоку, призначений для визначення температури планети.

Ультраточливий сейсмометр, який називають Сейсмічним Експериментом для Внутрішньої Структури (SEIS), дозволив вченим "почути" багаторазові тремтіння на відстані від сотень до тисяч кілометрів від нього.

На сейсмічні хвилі впливають матеріали, через які вони рухаються, даючи вченим спосіб вивчити склад внутрішньої будови планети. Марс може допомогти науковцям краще зрозуміти, як усі кам'янисті планети, включаючи Землю, формувалися раніше.

Підземні поштовхи.

Марс тремтить частіше - але також м'якше - ніж очікувалося. На сьогоднішній день SEIS знайшла понад 450 сейсмічних сигналів, переважна більшість з яких - це, мабуть, землетрус. Найбільший землетрус був розміром приблизно 4,0 - не досить великий, щоб пройти нижче кори в нижню мантію та серцевину планети.

Вчені готові до більшого: минули місяці після посадки InSight у листопаді 2018 року, перш ніж вони зафіксували першу сейсмічну подію. На кінець 2019 року SEIS виявляв близько двох сейсмічних сигналів на день, припускає, що InSight просто проводить дослідження в особливо спокійний час. Вчені досі перехресшують пальці в очікуванні великих поштовхів.

У Марса немає тектонічних плит, як у Землі, але на ньому є вулканічно-активні регіони, які можуть викликати гуркіт та поштовхи. Пара землетрусів була сильно пов'язана з одним таким регіоном, Цербер Фосса, де вчені бачать валуни, які, можливо, були зруйнованими скелями. Давні повені там вирізали канали довжиною майже 1300 кілометрів. Потоки лави просочувалися в ці канали протягом останніх 10 мільйонів років – це надзвичайно мало за геологічним часом.

Деякі з цих молодих потоків лави виявляють ознаки землетрусів менше 2 мільйонів років тому. "Мова йде лише про наймолодшу тектонічну особливість планети", - сказав планетарний геолог Метт Голомбек з JPL. "Те, що ми бачимо докази потрясіння в цьому регіоні, не є несподіванкою, але це дуже здорово" [1].

Дослідження поверхні.

Мільярди років тому на Марсі було магнітне поле. Його більше немає, але він залишив «привидів», намагнічуючи старовинні скелі, які зараз знаходяться між 61 метром і до кількох кілометрів під землею. InSight оснащений магнітометром - першим на поверхні Марса, який виявив магнітні сигнали.

Магнітометр встановив, що сигнали в улоговині Хомстед в 10 разів сильніші за те, що було передбачено на підставі даних орбітальних досліджень. Вимірювання з орбіти у середньому проходять за пару сотень кілометрів, тоді як вимірювання InSight є більш локальними.

Оскільки більшість поверхневих гірських порід у місці розташування InSight занадто молоді, щоб їх намагнічувало колишнє поле планети, "цей магнетизм повинен надходити з древніх скель під землею", - сказала Кетрін Джонсон, планетарний дослідник із університету Британської Колумбії та Інституту планетарних наук. "Ми поєднуємо ці дані з тим, що ми знаємо з сейсмології та геології, щоб зрозуміти намагніченість шарів нижче InSight. Наскільки сильними чи глибокими вони повинні бути для нас, щоб виявити це поле?" [1].

Крім того, вчених інтригує те, як змінюються ці сигнали з часом. Вимірювання залежать від зміни дня і ночі; вони також мають тенденцію до пульсування близько півночі. Досі формуються теорії щодо причин таких змін, але один із можливих варіантів полягає в тому, що вони пов'язані з сонячним вітром, що взаємодіє з марсіанською атмосферою

Вимірювання швидкості вітру.

InSight майже безперервно вимірює швидкість вітру, напрямок та тиск повітря, надаючи більше даних, ніж попередні дослідження. Датчики погоди космічного корабля виявили тисячі потоків, що проходять, які називаються пиловими чортами, коли вони підхоплюють піску та стають видимими. Це місце поки має більше пилових чортів ніж інші досліджувані місця.

Незважаючи на всю активність та часті знімки, камери InSight ще не побачили чортів пилу. Але SEIS може відчути ці вихори, що тягнуться на поверхню, як гігантський пилосос. "Вири ідеально підходять для підземної сейсмічної розвідки", - заявив Філіп Лоньонне, головний слідчий SEIS [1].

Дослідження ядра планети.

InSight має два радіоприймачі: один для регулярної передачі та прийому даних та більш потужне радіо, призначене для вимірювання "коливання" Марса під час його обертання. Це радіо X-діапазону, також відоме як експеримент з обертання та внутрішньої структури (RISE), може врешті виявити, чи є ядро планети твердим чи рідким. Тверде ядро призвело б до того, що Марс коливається менше, ніж рідкий.

Цей перший рік даних - лише початок. Спостереження за повним марсіанським роком (два земні роки) дасть вченим набагато краще уявлення про розміри та швидкість коливання планети.

Список використаних джерел:

1. A Year of Surprising Science From NASA's InSight Mars Mission [Електронний ресурс] / Tony Greicius – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nasa.gov/feature/jpl/a-year-of-surprising-science-from-nasas-insight-mars-mission>.
2. W. Bruce Banerdt. Initial results from the InSight mission on Mars [Електронний ресурс] / W. Bruce Banerdt. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://eorder.sheridan.com/3_0/app/orders/9194/article.php.

NASA INSIGHT ON MARS

Vitalii Banak – 1nd year student of master's program NPDU

This article briefly reviews the results of NASA's InSight mission on Mars. The study of the surface of the red planet, its nucleus, the measurement of wind speed, and the study of subsurface shocks are its main tasks. These results are just the beginning. Observing the full Martian year will allow you to learn much more about the structure and features of Mars.

Key words: InSight, NASA, Mars, RISE, CEIC, SEIS.

САТУРН: ВІДКРИТТЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Криворучко Анастасія – учениця 10 класу НВК 30, гуртківець ОЦТТУМ

В роботі розглянуто способи спостережень за планетою Сатурн. Описано відкриття зроблені космічними апаратами: «Піонер – 11», «Вояджер – 1» та «Касінні – Гюгенс». Мною опрацьовано та проаналізовано багато наукових статей, зібрано найнеобхіднішу і найцікавішу інформацію. Скориставшись програмою Stellarium, я визначила зручний час для спостережень, а також часто відслідковувала на небі положення Сатурна та його супутників.

Ключові слова: Сатурн, Сонячна система, супутники планети, космічні дослідження, місія «Касінні – Гюгенс».

Загальні відомості про планету

Сатурн — шоста за віддаленістю від Сонця та друга за розмірами планета Сонячної системи (Рис. 1). Він швидко обертається навколо своєї осі (з періодом — 10,23 години), складається переважно з рідкого водню і гелію, має товстий шар атмосфери. Навколо Сонця Сатурн обертається за 29,46 земних років [1].

Рис. 1. Зображення Сатурна





Рис. 2. Телескоп Субару

Діаметр виявлених тіл - близько п'яти кілометрів. 17 з них рухаються за ретроградною орбітою, тобто проти напрямку обертання планети. Період обертання ретроградних супутників становить понад три роки. Водночас, один з них визнаний найбільш віддаленим супутником Сатурна [2].



Рис. 3. Велика Біла пляма на Сатурні

На відміну від Юпітера, смуги на Сатурні доходять до дуже високих широт — 78 градусів. Спостерігається величезне овальне утворення розміром із Землю, розташоване недалеко від північного полюса, назване Великою Білою плямою (Рис. 3) [1].

Дослідження планети

Сатурн відомий людям з найдавніших часів. Уже в Стародавній Греції знали, що з усіх відомих ця планета є найбільш віддаленою від Землі і Сонця. За повільність у русі по небу стародавні греки називали її Кроносом.

У 1610 році Галілей побачив планету в свій телескоп. Однак, при спостереженнях в 20-кратний інструмент планета виявилася не схожою на жодну іншу. Здавалося, що вона складається з трьох нерухомих майже дотичних одна до одної зірок, при цьому центральна з них була більшою бічних, і всі три були розташовані на прямій лінії. У трубу з меншим збільшенням планета виглядала "подовженою зіркою в формі оливи".

У 1655 році Християн Гюйгенс спостерігає Сатурн в 12 футовий телескоп. 25 березня цього ж року під час спостереження з Землі площини кілець він відкриває Титан - найбільший супутник Сатурна. Через 7 місяців Гюйгенс передбачає, що Сатурн оточений кільцем.

Продовживши спостереження за допомогою нового 23-футового телескопа, в 1658 році він остаточно переконується в своєму припущенні. У своїй книзі

"Systema Saturnium", виданій в 1659 році, Гюйгенс правильно пояснює ефект видимого "зникнення" кілець з періодом в 14-15 років [3].

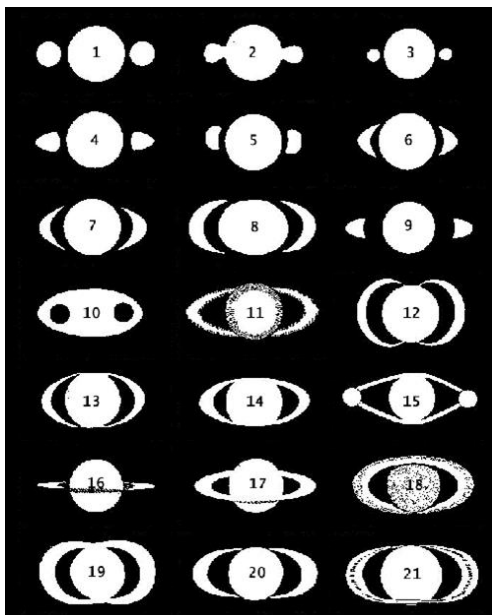


Рис. 4. Замальовки системи Сатурна в 17 столітті

- 1 - Г. Галілей, 1610 рік;
- 2 - К. Шайнер, 1614 рік;
- 3 - П. Гассенді, 1633 рік;
- 4 - Дж. Риччиолі, 1640 рік;
- 5, 6, 7, 8 - Я. Гевелій, 1640-1650 роки;
- 9, 10 - П. Гассенді, 1645 рік;
- 11 - Е. Дивин, 1647 рік;

- 12 - Ф. Фонтана, 1648 рік;
- 13, 14, 15 - Дж. Риччиолі, 1648-1650 роки;
- 16, 17- Х. Гюйгенс, 1656, 1659 рік;
- 18 - Дж. Компані, 1664 рік;
- 19 - В. Болл, 1665 рік;
- 20 - Я. Гевелій, 1675 рік;
- 21 - Ж. Кассіні, 1676 рік.

Міфологія Сатурна

Сатурн (за римською міфологією) — одвічний давньоримський бог, культ якого був одним із найпоширеніших в Італії. Відповідає грецькому Кроносу. Його ім'ям названа планета. Як впливає з етимології слова, Сатурн був богом землі і посівів.

З ім'ям Сатурна було пов'язано уявлення про золоте століття, коли народ жив в достатку та вічному мирі, не знав рабства, станових нерівностей і власності. У час його життя все було ясним, усе було загальним. Коли Сатурн, подібно до інших добрих царів і благодійників людства в римській міфології, зник, з ним зникло і дивне століття, що залишило по собі лише спогад. Святилища Сатурну можна було зустріти усюди. Багато містечок і міст півострова названі ім'ям Бога. Сама Італія, за переказами, іменувалася в давнину землею Сатурна [4].

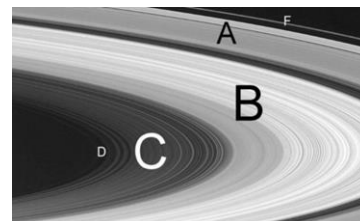
Сатурн в дослідженнях XIX-XX століттях

Наступне свідчення про складну будову кілець належить англійському капітану Генрі Кейтеру - оптику, геодезисту, метрологу. 17 грудня 1825 року спостерігаючи в ньютонівський телескоп, Кейтер побачив наступне:

"зовнішнє кільце було розділене численними темними смугами, надзвичайно близькими, причому одна темніша та ширша за інших і ділить кільце приблизно навпіл. Після багатогодинного ретельного дослідження я мало сумніваюся в тому, що зовнішнє кільце Сатурна складається з окремих кілець".

В цей же вечір явище було підтверджено двома іншими людьми, яким Кейтер показував кільце Сатурна. Один побачив кілька поділок на кільці А (Рис. 5), тоді як другий розгледів тут обидві смуги [3].

Рис. 5. Кільця Сатурна

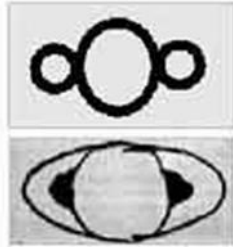


Найбільш значні події у вивченні Сатурна і його кілець до польотів на планету автоматичних міжпланетних станцій:

- 1883 рік - Коммонс (Commons) отримав першу фотографію Сатурна.
- 1888 - Джеймс Кілер - вперше чітко спостерігає розподіл Енке (Енке в 1837 році бачив тільки темну смугу).
- 1895 - Джеймс Кілер і Вільям Кемпбелл помічають, що внутрішня частина кілець обертається швидше, ніж зовнішня, підтверджуючи припущення Максвелла, що кільця Сатурна складаються з невеликих частинок.
- 1907-1908 - Спостереження зникнення кілець дозволяють ввести нову оцінку для їх товщини в 15 км.
- 1911 - Едвард Барнард фотографує Сатурн на Обсерваторії Маунт-Вілсон. На фотографіях видно, що Сатурн просвічується крізь кільце А.
- 1940-ві - Гарольд Джеферс остаточно доводить, що кільця Сатурна складаються з окремих твердих частинок.
- 1966 - Під час "зникнення" кілець відкрито два нових супутники - Епіметеус і Янус. Використовуючи обсерваторію Pic du Midi, А. Дольфус встановлює фактичний край в яскравості кілець і оцінює їх товщину в 2,4 км.
- 1970 - Вивчення спектра кілець в інфрачервоному діапазоні вказує на присутність водного льоду. Це говорить, що частинки кілець покриті водяним льодом [3].

Дослідники газового гіганта

Галілео Галілей - був першою людиною, хто спостерігав кільця Сатурна в 1610 році за допомогою вдосконаленого ним телескопа, проте він не зміг ідентифікувати їх як такі через низьку якість телескопа, і прийняв видимі по краях планети частини кільця за супутники. Він охарактеризував, що Сатурн має «вуха». У 1612 році площина кілець була орієнтована ребром до Землі, тому вони не були видимі в телескоп.



У 1613 році кільця стало видно знову, що ще більш заплутало Галілея (Рис. 6).

Рис. 6. Малюнки Галілея: вгорі 1610 рік, внизу 1616 рік

Джованні Кассіні показав, що кільце складається з двох концентричних складових - кільця А і В (він запропонував маркування від зовнішнього краю кілець до внутрішнього), розділених темним проміжком (так званим «розподілом Кассіні») (Рис. 7).

Природа кілець стала ясною після того, як англійський фізик Джеймс Клерк Максвелл вирішив задачу про стійкість кілець Сатурна. Вирішивши її, він виграв конкурс, оголошений Кембриджським університетом в 1857 році.

Рис. 7. «Розподіл Кассіні»

П'єр Симон Лаплас - довів, що кільця не можуть бути твердими. Провівши математичний аналіз, Максвелл переконався, що вони не можуть бути й рідкими, і прийшов до висновку, що подібна структура може бути стійкою лише в тому випадку, якщо складається з рою не зв'язаних між собою метеоритів. Стійкість кілець забезпечується їх тяжінням до Сатурну і взаємним рухом планети і метеоритів.



Пізніше російська математик Софія Василівна Ковалевська в своїй роботі "Зауваження та доповнення до теорії кільця Сатурна, даної Лапласом" в 1885 році відмінним від максвеллівського методу довела, що стійким існування кільця навколо планети може бути тільки в тому випадку, якщо воно складається з сукупності окремих малих тіл: суцільне тверде або рідке кільце було б розірвано силою тяжіння планети.

Лаплас у своїй праці "Небесна механіка", розглядаючи кільце Сатурна як сукупність кількох тонких, не впливаючих одне на одного рідких кілець, визначив, що *поперечний переріз кілець має форму еліпса*. Але це було лише перше, дуже спрощене рішення. Ковалевська поставила собі за мету дослідити питання про рівновагу кільця з більшою точністю. Вона встановила, що поперечний переріз кільця Сатурна має мати форму овалу, яка обчислюється з будь-яким ступенем точності [5].

Піонер – 11

Піонер 11 — космічний апарат НАСА, призначений для вивчення Юпітера і Сатурна. Перший космічний апарат, який пролетів повз Сатурн (Рис. 8).



Рис. 8. Піонер – 11 та Сатурн

У вересні 1979 він пройшов на відстані близько 20 тис. км від хмарної поверхні Сатурна, зробив різні виміри та фотознімки планети і її супутника Титана та передав їх на Землю. 30 листопада 1995 року контакт з апаратом було втрачено через значну віддаленість від Землі та проблеми з енергозабезпеченням. «Піонер 11» пройшов повз Сатурн 1 вересня 1979 р., на відстані 21 000 км від хмар Сатурна (Рис. 9-10) [6].



Рис. 9. Знімок Сатурна з «Піонер-11» 26. 08. 1979 р.

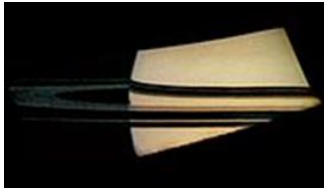


Рис. 10. Знімок Сатурна з «Піонер-11» 3. 09. 1979 р.

Вояджер – 1

Вояджер 1 — американський роботизований космічний зонд, запущений 5 вересня 1977 року для дослідження Сонячної системи та простору за її межами. Основними цілями «Вояджера 1» були планети Юпітер і Сатурн, їх супутники та кільця. Після виконання програми дослідження цих планет зонд націлили на виявлення геліопаузи та виміри елементарних часточок у сонячному вітрі та міжзоряному просторі. Обидва зонди «Вояджер» надовго перевершили початкові очікування терміну використання. Кожен зонд отримує електричну енергію від трьох радіоізотопних термоелектричних генераторів, котрі, як очікується, вироблятимуть достатньо електричної енергії для зв'язку з Землею до 2025 року [7].

Місія Кассіні – Гюгенс

Кассіні — Гюгенс — автоматичний космічний апарат, запущений 15 жовтня 1997 року, створено спільно NASA, Європейським космічним агентством та Італійським космічним агентством. Він досліджував планету Сатурн, її кільця та супутники. Станція складалася з двох основних елементів: безпосередньо станції Кассіні і зонду Гюгенс, призначеного для посадки на Титан (Рис. 11). Він досягнув системи Сатурна 1 липня 2004 року. Це перший штучний супутник Сатурна.



Рис. 11. Кассіні - Гюгенс

Зонд Гюгенс 25 грудня 2004 року відділився від орбітального апарату, 14 січня 2005 року досягнув супутника Сатурна – Титана. Увійшов в його атмосферу й опустився на поверхню. Зонд успішно передав дані на Землю, використовуючи орбітальний апарат як передавач.



Рис. 12. Зображення Титана зроблене КА Гюгенсом - єдине зображення з поверхні тіла даліше, ніж Марс

Виявивши, що багато властивостей поверхні супутника в минулому були утворені рідинами. Цей супутник є найдавшим тілом від Землі, на яку приземлився космічний зонд. На радіолокаційних світлинах, зроблених «Кассіні» можна побачити складну структуру поверхні Титана (Рис. 12). Це була перша посадка в зовнішній частині Сонячної системи [8].

Мої спостереження за планетою Сатурн

Stellarium – вільний планетарій з відкритим кодом для нашого комп'ютера. Програма здатна показувати реалістичну просторову картину неба, таку, яку можна бачити неозброєним оком у бінокль або у телескоп. Ми можемо спостерігати Сатурн неозброєним оком, я використала програму Stellarium щоб налаштуватись на дату та час спостережень. Спостерігала Сатурн в телескоп та неозброєним оком.

З допомогою псевдоспостережень визначила особливі астрономічні дати для спостережень Сатурна 2020 року. Враховуючи, що повний оберт навколо Сонця Сатурн робить за 29,5 років, зрозуміло, чому весь час з березня по грудень 2020 р. він розташовується у сузір'ї Стрілець. Я вираховувала час сходу та видимості Сатурна, а також його найбільшого супутника – Титана в ці дати за київським часом, тобто часом другого часового поясу:

20.03.2020 р. Сходить Сатурн о 04:14, його зоряна величина 0.87^m. Гарна видимість до вранішніх сутінок, тобто до 5:30 годин ранку;

22.06. Схід о 23:24. Гарно видно до 04: 00. Зоряна величина Сатурна 0.48^m, його світність зростає;

23.09. Схід о 17:08, світність спадає до 0.61^m. Спостерігати можна з часу навігаційних сутінок – з 20 год, до заходу Сатурна – 23:25;

22.12. Схід о 10:40 год, захід близько 18:30 год. Спостерігати Сатурн і його свиту в наших краях в цей час неможливо, оскільки, це буде день.

Отже, Сатурн з самого початку відрізнявся від інших планет, він має чітко виражені кільця. З давніх-давен вони привертають увагу науковців. З сучасними технологіями вчені мають змогу вивчати глибини космосу та Сонячної системи.

Завдяки отриманим даним, ми можемо дізнатись більше про утворення планет, їх вік та походження. Опираючись на ці відомості, наукові працівники мають можливість шукати інопланетні живі організми або умови для їх підтримки на інших космічних тілах Сонячної системи і не тільки.

Список використаних джерел:

1. Загальні відомості про планету. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Сатурн_\(планета\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сатурн_(планета))
2. У Сатурна виявили 20 нових супутників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-49979451>
3. Історія досліджень Сатурна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.allplanets.ru/solar_sistem/saturn/history_saturn.htm
4. Міфологія Сатурна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermif.com/greki/greki_s/saturn_.html
5. Кільця Сатурна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osiktakan.ru/saturn/sat_rings.html
6. Піонер – 11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Піонер-11>
7. Вояджер – 1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Вояджер-1>
8. Місія Кассіні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.112.ua/suspilstvo/nasa-poproshchalosia-z-cassini-yakym-buv-shliakh-kosmichnoho-aparatu-shcho-zminyvuivavlennia-liudstva-pro-saturn-411512.html>

THE RESEARCH OF SATURN, ITS HISTORY AND MEANING

Anastasia Kryvoruchko – student of 10 grade, School-gymnasium №30, RCTCSY

The aim of this research is to systematize and analyze scientific investigations of the planet Saturn; to explore the methods and tools of these investigations, as well as their chronological sequence over the course of a century.

This paper also reveals observation methods of the planet Saturn. The spacecrafts used for the investigations are the following: "Pioneer-11", "Voyager-1", and "Cassini - Huggens".

The relevance of the scientific research on this planet and its satellites is that they serve as a basis for new research methods and lives on other cosmic bodies.

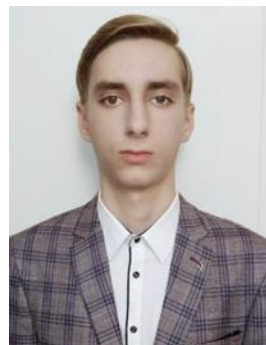
Key words: Saturn, Solar system, satellites of the planets, space exploration, mission "Cassini - Huggens".

ПЛАЗМА НА ЗЕМЛІ ТА В КОСМОСІ

Олексій Бродзь - учень 10 класу НВК №23, гуртківець ОЦТТУМ

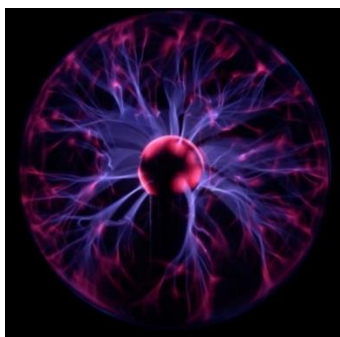
У роботі розглянуто прояви плазми на Землі та в космосі. Наведено приклади її використання у різних сферах. Окреслено подальші можливості застосування. Проаналізовано результати сучасних досліджень плазми та наголошено на їх актуальності.

Ключові слова: плазма, плазмосфера, фізика плазми, Всесвіт, медицина, техніка, сучасні дослідження.



Відкриття плазми та її значення для Всесвіту

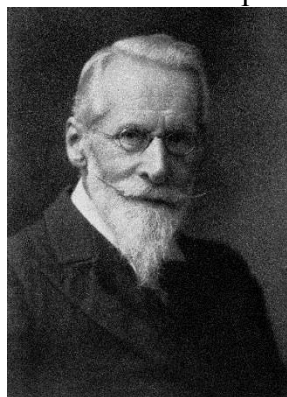
В наш час плазма активно вивчається, оскільки має величезне значення для науки і техніки. Ця тема цікава й актуальна ще й тим, що плазма – четвертий стан речовини, про існування якого люди не підозрювали до ХХ століття. При дуже низьких температурах речовина знаходиться у твердому стані, при нагріванні переходить в рідкий стан, подальше підвищення температури призводить до перетворення рідини в газ. При досить великих температурах починається іонізація газу і речовина переходить у новий стан – плазму.



Плазма (від грец. Πλάσμα «виліплене, оформлене») – іонізований газ, один з 4-х класичних агрегатних станів речовини.

Рис. 1. Плазмова лампа

Плазма – нормальна форма існування речовини при температурах 10 тис. градусів і вище. Це найбільш поширений стан речовини в природних умовах. Сонце і зірки – це згустки високотемпературної плазми.



У 1879 році четвертий стан речовини був відкритий Вільямом Круксом (1832–1919). Англійський хімік та фізик, він увійшов в історію також як людина, що відкрила талій і вперше отримала гелій у лабораторних умовах.

Рис. 2. Вільям Крукс

Назву «плазма» в 1928 році ввів у науковий обіг Ірвінг Ленгмюр (1881–1957) – американський хімік, лауреат Нобелівської премії з хімії в 1932 році «за відкриття і дослідження в області хімії поверхневих явищ» [1].

Рис. 3. Ірвінг Ленгмюр

Властивості плазми вивчає фізика плазми – розділ фізики, що досліджує властивості та поведінку плазми, зокрема, в магнітних полях. Оскільки мова йде про макроскопічну поведінку частково або повністю іонізованого суцільного середовища.

Основні напрями дослідження: стійкість плазми в зовнішніх полях; хвилі в плазмі; електричні, магнітні та оптичні властивості; дифузія; динаміка плазми з магнітним полем; плазма в космосі; утримання плазми в магнітних пастках; керований термоядерний синтез.



В Україні фізикою плазми займаються зокрема на кафедрі квантової теорії поля Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка [2].

Всі зірки складаються з плазми, навіть простір між ними заповнений плазмою, хоча і дуже розріджений.

Плазма зазвичай поділяється на ідеальну і неідеальну, низькотемпературну і високотемпературну, рівноважну і нерівноважну [3].

Основною відмінністю плазми від газу є те, що суттєвою складовою частиною плазми, поряд із атомами, іонами та електронами, є електромагнітне поле [4].

Плазма в земній природі

Плазму можна спостерігати у природних умовах. Пояснення деяких природних явищ, яким раніше приписувалися містичні властивості, дала сучасна фізика. Плазма, що утворюється і світиться на кінцях високих і гострих предметів (щоглах, вежах, величезних деревах) при особливому стані атмосфери, століття тому приймалася моряками за вісник удачі.

Данне явище отримало назву «Вогні святого Ельма» [5].

Рис. 4. «Вогні святого Ельма»



Ще одним з природних проявів плазми на Землі є блискавка – електричний розряд між хмарами або між хмарою та землею. У процесі утворення опадів у хмарі відбувається електризація крапель або льодяних частинок. Внаслідок сильних висхідних потоків повітря в хмарі утворюються відокремлені області, заряджені різнойменними зарядами. Коли напруженість електричного



Рис. 5. Кульова блискавка

поля у хмарі або між нижньою зарядженою областю і землею досягає пробійного значення, виникає блискавка, у якій при температурі 10 тис. градусів утворюється плазма.

Полум'я, іонізуючи повітря, також утворює плазму. Температура звичайного полум'я становить 14 726,85 °С, при ній іонізуються не всі атоми, деякі – лише частково, тому утворювана ним плазма є низькотемпературною.

Після запуску орбітальних станцій їх прилади почали реєструвати потужні електричні розряди в верхніх шарах атмосфери, де вони утворюються навіть за відсутності грозових хмар, котрі характерні для лінійних блискавок.



Серед цих явищ розрізняють: спрайти, джети та ельфи. Це «холодні» розряди, що характерні для світіння холодної плазми, однак вони найчастіше супроводжують низький грозовий фронт [6].

Рис. 6. Іоносфера

Плазма іоносфери є земною, однак її існування спричинило Сонце. Іоносфера є сукупністю іонізованих шарів земної

атмосфери, що починається з висот близько 60 км і простягається до висот у 8–10 тис. км і вище.

Плазма в космосі

Приблизно 99 % речовини у галактиці, включно з усіма зорями, міжзоряне і міжпланетне середовище та верхні шари планетних атмосфер, перебувають у стані плазми. Плазмову природу мають процеси переходів енергії з одних станів в інші, що складають суть активних процесів на зірках і навколишніх планетах.

У надрах Сонця та зірок температура сягає сотень мільйонів градусів, при цьому атоми іонізують повністю, утворюючи високотемпературну електронейтральну плазму.

Як відомо, на Сонці виникають могутні циклічно повторювані прояви активності, що досягають максимуму кожні 11 років. Спостереження по програмі Міжнародного геофізичного року (МГР) збіглися з періодом найбільш високої сонячної активності за весь термін систематичних метеорологічних спостережень, тобто з початку 18 століття.

Під час спалаху на Сонці викидається сонячна плазма, моменти таких спалахів впливають на атмосферу Землі. Перша реакція відзначається через 8 хвилин після спалаху, коли інтенсивне ультрафіолетове і рентгенівське випромінювання досягає Землі. У результаті різко підвищується іонізація; рентгенівські промені проникають в атмосферу до нижньої границі іоносфери; кількість електронів у цих шарах зростає настільки, що радіосигнали майже цілком поглинаються («гаснуть»).

Рис. 7. Сонячна корона



Додаткове поглинання радіації викликає нагрівання газу, що сприяє розвитку вітрів.

Іонізований газ є електричним провідником, і коли він рухається в магнітному полі Землі, виявляється ефект динамо-машини і виникає електричний струм. Такі струми можуть у свою чергу викликати помітні збурювання магнітного поля і виявлятися у вигляді магнітних бур [7].

Над поверхнею Сонця знаходиться розряджена та розпечена до температури близько 1 млн градусів Цельсія сонячна корона, а стаціонарний потік ядер атомів водню



(протонів) від сонячної корони є сонячним вітром. Потоки плазми з поверхні Сонця створюють міжпланетну плазму. Електрони цієї плазми захоплюються магнітним полем Землі і утворюють навколо неї (на відстані в кілька тисяч кілометрів від її поверхні) радіаційні пояси, що викликають у приполярних широтах Полярне сяйво [8].

У розряджених туманностях і міжзоряному газі іонізація виникає під дією ультрафіолетового випромінювання зірок. Наприклад, як тут:

Рис. 8. Туманність «Котяче око»

5 листопада 2018 року апарат «Вояджер-2» перетнув кордон Сонячної системи і вийшов у міжзоряний простір на відстані 0,002 світлових років від Сонця. Устаткування космічного апарату зафіксувало збільшення щільності плазми після виходу за межі Сонячної системи, що свідчить про наявність не гарячої плазми, а холодної, яка відрізняється більшою щільністю і властива для міжзоряного середовища [9].

Астрофізики з Інституту Макса Планка (Німеччина), спостерігаючи два сусідні скупчення галактик Персей і Кома, зафіксувати рух їх плазми. Вчені вважають, що в Персеї він був викликаний меншими підгрупами галактик, які стикаються з більшими скупченнями. В результаті виділяється енергія, здатна зруйнувати гравітаційне поле Персея і створюється нестійкий рух, який, за прогнозами дослідників, триватиме мільйони років.

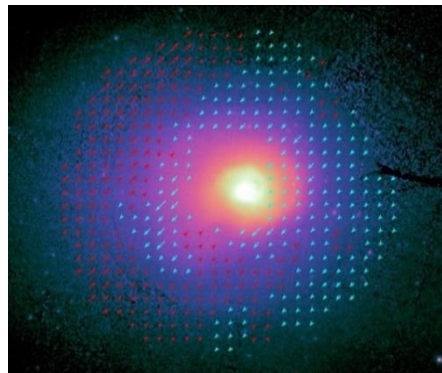
Рис.9. Рух плазми у галактичних скупченнях

Результати дослідження були опубліковані в журналі *Astronomy & Astrophysics* 10 січня 2020 року.

Ці відкриття стали можливими завдяки новій методиці калібрування в європейській камері фотонної візуалізації найбільшого наукового супутника створеного в Європі – XMM-Newton (EPIC) (запущеного у космос в 1999 р.) [10].

Наразі блискавки спостерігались на Венері, Юпітері, Сатурні, Урані і Нептуні.

На Землі у тропіках блискавки б'ють значно частіше [2].



Використання плазми в техніці

Не обов'язково нагрівати речовину до фантастичних температур, щоб досягти стану плазми. Для іонізації досить використовувати силу електромагнітного поля.



Рис. 10. Вироби, виготовлені за допомогою плазмової різки металу.

Подібна холодна плазма називається нерівноважною. Вона використовується в неонових лампах, а також при очищенні води і продуктів харчування, застосовується для дезінфекції в медичних цілях. До того ж холодна плазма здатна сприяти прискоренню хімічних реакцій.

Яскравим та знайомим прикладом того, як штучно створена плазма застосовується на благо людства, є виготовлення плазмових моніторів. Осередки такого екрану наділені здатністю випромінювати світло. Панель являє собою «бутерброд» з скляних листів, близько розташованих один до одного, а між ними - коробочки з сумішшю інертних газів. На внутрішню поверхню осередків наносяться люмінофори синього, зеленого, червоного кольорів [5].

У вжитку широко використовуються плазмові пальники для зварювання та різання металів; плазмові бури для буріння, різання бетону; плазмові печі; запальнички, тощо.

Магнітогідродинамічні (МГД) генератори

Принцип їх дії полягає у проходженні плазми через магнітне поле. Використовуються, зокрема, у роботі АЕС.

Речовина, яка бере участь у термоядерній реакції, є практично повністю іонізованою плазмою [11].

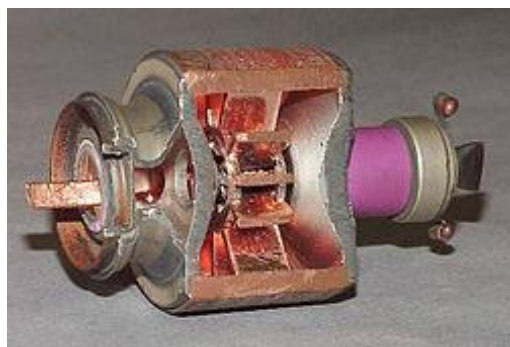


Рис. 11. Магнетрон у розрізі

NASA у 2018 році виділило \$10 млн на

фінансування компанії Ad Astra Rocket Company в Техасі для подальшого розвитку спеціальної ракетно-імпульсної магнітоплазмової ракети (VASIMR). Вона має електромагнітний двигун, який зможе доставити космічний корабель до Марсу всього за 39 днів. Ракета Ad Astra буде подорожувати в десять разів швидше, ніж сьогоднішні хімічні ракети на реактивній тязі, використовуючи приблизно 10% маси палива сьогоднішніх ракет.

Іонно-плазмовий двигун вдесятеро менший, ніж звичайний рідинний ракетний двигун й при цьому спроможний працювати у відкритому космосі десятиліттями.

Українські компанії з аеро-космічного кластеру планують запустити виробництво таких двигунів протягом найближчих кількох років [12].

Плазма в медицині

Плазмова медицина є доволі новою галуззю і базується на біофізичних та біохімічних механізмах взаємодії холодної плазми та живої матерії. Вона має широкий діапазон лікувальних властивостей.

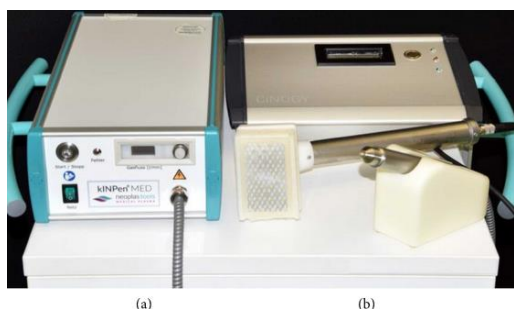
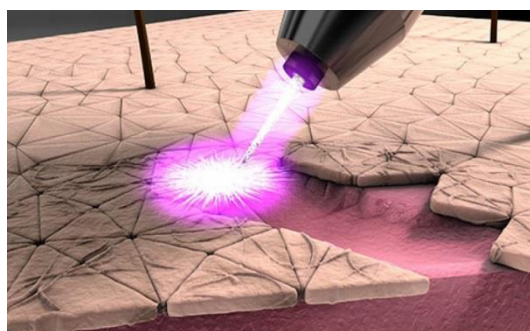


Рис. 12. Приклад двох генераторів холодної плазми

В організмі людини, оксид азоту (NO) виконує регуляторну біологічну функцію в серцево-судинній, дихальній, травній та нервовій системах, а також важливу роль в боротьбі з інфекціями в ранах. Основним джерелом екзогенного оксиду азоту є газовий розряд. Технологія плазмової терапії полягає в тому, що потік екзогенного оксиду азоту нормалізує мікроциркуляцію, активує антиоксидантний захист, має антибактеріальний ефект, що в значній мірі пригнічує процес розвитку інфекції і запалення, а також стимулює процеси регенерації тканин.

Переваги використання потоку холодної атмосферної плазми в медицині:

- здатність зупинити кровотечу, в тому числі великої площі, криволінійної поверхні рани або рани з ускладненим доступом до неї;



- яскраво виражена бактерицидна дія;
- низький рівень проникнення при впливі на біологічні тканини;
- відсутність термального ураження тканин;
- простота використання.

Рис. 13. Плазмовий промінь сприяє швидшому загоєнню рани та її дизинфекції

В застосуванні холодної плазми в медицині слід особливо відзначити: загальну хірургію, онкологію, травматологію та ортопедію, військово-польову хірургію, гастроентерологію, стоматологію, дерматологію.

На ринках України подібна продукція представлена мало внаслідок поганої обізнаності лікарів з цією технологією. В середньому плазмовий апарат вартує від €3000 [13, 14].

Сучасні дослідження плазми

Оскільки, більша частина речовини у Всесвіті перебуває у стані плазми, вона має широке практичне застосування: керований термоядерний синтез, МГД-генератори,

плазмові двигуни, газові розряди і т. д., то плазма повсякчас досліджується вченими з таких галузей науки як астрофізика, фізика Сонця, фізика сонячно-земних зв'язків, геофізика, плазмохімія тощо.

Зусилля вчених з різних країн спрямовані на дослідження іоносфери. Властивості іоносфери регулярно досліджуються на великій мережі станцій по всій земній кулі. Спостерігають та аналізують особливості відбиття радіохвиль різної частоти від різних іоносферних шарів. Розподіл електронної концентрації в іоносфері визначається також за допомогою ракет і супутників.

Охолодивши нейтральну плазму, вчені отримали нові можливості у дослідженні природи плазми в екстремальних середовищах, таких як зірки класу «білий карлик» чи ядро Юпітера. Втім, зараз команда вчених намагається добути навіть ще холоднішу плазму [15].

Дослідження у галузі плазмохімії

Важливу роль у дослідженні плазми у космосі нині відіграють супутники, телескопи, робота космонавтів на МКС.

Експерименти з плазмою у космосі в умовах невагомості довели, що плазма не є рідкою, а має кристалічну решітку. Вихровий рух кристалів у плазмі в умовах невагомості повторює будову нашої галактики. Якщо на плазму діяти креогенно, тобто охолоджувати її, утворюється точна копія будови ДНК [16].

Роль відкриття і дослідження плазми та її значення для людства.

У стані плазми знаходиться переважна частина речовини Всесвіту: зірки, галактичні туманності, міжзоряне середовище.

Довгий шлях вів людину до пізнання плазми, до її використання в різних галузях техніки. Коли ж наука і техніка включили плазму в сферу своєї уваги, зростання знань про неї та її практичне застосування збільшилось в рази.

Нині людство уже чимало знає про плазму та можливості її застосування. Плазма володіє дуже цікавими властивостями, які знаходять все більш широке застосування в розробках, присвячених великим проблемам сучасної техніки, особливо важливим є її застосування у медицині.

Плазма – субстанція з великим потенціалом, що потребує подальшого вивчення для досягнення тих цілей, які можуть бути реалізованими з її допомогою.

Ця, досить рідкісна в земних природних умовах форма матерії, наділена особливими якостями, є ще маловивченим об'єктом не тільки у фізиці, але і в хімії (плазмохімії), астрономії і багатьох інших науках. Тому, найважливіші технічні положення фізики плазми до цих пір не вийшли зі стадії лабораторної розробки [6].

Мене настільки зацікавили та здивували дані, отримані у процесі дослідження плазми та можливостей її використання, що я обов'язково й надалі буду вивчати та аналізувати дослідження вчених в цій царині науки.

Список використаних джерел:

1. Перспективи використання плазми в прогресивних технологіях. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uareferat.com/Перспективи_використання_плазми_в_прогресивних_технологіях.
2. Фізика плазми. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Фізика_плазми.
3. Плазма (агрегатний стан). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://wikiinfo.mdpu.org.ua/index.php?title=Плазма_\(агрегатний_стан\)](http://wikiinfo.mdpu.org.ua/index.php?title=Плазма_(агрегатний_стан)).
4. Плазма. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Плазма>.
5. Плазма (агрегатний стан). Штучно створена і природна плазма [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jur-academy.kharkov.ua/news/6865/>.
6. І. О. Анісімов. Фізика плазми. Конспект лекцій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://phys-el.univ.kiev.ua/resources/PlasmaPhys.pdf>.

7. Іоносфера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://old.geology.lnu.edu.ua/phis_geo/fourman/E-books.
8. Іоносфера Землі. Исследование слоев ионосферы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://otmorozkov.net/ionosfera-zemli-issledovanie-sloev-ionosfery-286/>.
9. «Вояджер-2» вийшов за межі Сонячної системи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tsn.ua/ru/nauka_it/voyadzher-2-vyshel-za-predely-solnechnoy-sistemy-i-popal-v-mezhzvezdnoe-prostranstvo-chto-on-tam-uvidel-1439679.html.
10. Німецькі астрофізики підтвердили всплески плазми навколо скоплень галактик. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://itc.ua/news/nemeczkie-astrofiziki-podtverdili-vspleski-plazmy-vokrug-skoplenij-galaktik/>.
11. Магнетрони. Устройство и работа. Виды и применение. Как выбрать. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/magnetrony/>.
12. В Україні вироблятимуть іонно-плазмові двигуни для космічних супутників. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://glavcom.ua/news/v-ukrajini-viroblyatimut-ionno-plazmovi-dviguni-dlya-kosmichnih-suputnikov-536455>.
13. Використання генераторів холодної плазми у медицині. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vtn.ztu.edu.ua/article/view/104289/99793>.
14. Холодная плазма в медицине. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://plasmamed.ru/index.php/kak-eto-rabotaet/medicinskoe-primeneni>.
15. Вчені вперше синтезували холоднішу за космос плазму. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/science/10399389-vcheni-vpershe-sintezuvali-holodnishu-za-kosmos-plazmu.html>.
16. Ракета «Союз-2.1а» виведе в космос корейські міні-спутники для дослідження плазми. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3dnews.ru/994183/?future-link>.

PLASMA ON EARTH AND IN SPACE

Oleksiu Brozd – student of the 10th grade of NVK №23, RCTCSY

The article deals with the forms of plasma on Earth and in space. Examples of its use in various fields are given. Further possibilities of application are outlined. The results of modern plasma studies are analyzed and their relevance is emphasized.

Key words: plasma, plasmosphere, plasma physics, Universe, Medicine, Technology, modern research.

КОСМІЧНЕ СМІТТЯ

Ольга Басараба – учениця 10 кл ЗШ №16, гуртківець ОЦТТУМ

У своїй роботі розповідаю про загрозу космічного сміття для Землі, причини та наслідки його виникнення. Про еволюцію засмічення космічного простору та методи, які допоможуть уникнути цієї гострої проблеми та покращать екологічний стан космосу.

Ключові слова: космос, сміття, Земля, засмічення, людство, загроза, очищення.

Що вважають космічним сміттям? Люди навчилися опановувати космос, запускаючи супутники і ракетоносії – вони не думали про проблеми засмічення космосу і навколоземної орбіти.

Питання назрівало більше 10 років тому і актуалізується з кожним роком. Космічне сміття - космічні уламки, сміття з більш високих орбіт все це знаходиться на низькій навколоземній орбіті, на висоті від 160 км до 2 тис. км., поряд з тисячами працюючих супутників.



Таблиця 1. Поділ космічних уламків за розмірами

Сміття більше 10 см	Сміття від 1 до 10 см	Уламки від 1 мм до 1 см
30 000 уламків	750 000 уламків	166 000 000 уламків

З початку космічної ери відбулося понад 4900 запусків КА - більше 6600 супутників припаркувалися на орбіті. З них 3600 залишаються в космосі, з яких лише одна тисяча функціонує нормально.

Безсумнівно, ми вивели на орбіту чимало сміття, яке з часом не маємо змоги контролювати. Приблизно 65% зареєстрованого орбітального сміття, утворилося через зіткнення космічних посланців чи їх частин на орбіті.



Рис. 1. Еволюція засмічення космосу

Небезпека, яку представляють ці об'єкти для астронавтів, супутників і космічних станцій, далеко не швидкоплинна. Цікаво, що 10-сантиметровий шматок космічного сміття може знищити супутник, а сантиметровий шматочок повністю виведе з ладу космічний апарат і проб'є щити Міжнародної космічної станції. Навіть міліметровий об'єкт може вивести з ладу підсистему. ВПС США відслідковують космічне сміття з 1980-х років.

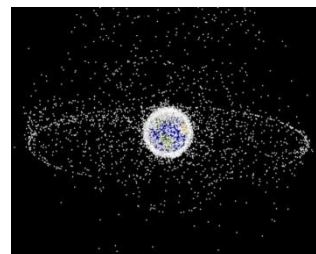


Рис. 2. Рух сміття навколо Землі

Не все, звичайно-мова йде про об'єкти діаметром у кілька сантиметрів і більше. Все це сміття рухається зі швидкістю близько 28 тисяч км/год. На такій швидкості навіть засохла крапля фарби може бути небезпечною для станції або навіть вбити космонавта.

Якщо космічне сміття вріжеться у супутник, воно або серйозно пошкодить його, або просто знищить. Особливу небезпеку становлять кубічні супутники — вони страшенно некеровані і в будь-який момент можуть кудись врізатись. Тут діє теорія «каскадного ефекту», тобто кожне зіткнення збільшує ймовірність наступного у 100 разів. Кожен знищений супутник перетворюється у сотні шматків космічного сміття [1].

Сміття у космосі, як і на Землі, є результатом безпосередньої діяльності людини. Були випадки, коли люди губили у космосі речі. Наприклад, астронавт Пірс Селлерс у 2006 році під час роботи у відкритому космосі загубив свій шпатель. Але скільки речей треба загубити, щоб у космосі літали понад 20 тисяч габаритних предметів до 10 см? Засмічення — результат запуску шаленої кількості супутників, як цивільних, так і військових, починаючи з 4 жовтня 1957 року. Тоді в Радянському Союзі запустили перший штучний супутник, створений під керівництвом генерального конструктора, українця Сергія Павловича Корольова. Цей апарат, за три місяці зробив 1440 обертів довкола Землі, а 4 січня 1958 року увійшов у верхні шари земної атмосфери та згорів.

Рис. 3. Перший супутник Землі

Це було початком космічної ери. В наш час мобільний зв'язок, інтернет, навігатори машин, кораблів та літаків, оборонні комплекси країн працюють через супутники та радари.

Без усіх цих речей нам складно уявити своє життя, але



космічне сміття може збити супутник, тоді виникнуть проблеми зі зв'язком. Чим більше сміття, тим більше зіткнень, і як наслідок, ще більше уламків [2].

Колись людство вважало, що можна викидати сміття у космос



Пів сторіччя тому людство вірило, що космос не має кінця і викидати в нього можна будь-що.

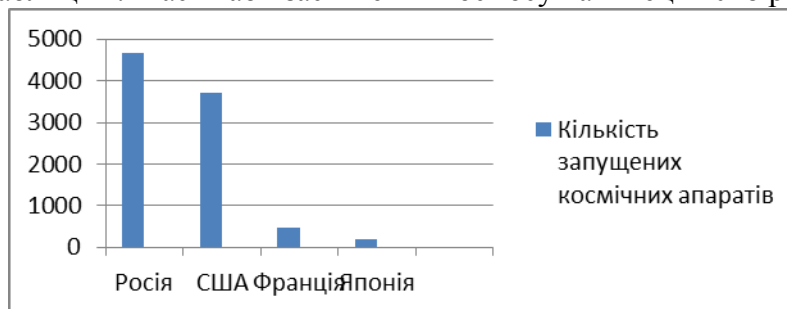
Рис. 4. Сміття, яке літає у космосі

Про цю гіпотезу та причини забруднення розповіла керуюча партнерка компанії Space Logistics Ukraine Тетяна Люлька: «Коли почали запускати космічні апарати в космос, починаючи з 60-х років, ніхто не ставив питання, що робити потім з усім тим, що буде рухатися у нас по орбіті, тому що існувала теорія безмежного неба. Вона полягала в тому, що скільки б туди не спрямували космічних апаратів, коли вони вийдуть з ладу, вони вийдуть на дальню орбіту і ніколи не зіштовхнуться».

У найближчі 100, 50, а може, і 20 років навколо Землі буде пояс з дрібніших уламків. Виявилось, що сміття не просто летить у космічному просторі, а під впливом сили тяжіння Землі обертається, як пояс, навколо нашої планети, захаращуючи нам шлях в космосі. Проте людство не надто непокоїться цим і зараз. У 2018 році Китай здійснив 39 запусків. Це більше, ніж будь-яка інша країна. Лише один з них був невдалим. США у 2018 здійснили 34 запуски, а Росія — 20. При цьому у 2016 році США витратили на свою космічну програму 36 мільярдів, а Китай — менше ніж 5 мільярдів доларів. Китай працює над створенням космічного ліфта і багаторазових ракет-носіїв. Насторожує, що там приватна компанія здійснила всього один запуск, і то невдалий.

Вважаю, що варто більше уваги приділяти безпечному завершенню польотів космічних апаратів як державних так і приватних компаній. В Америці найближче до створення економічно ефективної ракети підбираються приватні компанії, зокрема SpaceX Ілона Маска. Цей винахідник та підприємець планує колонізувати Марс та роздавати безкоштовний Інтернет по всій Землі. Тож, його компанія запускає багато супутників. Всього їх має бути 12 тисяч. Їх виводять на нижню орбіту. Звідси, після закінчення їх строку роботи, супутники мають впасти та згоріти в атмосфері. До речі, падіння великих палаючих об'єктів, вже спостерігали в Австралії та в інших країнах [2].

Таблиця 2. Масштаби засмічення космосу на кінець 2018 року



Класифікація навколоземних орбіт

Навколоземні орбіти, на які запускаються космічні апарати, прийнято ділити на наступні категорії. Низькі геостационарні орбіти (НГО) розташовуються на висоті від 160 до 2000 км над поверхнею нашої планети.

Об'єкти, що рухаються на висотах менше 200 км, відчувають помітне гальмування в самих верхніх шарах атмосфери і досить швидко падають на Землю.

Тому орбіти нижче 300 км для супутників зазвичай не застосовуються - час їх існування на таких висотах порівняно невеликий.

Всі пілотовані космічні польоти - за винятком дев'яти експедицій на Місяць в рамках американської програми Apollo - проходили в області НГО або були суборбітальними. Найбільшої висоти (не рахуючи місячних місій) досяг у вересні 1966 р екіпаж корабля Gemini 11, що мав апогей +1374 км. В даний момент всі населені орбітальні станції і переважна більшість інших штучних супутників Землі перебувають на низьких орбітах. Також на них зосереджена велика частина космічного сміття.

Багато супутників дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та апаратів військової розвідки виводять на НГО, щоб вести зйомку наземних об'єктів з якомога більш близької відстані і досягти максимально можливого розрішення. Ці ж орбіти займають деякі телекомунікаційні супутники, так як на такій висоті їм потрібні менш потужні підсилювачі сигналу. Однак, кожен подібний апарат рухається досить швидко і охоплює обмежену ділянку земної поверхні, тому створюються цілі мережі з безлічі супутників - наприклад, у супутникового телефонного оператора системи Iridium їх більше 70

Після закінчення функціонування ШСЗ здійснюється їх відведення на орбіту поховання яка, як правило, лежить вище їх робочої орбіти (щоб додатково послабити вплив атмосфери). Зокрема, низькоорбітальні розвідувальні супутники з ядерною енергетичною установкою - в т.ч. радіолокаційні - відправляють на висоту близько 650-1000 км, де розрахунковий термін їх існування становить близько 2 тис. років. Часто туди відправляється не сам супутник, а тільки активна зона реактора. Вважається, що за цей термін в ній розпадуться найшкідливіші радіоактивні ізотопи або ж людство винайде спосіб утилізувати небезпечну техніку.

Вище 2000 км знаходиться зона так званих середніх навколоземних орбіт, у ній порівняно мала кількість КА - в основному науково-дослідних і навігаційних (зокрема, супутники системи GPS рухаються по орбітах заввишки 20 350 км з періодом обертання 12 годин). Верхню межу «середньої» зони називають деосинхронною орбітою (ДСО) - її радіус 42 164 км, що відповідає висоті над рівнем моря 35 786 км. Період обертання об'єктів на таких орбітах дорівнює зоряній добі (23 години 56 хвилин 4,1 секунди). Їх окремим випадком є геостационарна орбіта - кругова і лежить в площині земного екватора (0 ° широти). Супутник, який рухається по ній, фактично виявляється «висить» над однією і тією ж точкою Землі. Тому приймальна антена, одного разу спрямована на нього, не вимагатиме подальшого наведення. Очевидно, такі орбіти особливо зручні для телекомунікаційних апаратів, а також спеціалізованих метеорологічних обсерваторій, які ведуть моніторинг певного регіону.

Геостационарна орбіта поховання розташована приблизно на 200 км вище «стандартної» ДСО. Туди відправляють супутники, що виробили свій ресурс або вичерпали запаси пального для бортових двигунів. Далі до відстані близько 300 тис. км знаходиться область високих навколоземних орбіт. Поки вони використовуються досить рідко - зокрема, в цій області простору зараз працює космічний телескоп TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite).

Синдром Кесслера

При вибуховому руйнуванні на орбіті з'являються тисячі дрібних уламків, більшу частину з яких можна відстежити з Землі. Ці фрагменти в свою чергу стикаються між собою і дробляться далі. Таке лавиноподібне зростання кількості орбітального сміття називається синдромом Кесслера, за ім'ям науковця НАСА Дона Кесслера, який виявив і дослідив цей процес у 1978 році.

Вчений спрогнозував, як і чому зросте кількість сміття та передбачив сучасний стан речей. Кожен супутник, космічний зонд або пілотована місія можуть бути потенційними джерелами космічного сміття. У міру зростання кількості супутників на орбіті та старіння наявних, ризик лавиноподібного розвитку синдрому Кесслера весь час зростає.

Побоювання через безконтрольне зростання космічного сміття і загроза втратити ключові супутники змусили науковців шукати шляхи очищення орбіти від уламків: якщо ми зможемо прибрати найпроблемніші шматки сміття, можливо, нам вдасться уникнути "синдрому Кесслера".

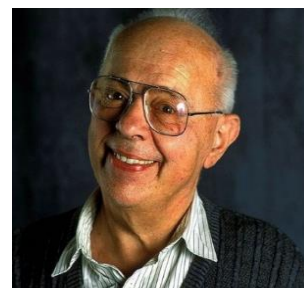
Це непросте завдання, що потребує нових технологій, потенційно - нових законів і, що критично важливо - фінансування. Європейська космічна агенція поки що відіграє тут головну роль, розробляючи місію під назвою "e. Deorbit", метою якої стане забрати із космосу старий великий європейський супутник.

На щастя, взаємодія з атмосферою на низьких навколоземних орбітах, які використовують найчастіше, ліквідує основну частину сміття. Зіткнення літаючих апаратів зі сміттям на менших висотах також не надто небезпечні, оскільки при цьому будь-які тіла втрачають швидкість, а з нею і свою кінетичну енергію, а потім, як правило, згорають у щільних шарах атмосфери.

На висотах, де тертя об атмосферу незначне (700-1000 км), час «життя» космічного сміття значно зростає. Слабкий вплив атмосфери, сонячного вітру та тяжіння Місяця можуть поступово привести до зниження його орбіти, але на це може знадобитися не одна тисяча років.

Космічна ера, що почалась у 1957 році, може закінчитися, не дочекавшись свого сторіччя. Через польоти в космос на навколоземній орбіті множить кількість сміття, а тому вони стають все більш небезпечними.

Рис. 5. Станіслав Лем - польський письменник, який виступав за чистоту космосу



Одним з перших про космічне сміття заговорив польський письменник-фантаст Станіслав Лем: «Навколо найбільшої планети Сіріуса, справжньої перлини цієї планетної системи, виникло кільце на зразок кілець Сатурна, але складається з порожніх пивних і лимонадних пляшок. Космонавт, що летить цією дорогою, змушений обходити не тільки хмари метеоритів, а й консервні банки, яєчну шкаралупу і старі газети». У 1964 році ці слова здавалися жартом, а зараз таке кільце навколо Землі вже утворилося. Його, звичайно, не видно оком, але вживати захисних заходів вже доводиться.

Мабуть, неперевершений за кількістю об'єктів (але не найнебезпечніший) викид космічного сміття здійснили Сполучені Штати в рамках проекту «Вестфорд». Тоді на полярній орбіті заввишки 3500-3800 км було розпорошено 480 млн найтонших мідних дрітків-диполів (довжиною 17,8 мм і товщиною 17,8 мікрона).

Ідея полягала в тому, щоб створити в космосі штучне середовище, що відображає радіохвилі для далекого зв'язку замість ненадійною іоносфери.

Проти експерименту виступили астрономи з британського Королівського товариства, в СРСР газета «Правда» вийшла з заголовком «*США засмічують космос*»

Більшість голок через дуже малі розміри зійшли з орбіти протягом 10 років. Але навіть у 2016 році ще відстежили 38 грудок з голок, які не розділилися при викиді, і, будучи відносно великими об'єктами, не сходять з орбіти.

У травні-червні 2007 року на службовому модулі МКС «Зірка» встановили 17 додаткових протиосколочних панелей для захисту від дрібного космічного сміття. Для цього космонавти Олег Котов і Федір Юрчихін двічі виходили у відкритий космос. Під час другого виходу на поверхні модуля «Зоря» було виявлено отвір, «схожий на кульовий».

Подібний отвір діаметром 6 мм, пробитий частинкою розміром 1-2 мм, побачив в 2013 році в сонячній батареї станції астронавт Кріс Хедфілд. Досі такі пошкодження не

завдавали станції серйозного збитку. Однак ризик несподівано отримати пробію є завжди. США, Росія та ЄС ведуть постійний моніторинг космічного сміття. Протягом 2019 року відстежували понад 17,5 тис. об'єктів. З них 6 тис. - діючі і непрацюючі космічні апарати та ступені ракет, а майже 10 тис. - великі уламки (5-10 см і більше). Для всіх цих об'єктів визначають орбіти, але точно прогнозувати їх рух неможливо. По-перше, є похибки вимірювання положень і швидкостей, по-друге, орбіти уламків весь час трохи змінюються. Перш за все на їх русі позначається опір атмосфери, щільність якої на великій висоті непостійна.

Певний внесок дає тиск сонячного світла, яке залежить від відбивних властивостей і орієнтації об'єкта. Є вплив геомагнітного поля.

Нарешті, гравітаційні збурення від Місяця, планет і нерівномірного розподілу маси всередині Землі не піддаються абсолютно точному обліку. Якщо за прогнозом ймовірність зіткнення МКС з будь-яким об'єктом перевищує 0,01%, станція включає двигуни і здійснює маневр ухилення. Робити це доводиться в середньому раз на рік, але, у 2012 році довелося робити аж чотири таких маневру. Іноді виявити загрозу вдається надто пізно і здійснювати маневр вже ніколи. У таких випадках на станції оголошується евакуація: екіпаж надягає скафандри і займає місця в пристикованих космічних кораблях - їх розмір значно менше і ймовірність потрапити під удар нижча.

За час експлуатації МКС таке відбувалося чотири рази. Однак, проблема у тому, що відстежувати з Землі можна тільки великі уламки - як правило, діаметром більше 10 см. Захисні панелі не встоять навіть проти сантиметрового «снаряда», що летить з орбітальною швидкістю. Ця швидкість на порядок вища, ніж у автоматної кулі, яка при такому розгоні набула б енергії гранати, що розірвалася.



Рис. 6. Вибію в одному з оглядових ілюмінаторів МКС

У космосі такі уламки ще й розходяться по висоті. Таких «гранат» сантиметрового діаметру більше. За сучасними оцінками, навколо Землі літає їх вже близько 700 тис. Якби ці уламки виявилися мінами на поверхні Землі, відстань між ними склала б 25-30 км.

Неконтрольований розвиток синдрому Кесслера може привести до того, що польоти в космос (або, принаймні, тривалі роботи на низьких орбітах) надовго стануть неможливими. Чим менше об'єкт і чим нижче він рухається, тим сильніше гальмує його земна атмосфера. З низьких орбіт дрібне сміття досить швидко випадає на Землю, згоряючи в атмосфері. Навіть МКС, що летить на висоті 400 км, втрачає висоту зі швидкістю близько 100 м на добу.

На висотах 700-1000 км уламки можуть обертатися навколо Землі століттями, стикаючись один з одним і породжуючи зливи уламків. Саме на цих висотах, де уламки живуть довго, найбільш небезпечний розвиток синдрому Кесслера. Виняток - геостаціонарна орбіта на висоті 35 786 км, де знаходяться сотні працюючих і занедбаних апаратів. Втім, і вони можуть викликати серйозні пошкодження крихких антен та сонячних батарей, а побитий супутник в сервіс не повезеш.

Тому на початку 2000-х років, щоб уникнути неприємностей, було вирішено, що всі нові супутники після завершення експлуатації повинні переводитися на так звану орбіту поховання - приблизно на 300 км вище геостаціонарної.

Дослідження показують, що вже на початку цього століття кількість навколосемних об'єктів перевищила той рубіж, коли почав розкручуватися синдром Кесслера. Навіть, якби космічні запуски раптом припинилися 10 років тому, то кількість космічного сміття на орбіті продовжувала б зростати за рахунок зіткнень. У 2007 році Китай провів випробування протисупутникової ракети «Фен'юнь-1С». Ракета протаранила виведений з

експлуатації метеорологічний супутник на висоті 865 км, тобто в найбільш небезпечній зоні. Результатом став найбільший в історії викид космічного сміття.

10 лютого 2019 року сталася перша серйозна сутичка, що знищила діючий космічний апарат - супутник глобальної системи зв'язку «Ірідіум». У нього врізався виведений з експлуатації російський супутник «Космос-2251», запущений в 1993 році. Сталося це над півостровом Таймир на висоті 789 км - знову в самому невдалому місці.

Супутники йшли майже перпендикулярними курсами і зіткнулися зі швидкістю 11,7 км/с. Обидва були повністю знищені розлетівшись на 2200 фрагментів. В результаті утворилося понад 2 тис. великих уламків і десятки тисячі дрібних. . В основному вони розподілені уздовж орбіт двох супутників, але деякі досить сильно від них відхиляються.



Рис. 7. Зіткнення КА «Iridium 33» та «Космос-2251»

У сукупності ці дві події збільшили кількість відслідковуваного великого космічного сміття приблизно в 1,5 рази.

Без них такий рівень засміченості навколоземного простору був би досягнутий через 20-30 років. А зараз прогнози звучать досить тривожно: зіткнення, подібні до тих, що трапилися в 2009 році, будуть відбуватися приблизно раз в п'ять років [3].



Рис. 8. Пробоїна в панелі супутника SolarMax (NASA), утворена в результаті зіткнення осколком космічного сміття

Як позбутися космічного сміття? Сітки та гарпун.

Ця ідея більш відома як ElectroDynamic Debris Eliminator (EDDE), полягає в тому, щоб відправити в космос супутник, озброєний сітками і гарпуном. Дійсно, захоплювати супутники й інші об'єкти, що збилися зі шляху, можна звичайною сіткою. Цей план зручний, недорого коштує і може будь-коли вирушити з місією на низьку навколоземну орбіту.

20 червня 2018 з МКС запустили перший космічний корабель, призначений для очищення навколоземної орбіти від сміття. Апарат оснащений гарпуном і сіткою, й буде збирати уламки розміром до 10 см. За оцінками фахівців, кількість подібних решток на орбіті становить приблизно 8 тис. тон, а ефективного способу боротися з цією проблемою все ще немає. Тому в надії вирішити це питання інженери з британської компанії SSTL і спеціалісти з декількох інших європейських країн і Південної Африки розробили експериментальний супутник RemoveDebris.

20 червня 2018 року апарат вагою в 100 кг успішно запустили на навколоземну орбіту. Для збору сміття RemoveDebris використовує сітку та гарпун. Вже на першому етапі місії в вересні апарат випустив невеликий супутник для дослідження космосу. На другому етапі в грудні RemoveDebris КА шукав уламки для того, щоб їх можна було вивчити, а дані про наближення цих об'єктів відправляти на Землю. На останній фазі RemoveDebris випустив гарпун, який буде ловити сміття з максимальним розміром у 10 см в спеціальну висувну панель. У разі успіху космічний апарат пізніше розгорне вітрило й використає його для того, щоб швидше потрапити у верхні шари атмосфери Землі та згоріти в ній.

Космічні повітряні кулі

Американська корпорація Global Aerospace винайшла нестандартне рішення боротьби з космічними відходами. В основі методу – ідея транспортування сміття в атмосферу Землі, де воно, з великою ймовірністю, швидко згорить. Як буксир учені запропонували використати величезні повітряні кулі — Gossamer Orbit Lowering Device, або GOLD («Легкий, як павутинка, пристрій зниження орбіти»). Уперше свій винахід Global Aerospace презентувала на конференції з астродинаміки у 2010 р.

Кулі GOLD пропонують виготовляти з надтонкого, але міцного матеріалу. Діаметр становитиме 37 метрів. До цілі призначення їх збираються виводити складеними. Науковці заявили, що загальна вага коробки з кулею та пристроєм для надування становитиме 36 кг. Після зустрічі з мішенню-сміттям GOLD прикріплюється до об'єкта. Наступний етап — природне збільшення сили тертя цього тандему, що посприяє зниженню швидкості та подальшому входженню в щільні шари атмосфери.

Рис.9. Повітряна куля проти сміття

Реактивний буксир - Проект CleanSpaceOne від EPFL.

Для більших об'єктів можна було б використовувати роботів, які будуть рухати супутники до повторного входу в атмосферу. Цей проект передбачає створення супутника у формі кубу, який буде переслідувати, захоплювати і знищувати космічне сміття.

Щоправда, вартість буде непомірно високою - близько 200 мільйонів доларів для кожної місії.

Рис. 10. Реактивний буксир

Лазерне знищення космічного сміття

На початку 2018 р. Цюань Вень та його колеги з Інженерного університету ВПС Китаю запропонували новий метод очищення космічного простору. Вони планують випаровувати або розбивати непотрібні об'єкти за допомогою лазера.

Китайці змогли побудувати цікаву комп'ютерну модель, довели, що орбіти «зброї» і сміття мають бути розташовані в одній площині, а також вибрали мішенями уламки понад 10 см. Обстріл планують вести з періодичністю 20 пострілів на секунду. Внаслідок цього сміття має або згоріти, або змінити свою швидкість і поступово «впасти» в атмосферу.

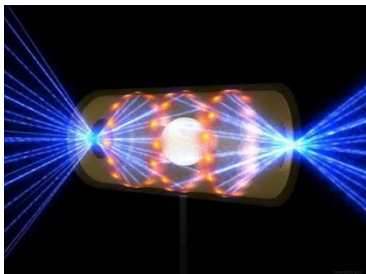


Рис. 11. Перенаправлення за допомогою лазера

Проте, для роздроблення такого великого за космічними мірками сміття знадобиться дуже сильний лазер, а він вже буде вважатися космічною зброєю.

Як відомо, міжнародним правом заборонено використання космічної зброї. Також незрозуміло, чим живитиметься такий потужний пристрій. Зрозуміло одне — винахідники лазера тільки на початку свого шляху, і наразі невідомі всі тонкощі нового космічного очищувача [4].

Чи можливо за короткий термін повністю очистити космос?

Досі на орбіту Землі не виведено жоден сміттєзбирач. Учені й далі вирішують головну проблему — як зробити пристрій таким, щоб не пошкодити під час «збирання»

супутники, які функціонують. Інші фахівці порушують питання профілактики засмічення космосу. По-перше, вони пропонують робити супутники більш довговічними, а по-друге, збільшити їхню маневреність.

Також NASA та ESA зараз серйозно підійшли до створення каталогу орбіт усіх космічних уламків, що надалі сприятиме зменшенню ймовірності зіткнення супутника або МКС із відходами.

Засмічення космосу відбувалося протягом багатьох років, і очистити весь простір за короткий проміжок часу, на жаль, неможливо. На це все піде багато років, і тільки з часом космос буде чистішим. Але за умови, якщо людство усвідомить, що це все залежить від нас.

Вважаю безглуздими пропозиції, які зустрічаються в Інтернеті - розстрілювати відпрацьовані КА, адже це значно збільшить кількість сміття.

Доведеться обмежити, або ж зовсім заборонити запуск КА, щоб усе запущене в космос не перетворилося у сміття і не знищило творців КА та нашу чудову планету [5].



Рис. 12. Теперішній стан космосу

Вважаю:

1) необхідно запозичити та допрацювати досвід проекту «Falcon 9» Ілона Маска і в космос посылати тільки ті космічні апарати, які відпрацювавши свій ресурс зможуть повертатися на Землю. Це буде економія ресурсів та порятунок екології;

2) замінити дорогі паливні та розгінні блоки на ракетах МАК- малими адронними колайдерами, з довжиною розгінного блоку не 27 км, як на ВАК, а 2,7 метри.

МАК розміщувати на ракетах носіях, або краще відмовитись від ракет, які виносять у космос апарати, а МАК розміщувати на самих КА. Атоми нейтрального водню, яких достатньо у Всесвіті, служимуть паливом. Їх варто розганяти до швидкості близької до швидкості світла, а ще ними завжди можна поповнити блоки МАК. Такі космічні апарати могли б літати надзвичайно швидко, як завгодно далеко, працювати як завгодно довго, а при необхідності повертатися в місце старту.

Список використаних джерел:

1. Що вважають космічним сміттям? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/ecology/trash/10119362-kosmichne-smittya-yak-motloh-na-orbiti-mozhe-zupiniti-eru-osvoyennya-kosmosu-video.html>
2. Звідки береться сміття у космосі? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.radio/publications/zvidky-u-kosmosi-smittya-ta-yak-yogo-pozbutys>
3. Синдром Кесслера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bbc.com/ukrainian/science/2015/08/150806_space_junk_problem_sa
4. Як позбутися космічного сміття? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iev.aero/press-centre/news/66>
5. Чи можливо за короткий термін повністю очистити космос? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://enovosty.com/uk/news/full/2802-kosmichne-zvalishhe-yak-ochistiti-orbitu-zemli-vid-smittya>

SPACE TRASH

Olga Basaraba – student of 10th grade of secondary school №16, RCTCSY

My project dwells on the threat of space trash for the Earth, its causes and consequences. Namely, about the increase of space contamination and methods of avoiding this acute problem and improving the ecological condition of space.

Key words: space, trash, the Earth, contamination, humanity, threat, cleanup.

ВИКОРИСТАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ АСТРОНОМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Віктор Сисуєв – студент 3 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Проблема додаткового залучення обчислювальних потужностей для аналізу даних астрономічних спостережень є актуальною на сьогоднішній день. Використання розподільних обчислень є перспективною для обробки даних. Ця технологія вже успішно використовувалась у проєкті SETI. Запропонована оптимізація використання розподільних обчислень використовуючи технологію Блокчейн.

Ключові слова: обробка даних астрономічних спостережень, розподільні обчислення, технологія БлокЧейн, Blockchain, SETI

Дана тема актуальна для вивчення на сьогоднішній день, оскільки кількість даних астрономічних спостережень отриманих від різних типів спостережної апаратури на сьогодні перевищує 150 терафлоп. Очікуваний час на обробку вже отриманої інформації 5-7 років. Вважаю доцільним залучення додаткових обчислювальних потужностей, в тому числі використовуючи розподільні.

Прикладами вірності такої точки зору є стрімкий ріст використання розподільних обчислювань у різних сферах науки і техніки.

Проекти, які використовують розподільні обчислення:

Астрономія та астрофізика

SETI@Home — проєкт з обробки сигналів радіотелескопу, для пошуку радіосигналів позаземних цивілізацій;

Einstein@Home — проєкт з перевірки гіпотези Ейнштейна про гравітаційні хвилі за допомогою аналізу гравітаційних полів пульсарів чи нейтронних зірок;

MilkyWay@home — створення трьохмірної моделі галактики Чумацький шлях;

Cosmology@home — пошук моделі, яка найкращим чином описує наш Всесвіт, а також визначення діапазону моделей, які узгоджуються із сучасними астрономічними та фізичними даними;

Asteroids@home — метою проєкту є визначення форми і характеру обертання значної частини астероїдів.

Проект SETI. Особливу увагу хочу приділити проєкту SETI@Home — проєкт з обробки сигналів радіотелескопу, для пошуку радіосигналів позаземних цивілізацій. Як один з підходів пошуку позаземних цивілізацій SETI Searches використовує радіотелескопи для пошуку вузькосмугових радіосигналів з космосу. Ймовірно, позаземна цивілізація буде використовувати радіозв'язок (земні радіостанції можна зловити з найближчих зоряних систем на високочутливий радіоприймач). Якщо в радіосигналі будуть періодично-повторювані елементи, їх буде нескладно виявити, розрахувавши для запису з радіоприймача перетворення Фур'є. Ці повторювані сигнали приблизно повинні мати штучну природу і, відповідно, їх виявлення побічно підтвердить присутність позаземної технології. Сигнали, отримані радіотелескопом, переважно складаються з шуму, виробленого небесними об'єктами, радіоелектронікою, супутниками, телевізійними вежами і радаром. Сучасні проєкти з пошуку позаземних цивілізацій, такі як SETI, в радіодіапазоні використовують цифрові технології для аналізу даних. Для Radio SETI потрібна неймовірна обчислювальна потужність, тому що розрахунок перетворення Фур'є — вкрай ресурсомістка задача, і в цьому випадку вона помножена на величезну кількість інформації, що надходить з радіотелескопів.

Історія проєкту. У попередніх проєктах SETI Radio Searches використовувалися спеціалізовані суперкомп'ютери, встановлені на радіотелескопах, що аналізували величезний обсяг інформації. У 1994 році Девід Геді, працюючи в програмі SERENDIP Каліфорнійського Університету в Берклі, запропонував використовувати

віртуальний суперкомп'ютер, що складається з великого числа комп'ютерів, що мають доступ до Інтернету, та організував проект SETI@home для перевірки цієї ідеї. Науковий план, який розробили Девід Геді і Крейг Каснофф з Сієтлу, був представлений на п'ятій міжнародній конференції з біоастрономії у липні 1996 року.

Проект SETI@home стартував 17 травня 1999 року. Ця версія, іменована надалі SETI@HomeClassic, проіснувала до 15 грудня 2005 року. Далі проект продовжується тільки з використанням платформи BOINC. З 3 травня 2006 року використовується клієнтське програмне забезпечення SETI@homeEnhanced.

Фінансування проекту. Фінансування проекту здійснюється в основному Planetary Society[en] — некомерційною організацією, діяльність якої присвячена дослідженню Сонячної системи й пошуку позаземного розуму. Planetary Society є основним спонсором SETI@home. Також великий вклад складають пожертвування від учасників проекту й безкоштовна передача обладнання від спонсорів. Крім того, є фінансові надходження від продажу товарів з атрибутикою проекту.

Програмне забезпечення. Клієнтське програмне забезпечення побудоване на базі платформи з відкритим програмним кодом (GNU General Public License), де кожен охочий учасник проекту може внести свій вклад не тільки в розрахунки, але і в розробку й тестування програмного забезпечення. Тому клієнтське забезпечення доступне для більшості популярних операційних систем і типів центральних процесорів.

Як працює проект. Проект полягає в обробці даних радіотелескопу обсерваторії Аресібона предмет пошуку сигналів, які можна інтерпретувати як штучні. Інформація, отримана з опромінювача радіотелескопу, записується з високою щільністю на магнітну стрічку (заповнюючи приблизно одну 35-гігабайтну DLT плівку в день). При обробці дані з кожної стрічки розбиваються на 33000 блоків по 1049600 байт, що становить 1,7 с часу запису з телескопу. Потім 48 блоків конвертуються в 256 завдань на розрахунок, які розсилаються не менше ніж на 1024 комп'ютери учасників проекту. Після обробки результати передаються комп'ютером учасника проекту в Space Sciences Laboratory (SSL) Каліфорнійського університету, Берклі (США) за допомогою програмного забезпечення BOINC.

Кожен користувач персонального комп'ютера, що має доступ до Інтернету, може підключитися до проекту (такий підхід дає безпрецедентну обчислювальну потужність, зумовлену великою кількістю комп'ютерів, що беруть участь в обробці даних).

Розвиток проекту. На 25 березня 2012 року, проект SETI@home є найбільш популярним на платформі BOINC — загальне число учасників проекту становить понад 1,2 млн. За обсягом обчислень у день, за станом на 25 березня 2012 року, проект займав п'яту позицію з результатом 1,6 петафлопс, поступаючись проектам Folding@home, PrimeGrid, DistRTGen і MilkyWay@home. Результати використовуються також і для дослідження інших астрономічних об'єктів. Подальше продовження й доповнення до проекту SETI@Home — проект AstroPulse (Beta) (астрономічні дослідження).

Для AstroPulse (Beta) існують клієнти для GNU/Linux (в тому числі і для 64-розрядних версій) і Microsoft Windows. 27 січня 2009 року, було оголошено про створення нового відкритого проекту — setiQuest. Як очікується, в його основу ляжуть вихідні коди SETI@Home, які повинні бути передані спільноті під відкритою ліцензією в другому кварталі 2010 року.

На сьогодні проект, що працював протягом 21 років (проект пошуку позаземного життя SETI @ Home) оголосив про своє закриття в кінці березня. Для своєї роботи він використовував комп'ютери звичайних користувачів. Це зробило його найвідомішим із серії проектів Search for Extra-Terrestrial Intelligence пошуку розумного життя на інших планетах.

Творці проекту називають причиною його заморозки критичну малу ефективність. За час його роботи було опрацьовано величезну кількість інформації, проте це не

дозволило прийти до якого-небудь фінального висновку. Вчені говорять, що необхідно зосередитися на аналізі вже отриманих результатів. Університет Берклі продовжить використовувати обчислювальні потужності користувачів в рамках своєї платформи BOINC.

Використання розподільних обчислень в астрономії

Спостережна астрономія – галузь астрономії, пов'язана з отриманням спостережних даних про небесні об'єкти із застосуванням телескопів та інших астрономічних приладів.

Як наука астрономія практично позбавлена можливості проведення експериментів з об'єктами Всесвіту, що дещо компенсується можливістю спостерігати й досліджувати величезну кількість астрономічних явищ. Подібні спостереження дозволяють, наприклад, простежувати деякі закономірності властивостей, що виявляються об'єктами. Результати вивчення близьких об'єктів, які виявляють певні властивості (наприклад, змінні зорі) можна поширити на віддаленіші об'єкти з подібними властивостями: так, залежно від періоду пульсації цефеїд можна оцінювати їх світність та відстані до інших галактик.

Галілео Галілей застосовував телескоп для спостереження небесних об'єктів і записував результати спостережень. Відтоді спостережна астрономія істотно розвинулася, удосконалювалася техніка створення телескопів.

Розподілені обчислення (розподілена обробка даних) — спосіб розв'язання трудомістких обчислювальних завдань з використанням двох і більше комп'ютерів, об'єднаних в мережу.

Розподілені обчислення є окремим випадком паралельних обчислень, тобто одночасного розв'язання різних частин одного обчислювального завдання декількома процесорами одного або кількох комп'ютерів. Тому необхідно, щоб завдання, що розв'язується було сегментоване — розділене на підзадачі, що можуть обчислюватися паралельно. При цьому для розподілених обчислень доводиться також враховувати можливу відмінність в обчислювальних ресурсах, які будуть доступні для розрахунку різних підзадач. Проте, не кожне завдання можна «розпаралелити» і прискорити його розв'язання за допомогою розподілених обчислень.

Щоб знизити витрати часу, пов'язані з латентністю, потрібно:

- розробляти алгоритми, що вимагають менше пересилань даних, так як це є мірою складності системи, а також групувати запити і відповіді;
- використовувати інформацію, розташовану «близько» в гіпермережі;
- кешувати, запитувати заздалегідь і дублювати інформацію (при цьому не варто забувати, що дані мають властивість застарівати);
- переміщати дані на ЕОМ, де виконуються обчислення;
- виконувати обчислення там, де зберігаються дані.

Це вимагає вирішення виникаючих питань, пов'язаних з безпекою та використанням приватних ресурсів та сервісів.

Повніший перелік практично всіх існуючих і завершених проектів розподілених обчислень в інтернеті можна переглянути на сайті DistributedComputing. Учасники розподілених обчислень в Україні працюють як самостійно, так і в складі команд, найчисельнішою та найпотужнішою з яких є — DistributedComputingTeamUkraine. Статус команди — Національна, офіційний сайт.

Деякі проблеми, які можливо вирішити за допомогою розподільних обчислень: спостереження періодичних комет, спостереження зміни яскравості зорі та інше. Для отримання найкращих результатів я пропоную використовувати вже існуючі технології блокчейну. **Блокчейн**, тобто ланцюжок блоків транзакцій (англ. Blockchain, Blockchain від block — блок, chain — ланцюг) — розподілена база даних, що зберігає впорядкований ланцюжок записів (так званих блоків), що постійно довшасяє. Дані захищено від підробки та спотворення. Кожен блок містить часову позначку, геш попереднього блока та дані транзакцій, подані як геш-дерево. Таку розподілену базу даних закладено в основу крипто

валюти Bitcoin (вона була описана 2008 і реалізована 2009 року), де слугує бухгалтерською книгою для всіх операцій.

Переваги використання: можливість залучати для обробки інформації практично будь які сучасні електронні пристрої (комп'ютери, мобільні телефони, носиму електроніку, телевізори, таке інше). Можливість отримувати данні з фактом підтвердження. Можливість групувати отримані данні, робити певні розрахунки та твердження. Для прикладу: для знаходження періодичних комет треба лише порівняти фотографії зоряного неба зроблені через певний час. Отримані данні будуть достеменні і їх можна використовувати для подальших астрономічних спостережень.

Над створенням нових блоків одночасно працює чимало «майнерів». Новостворений блок, що відповідає певним умовам, негайно надсилається решті членів мережі і має стати наступною ланкою ланцюжка. Постійно трапляється таке, що з різних частин мережі (від різних учасників) надходять блоки, що попереднім називають той самий блок, тобто відбувається галуження. Навмисне чи ненароком можна обмежити поширення новостворених блоків (наприклад, одне з галужень ланцюжка може деякий час розвиватися в межах локальної мережі). Тоді одночасно відбувається створення кількох гілок одного ланцюжка, що суперечать одна одній.

Коли поширення блоків поновлюється, майнери розв'язують суперечність, обираючи найдовшу гілку з найбільшим рівнем складності за єдину «достовірну». За однакової складності і довжини перевага віддається гілці, кінцевий блок якої з'явився раніше.

Розподілена база даних Blockchain — це ланцюжок блоків, що постійно зростає, зберігаючи всю історію транзакцій. Копія бази даних або її частини одночасно зберігаються на безлічі комп'ютерів та синхронізуються відповідно до формальних правил побудови ланцюжка блоків. Дані блоків не шифровані і доступні у відкритому вигляді, проте захищені від змін криптографічно через геш-ланцюжок

Зазвичай умисна зміна інформації в будь-якій копії бази або навіть в багатьох копіях не буде визнана істинною, бо не відповідатиме правилам. Деякі зміни може бути прийнято, якщо їх внести в усі копії бази (наприклад, видалення кількох останніх блоків через помилку в їхньому формуванні).

Отже, проаналізував сучасний стан астрономічних спостережень було виявлено недостатню кількість обчислювальних потужностей, що використовуються для обробки даних астрономічних спостережень та зроблено огляд використання подібної технології у інших областях науки та техніки. Пропоную залучити більше потужностей, використовуючи розподільні обчислення. Для отримання достеменних даних пропоную використовувати технологію блокчейн. Вважаю, що це дасть змогу по-перше прискорити обробку інформації отриманої за допомогою різних типів спостережної апаратури, по-друге скоротить кошти на обробку цієї інформації, по-третє отримати інформацію, яка достеменно підтверджена.

THE USE OF DISTRIBUTED COMPUTING POWER FOR THE ANALYSIS OF ASTRONOMICAL OBSERVATIONS

Viktor Sysuev – 3rd year student of higher education bachelor's degree NPDU

The problem of additional attraction of computing power for the analysis of astronomical observation data is relevant today. The use of distribution computing is promising for data processing. This technology has already been successfully used in the SETI project. The proposed optimization of the use of distribution computing using Blockchain technology.

Key words: processing of astronomical observation data, distribution computing, BlockChain technology, Blockchain, SETI

НЕЙТРИНО НА СЛУЖБІ НАУКИ

Віоріка Оліх – учениця 10 класу школи – гімназії №30, Вінниця, гуртківець ОЦТТУМ

У статті йдеться про історію відкриття нейтрино, розташування та роботу нейтринних обсерваторій.

Розглянуто його значення у нейтринній астрономії та у вивченні процесів, що відбуваються в далеких астрофізичних об'єктах. Досліджено роль нейтрино в засобах зв'язку, геології, у виявленні і знешкодженні атомної зброї супротивника. В роботі також йдеться про дослідження Великого адронного колайдера.

Ключові слова: нейтрино; бета-розпад; черенковське випромінювання; АМАНДА, IceCube, Басканська, Байкальська та Каміокська обсерваторії.

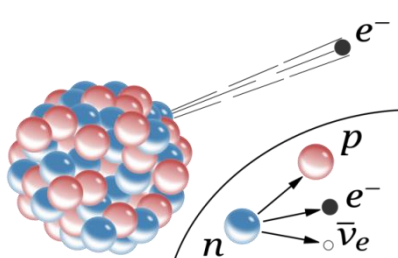
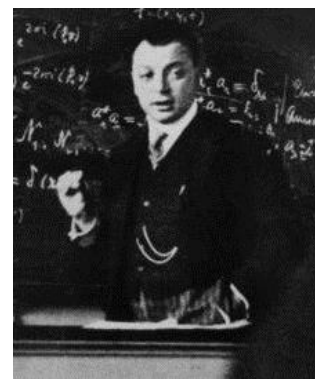


Рис. 1. Бета-розпад

Близько сто років тому фізиків почала бентежити дивна поведінка електронів, що вилітають з нестабільних ядер при бета-розпаді (рис. 1). Експериментальні дані показують, що кінетична енергія цих частинок змінюється в досить широких межах. У той же час, з'являється все більше і більше підтверджень, згідно яких можна вважати, що такі ядра гублять енергію переривно однаковими порціями. У цьому випадку кожен конкретний вигляд бета-розпаднака начебто повинен був генерувати електрони однакової енергії, а цього не відбувалося [1].

Нейтрино — загальна назва нейтральних фундаментальних частинок з напівцілим спіном, що беруть участь тільки в слабкій і гравітаційній взаємодіях і відносяться до класу лептонів [2]. Гіпотезу про існування частинки, яка надзвичайно слабо взаємодіє з речовиною, висунув 4 грудня 1930 року Ернст Паулі — відомий Віденський фізик-теоретик XX сторіччя. У 1934 році Енріко Фермі включив частинку, яку назвав *нейтрино* в свою теорію бета-розпаду [2].

Рис. 2. Вольфганг Ернст Паулі — фізик-теоретик XX сторіччя, один з піонерів квантової фізики



Існування нейтрино вперше було експериментально підтверджене у 1956 році Фредеріком Райнесом, зі штату Нью-Джерсі в США, і Клайдом Кованом в Обсерваторії нейтринних досліджень Національного наукового фонду IceCube на американській станції Південний полюс Амундсена – Скотта [2].

• *Нейтринна астрономія* — галузь астрономії, що спостерігає астрономічні об'єкти в спеціальних обсерваторіях за допомогою нейтринних детекторів. Частинки нейтрино утворюються внаслідок деяких видів радіоактивного розпаду, ядерних реакцій, подібно до тих, що відбуваються на Сонці, чи внаслідок зіткнення космічних променів з атомами. Через дуже слабку взаємодію з речовиною нейтрино надає унікальну можливість спостерігати за процесами, які недоступні для оптичних телескопів [3].

Властивості

нейтрино. Кожному зарядженому лептону відповідає своя пара:

- нейтрино/антинейтрино;
- електрон/позитрон;
- електронне нейтрино/електронне антинейтрино.

Електрон — стійка негативно заряджена частинка атому.

Електронне нейтрино — стабільна елементарна частинка, електрично нейтральна. Бере участь лиш у слабкій гравітаційній взаємодії. До речі, є першим передбаченим та відкритим підвидом нейтрино [2].

- Мюон/антимюон — мюонне нейтрино/мюонне антинейтрино

Мюон — нестійка негативно заряджена частинка.

- *тау-лептон/антитау-лептон*; *тау-лептонне нейтрино/тау-лептонне антинейтрино*.

Тау-лептон — нестійка елементарна частинка з негативним електричним зарядом [2].

Нейтринні обсерваторії

Антарктичний мюонно-нейтринний масив детекторів. Це — нейтринний телескоп, розташований під полярною станцією Амундсена-Скотта. У 2005 році, після дев'яти років роботи, телескоп офіційно став частиною проекту — нейтринної обсерваторії «Ice Cube» [4].

Мюон-нейтринний детектор AMANDA реєструє високоенергетичні нейтрино (50+ GeV), які проходять крізь Землю в північній півкулі і потім вступають в реакцію проходячи через антарктичний лід. Оптичні модулі реєструють Черенковське випромінювання (випромінювання електромагнітних хвиль зарядженою часткою, яка рухається у середовищі з більшою, ніж у світла швидкістю [5]) від новоутворених частинок [4].



Рис. 3. Оптичний модуль детектора нейтрино AMANDA в північній півкулі

Метою AMANDA була спроба розпізнати і охарактеризувати джерела нейтрино, які знаходяться поза Сонячною системою.

Всього у 1997 р. було виявлено близько 300 потенційних нейтронних подій з північної півкулі, зображених на рис. 4. Жодна з них не мала позаземного походження, тобто не була викликана нейтрино з позаземних джерел.

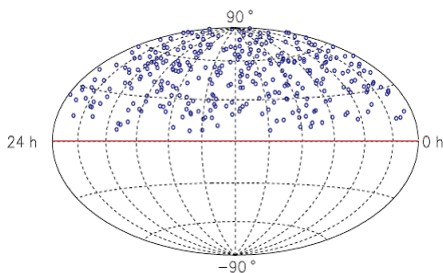


Рис. 4. Географічне розташування нейтринно подібних подій, виявлених на детекторі

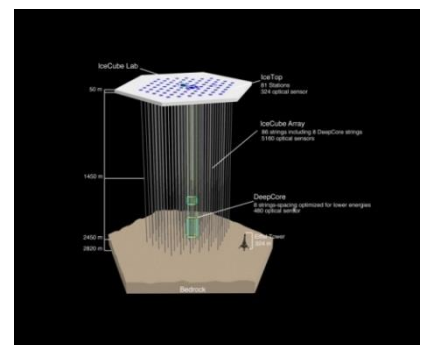
Після двох років інтегрування детектора - у 2009 році, його обчислювальний центр AMANDA припинив свою роботу [6].

IceCube

IceCube — нейтринна обсерваторія, побудована на антарктичній станції Амундсен-Скотт, що належить США [7].

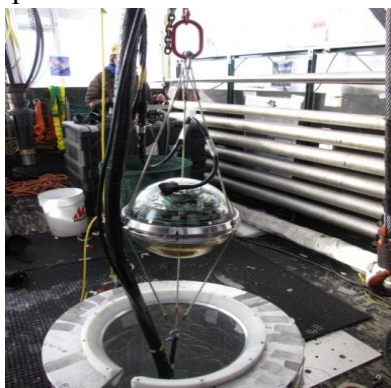
Нейтринний телескоп IceCube складається з 86 струн з 5160 цифровими оптичними модулями, які використовуються для визначення і реєстрації нейтрино подій. Хоча висота телескопа становить 2820 метрів, середня глибина - 2 452 метри [8].

Рис. 5. Оптичний модуль IceCube



Оптична система реєструє черенковське випромінювання мюонів високої енергії, що рухаються в напрямку вгору (тобто з-під

землі). Ці мюони можуть народжуватися лише при взаємодії з мюонними нейтрино, що пройшли крізь Землю, з електронами і нуклонами льоду (і шару ґрунту під льодом, товщиною близько 1 км) [7]. Потік мюонів, що рухаються зверху вниз, значно вищий, проте вони здебільшого народжуються у верхніх шарах атмосфери за рахунок космічних променів.



Тисячі кілометрів земної речовини діють як фільтр, відсікаючи всі частинки, які відчувають сильну або електромагнітну взаємодію (мюони, нуклони, гамма-кванти тощо).

Рис. 6. Цифровий оптичний модуль IceCube
Нейтринні події

З усіх відомих частинок тільки нейтрино можуть пройти Землю наскрізь. Таким чином, хоча IceCube розташований на Південному полюсі, він детектує нейтрино, що приходять з північної півсфери неба [7].

Компіляція деяких класних унікальних напів-чинних нейтринних подій, нейтринної обсерваторії IceCube.

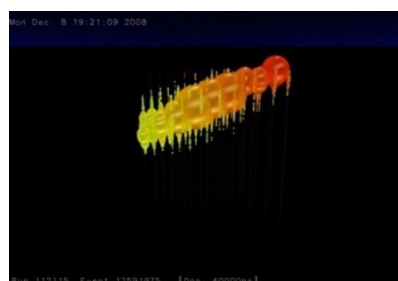
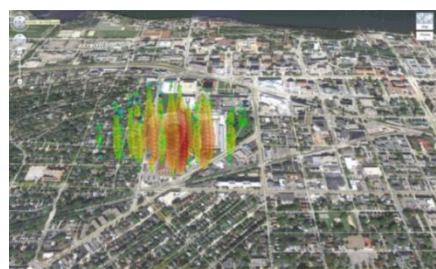


Рис. 7. Надзвичайно високо-енергетична подія

Було виявлено, що аромати, напрямки та енергії цих нейтрино несумісні з очікуваними від атмосферних мюонних і нейтронних фонів і узгоджуються із загальними



прогнозами для додаткового компонента позаземного походження [9].

Рис. 8. Нейтрино з найвищою енергією,
що коли-небудь спостерігалось

Двадцять вісім подій з енергіями близько 30 TeV і вище були виявлені при пошуку на всьому небі, проведеному в період з травня 2010 року по травень 2012 року, для нейтринних подій високої енергії з вершинами, що містяться в нейтринному детекторі IceCube [8].

Коли нейтрино взаємодіє з льодом Антарктики, воно створює інші частинки.

Баксанська нейтринна обсерваторія

Баксанська нейтринна обсерваторія — науковий комплекс, який входить до складу Інституту ядерних досліджень Російської академії наук. Обсерваторія розташована на Північному Кавказі в районі річки Баксан на висоті 1700 м над рівнем моря [10]. Підземні споруди розташовані під горою Андирчі (3922 м) на різних відстанях від входу в штольну, довжина її становить 4000 м. Вона почала діяти 1977 року [10, 11].



Рис. 9. Розташування Баксанської нейтринної обсерваторії

Основний напрям досліджень — реєстрація нейтрино та космічних променів високих енергій сонячного і галактичного походження, які виникають під час гравітаційного колапсу зір або спалахів нових чи наднових (нейтринна астрономія) [11].

Байкальская нейтринная обсерватория

Байкальський глибокий підводний нейтринний телескоп (BDUNT) - це нейтрино-детектор, що проводить дослідження під поверхнею озера Байкал (Росія) з 2003 року. [1].

Рис.10. Сцинтиляційний телескоп



Перший в Росії детектор був запущений у 1990 році, завершив роботу у 1998 році. У 2005 році був



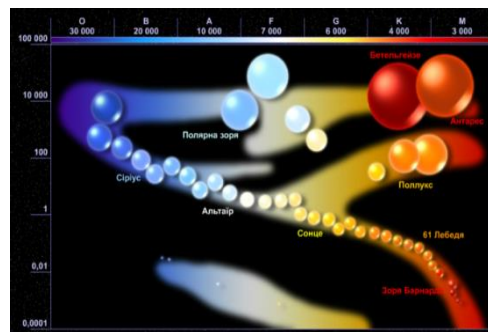
модернізований і знову запущений у 2015 році для створення детектора об'ємом Гігатона (Baikal-GVD) [2].

BDUNT збирає багато атмосферних нейтрино, створених космічними променями, що взаємодіють з атмосферою [12].

Рис. 11. Детектор Байкальської нейтрино обсерваторії Застосування нейтрино

Нейтринна астрономія. Цей розділ астрономії вивчає нейтринні випромінювання, що надходять із джерел поза сонячною системою.

Рис 12. Всі зірки випромінюють не тільки світло, а й нейтринні потоки, що виникають як наслідок ядерних реакцій.



Так як нейтринні потоки без будь-якого поглинання здатні долати гігантські відстані, це дає можливість вивчати властивості дуже віддалених об'єктів [13].

Зв'язок на основі нейтринних потоків поки що тільки в теоретичних розробках. Вважаю, що такий зв'язок зробить можливим передачу даних в будь-які точки земного простору, підземні і підводні. Дуже важлива перевага - передача інформації крізь товщу планети та наддалекі відстані відбувається без втрат потужності сигналу [13].

Геологія. Ті нейтрино, які утворилися після радіоактивного розпаду елементів, що знаходяться всередині Землі, можуть допомогти у вивченні внутрішнього складу планети. Якщо виміряти інтенсивність потоку нейтрино в різних точках планети, можливе складання карти, на якій будуть відображені джерела радіоактивного тепловиділення [13]. Вважаю, що це може бути використано у сейсмології для прогнозування виверження вулканів та землетрусів.

Виявлення і знешкодження атомної зброї супротивника.

У майбутньому, після відповідного технічного прогресу, нейтрино можна буде використовувати для виявлення і знешкодження атомної зброї супротивника [14].

Причому "стріляти" нейтринна гармата зможе з протилежного боку земної півкулі, пронизуючи планету наскрізь. Тоді військовим доведеться терміново заново переховувати всі свої атомні запаси, аби винахідники не змогли випробувати на практиці своєї нейтринні гармати [14].

Дослідження Землі. Використовуючи дані детектору IceCube, вчені змогли вивчити внутрішні особливості Землі. У ході роботи вони використовували для розрахунків кількість нейтрино, зареєстровану детектором. Перш за все цікавили фізиків атмосферні нейтрино, народжені у верхніх шарах земної атмосфери. Зрідка ці частинки все ж взаємодіють з речовиною, а наслідки цього посилюються детектором [15].

Астрономи вперше знайшли джерело нейтрино надвисоких енергій

Астрономи кілька років тому вперше змогли ідентифікувати джерело космічних нейтрино високих енергій, зафіксованих обсерваторією IceCube, що знаходиться на антарктичній станції Амундсен-Скотт, яка належить США.

Вчені зробили висновок, що частинки з енергіями в сотні разів більшими, ніж у протонів у Великому адронному колайдері, породили блазар (активне ядро галактики), світло від якої йшло до Землі кілька мільярдів років.

Цей результат означає новий етап розвитку багатоканальної астрономії та підтверджує ідею, що блазари — джерела космічних променів високих енергій [16].



Рис. 13. Великий адронний колайдер — найбільший у світі прискорювач елементарних частинок розташований у Швейцарії

Які процеси відбуваються в далеких астрофізичних об'єктах

Вчені отримують можливість це визначити з енергетичного спектра зареєстрованих частинок і у напрямку їхнього прильоту. Завдяки тому, що нейтрино дуже легкі, не мають заряду та взаємодіють з речовиною тільки на дуже малих, субатомних відстанях.

28 вересня 2017 року команда космічної гамма-обсерваторії «Фермі» повідомила, що певний напрямок прильоту зареєстрованих нейтрино з середньою енергією 290 TeV відповідав відомому джерелу гамма-променів в стані підвищеної активності [16].

Це блазар TXS 0506 + 056, який є активною галактикою, що розташована недалеко від лівого плеча сузір'я Оріона. Світло від джерела добиралося до Землі чотири мільярди років.

Вивчаючи спостереження та дослідження особливостей нейтрино, я використовувала результати нейтринних обсерваторій, користуючись при цьому їх сайтами.

Отже, використання цих часточок у сейсмології для прогнозування виверження вулканів та землетрусів збереже життя мільйонів людей.

❖ Діагностика протікання ядерної реакції може бути застосована до промислових ядерних реакторів і атомних електростанцій. Це убезпечить людство від аварій подібних Чорнобильській.

❖ Можливість встановлення зв'язку у будь-якій точці земного простору: в горах, під землею, під водою, і що головне без втрат потужності сигналу.

❖ Вважаю, що згодом будуть розроблені нейтринні телефони для зв'язку з посланцями на Місяць, на Марс та інші тіла Сонячної, а з часом до позасонячних систем.

❖ Виявлення і знешкодження атомної зброї супротивника знівелює її виготовлення та розташування, а згодом приведе до повного ядерного роззброєння.

Космічна частинка нейтрино, як безпечне джерело енергії, надзвичайно потрібна для людства. Вона є унікальною, оскільки є енергетичним ресурсом, творцем енергії майбутнього, альтернативним джерелом, яке ми можемо використовувати постійно, адже ця технологія використовує невидимий спектр Сонця, а не його світло.

Список використаних джерел:

1. Дивна поведінка електронів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430999/Chastitsa_prizrak_neytrino
2. Нейтрино. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Нейтрино>
3. Нейтринна астрономія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Нейтринна_астрономія

4. Антарктичний мюонно-нейтринний масив детекторів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Антарктичний_мюонно-нейтринний_масив_детекторів
5. Черенковське випромінювання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Черенковське_випромінювання
6. Аманда. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://amanda.uci.edu/>
7. IceCube [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/IceCube>
8. IceCube. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://icecube.wisc.edu/news/view/171>
9. Ice cube. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://icecube.wisc.edu/science/icecube/detector>
10. Баканська нейтринна обсерваторія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inr.troitsk.ru/eng/ebno.html>
11. Баксанська нейтринна обсерваторія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Баксанська_нейтринна_обсерваторія.
12. Байкальська нейтрина обсерваторія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Baikal_Deep_Underwater_Neutrino_Telescope
13. Де застосовують нейтрино [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://light-science.ru/fizika/nejtrino.html>
14. Виявлення і знекодження атомної зброї. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://postup.brama.com/usual.php?what=10453>
15. Дослідження Землі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.korrespondent.net/tech/science/4029998-fizyky-z-dopomohoui-chastynok-neitryno-vymirialy-masu-zemli>
16. Джерело нейтрино. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/astronomy-vpershe-znaishly-dzherelo-neitryno-nadvysokykh-enerhii-nym-vyavyvsia-blazar>

NEUTRINOS AT THE SERVICE OF SCIENCE

Viorika Olih – student of 10 grade, School-gymnasium №30, RCTCSY

The article told about the history of neutrino discovery, the location and operation of neutrino observatories. Its significance in neutrino astronomy and in the processes occurring in distant astrophysical objects is considered. The role of neutrinos in communications, geology, in the detection and disposal of enemy nuclear weapons has been investigated. The work also told about the research of the Large Hadron Collider.

Key words: neutrino; beta breakup; Cherenkov radiation; AMANDA, IceCube, Basque, Baikal Observatories.

КОМЕТИ. СПЕКТРИ КОМЕТ

Микола Томащук – вчитель інформатики Гулівського НВК «ЗЗСО I – II ст. – ЗДО», викладач фізики та астрономії Михайловецького професійного аграрного ліцею

Запропоновано узагальнення та систематизація відомостей про комети, їх будову, види, склад на основі аналізу спектрів. Розглянуто класифікацію комет за періодом обертання і види кометних хвостів. Охарактеризовано склад комет на основі аналізу спектрів на прикладах деяких комет. Дано рекомендації щодо спостереження та відкриття комет.

Ключові слова: комета, спектр, ядро, кома, хвіст комети.

Астрономія є найдавнішою з наук. У перекладі з грецької її назва означає «закони зір», тому що дослідження неба древні астрономи розпочали із зірок. Сучасна астрономія

вивчає всі об'єкти, розташовані за межами Землі: зорі, планети, астероїди, комети, галактики, туманності та Всесвіт у цілому.

У сучасній астрономії використовують різноманітні методи дослідження. Астрономи не тільки вивчають космічне випромінювання усіх довжин хвиль, але й проводять експерименти у космічному просторі. Важливою особливістю астрономії є те, що відкриття може зробити не лише вчений-спеціаліст, але й звичайний астроном-любитель. Аматори можуть відкрити нові і наднові зорі (як правило, випадково), астероїди та комети. Станом на сьогоднішній день, 70% комет відкривають непрофесіонали, а вчені досліджують їх склад (за допомогою спектрального аналізу) і особливості руху (на основі спостережень і обчислень).

Узагальнити відомості про комети, їх види та особливості руху. Охарактеризувати хімічний склад комет на основі аналізу їх спектрів. Надати рекомендації щодо спостереження та відкриття комет.

Комети

Слово «комета» у перекладі з грецької мови означає «хвостата», оскільки за формою нагадує точку із хвостом. Довгий час комети вважалися згущеннями в атмосфері, лише Тіхо Браге довів: усі комети знаходяться далі, ніж Місяць. Едмонд Галлей обчислив елементи орбіт 24 яскравих комет, які спостерігалися у період з 1337 по 1698 рік і дійшов висновку, що це – одна і та ж комета, яка обертається навколо Сонця з періодом 75,5 років. На даний час відкрито близько 1000 комет. Кожна комета складається з ядра, коми та хвоста (рис.1).

Ядро – це брила з водяного льоду з домішками метану та аміаку, в яку вморожені гірські породи. При наближенні до Сонця речовина комети випаровується, утворюючи кому. Під дією світлового тиску і сонячного вітру речовина комети здувається у протилежний від Сонця бік, утворюючи хвіст [1].

За періодом обертання навколо Сонця комети поділяють на 2 групи:

- Короткоперіодичні. Мають невеликі значення великих півосей орбіт, невеликі ексцентриситети і кути нахилу орбіт стосовно екліптики. Походять із поясу астероїдів, поясу Койпера або внутрішньої частини хмари Оорта (розсіяного диску).
- Довгоперіодичні. Мають різні значення ексцентриситету і великі кути нахилу орбіт.

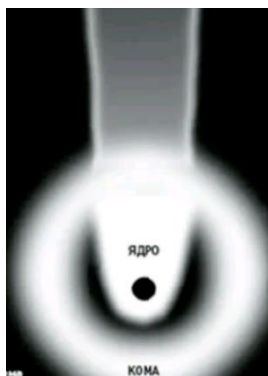


Рис.1. Структура комети

Довгоперіодичні комети походять із хмари Оорта – області Сонячної системи, яка займає простір від 2000 а.о. до 50000 а.о. (майже світловий рік!) із максимумом півосей комет на відстані близько 20000 а.о. [2]. Вважається, що хмара Оорта має сферичну форму, на відміну від решти Сонячної системи (рис.2).



Рис.2. Схема хмари Оорта

Крім того, розрізняють 3 типи кометних хвостів [3]:

- Газовий. Складається з газів, завжди напрямлений у протилежний до Сонця бік.
- Пиловий. Складається з пилу, напрямлений під різними кутами стосовно Сонця, оскільки на пил має значний вплив сила тяжіння світила.
- Аномальний. Складається з важких частинок і напрямлений до Сонця (рис.3).

Спектри комет

Вперше спостерігати спектри комет почали ще у 1847 році. Було помічено, що їх спектри нагадують спектр полум'я спиртівки, а детальний аналіз спектрів розпочали у 60-х роках XX ст.

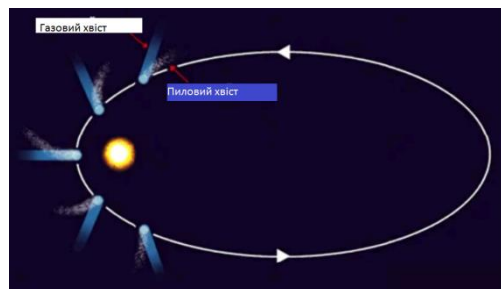


Рис.3. Типи кометних хвостів

Аналізи спектрів комет свідчать, що пилові хвости мають такий же спектр, як і Сонце, тобто вони лише відбивають світло. А газовий спектр комет – навпаки, дуже складний. Спостерігають молекули C_2 , CN (ціан), CH , HCN , CH_3 , H_2O , Fe , Na , а також аміаку, вуглекислого та чадного газу.

П. Свінгс довів, що смуга поглинання на довжині хвиль 4050 А належить трьохатомній молекулі C_3 . Смути 4231, 4238 і 4254 А вдалося ототожнити із випромінюванням CH^+ , а червоний дублет 6300 і 6364 А – випромінюванню атомів нейтрального кисню OI .

На рис.4 можна побачити спектр голови комети 1961 е (Х'юмасаона).

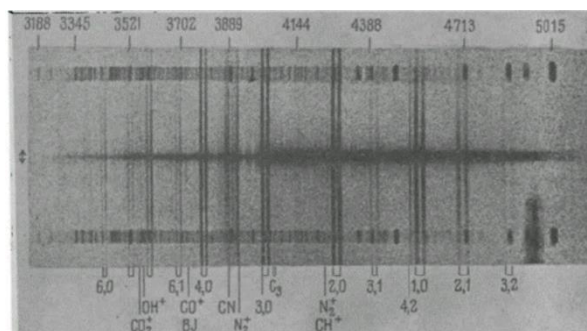


Рис.4. Спектр голови комети 1961 е

Зовсім недавно, у грудні 2019 року, через Сонячну систему пролітала комета C/2019 Q4 (комета Борисова). 13 вересня Великий Канарський телескоп виконав серію спостережень комети, в результаті яких було отримано її спектр та фотографію (рис.5).

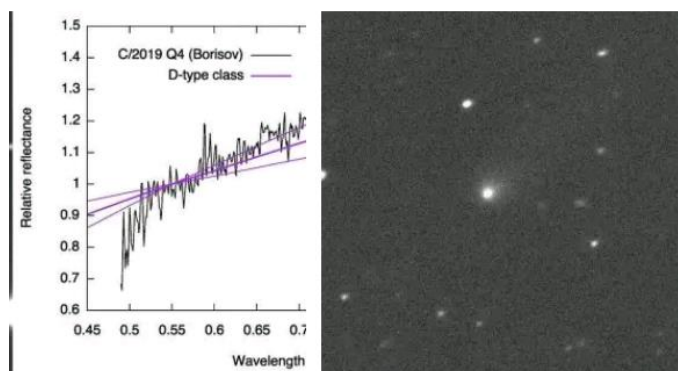


Рис.5. Зображення і спектр комети Борисова

Аналіз спектру показав, що він схожий на спектри довгоперіодичних комет, тобто комета містить велику кількість органічних речовин із домішками металів і води.

За формою орбіти вчені визначили, що дана комета прилетіла від інших зір (рис.6).

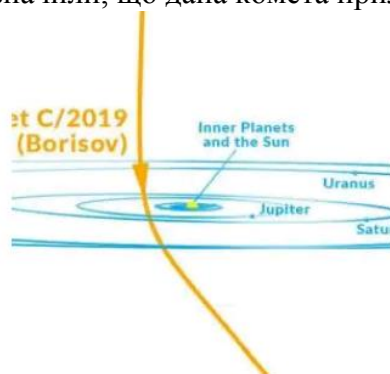


Рис.6. Трасекторія комети C/2019 Q4

Схожість її складу зі складом комет хмари Оорта свідчить про однакові механізми утворення планетних систем навколо зір.

Також довгоперіодичні комети хмари Оорта краще відбивають короткохвильове випромінювання видимого спектрального діапазону. Це може бути пов'язано з надлишком в їх атмосферах дрібнодисперсних пилових частинок < 0.5 мкм. Ці частинки мають нижчу температуру і краще розсіюють короткохвильове випромінювання [4].

Короткоперіодичні комети мають у своєму складі меншу кількість пилу та органічних речовин, ніж довгоперіодичні. Це можна пояснити як їх різним початковим хімічним складом, так і їх частішою появою біля Сонця та інтенсивним випаровуванням летких речовин із поверхні [5].

Коли всі легкі речовини комети випаровуються, то вона або руйнується (утворюючи метеорний потік), або стає астероїдом.

Рекомендації щодо спостереження та відкриття комет

Комети мають різні параметри орбіт, але є одна спільна риса: всіх їх можна побачити поблизу Сонця. Оскільки комет може бути близько півмільярда, то відкрити комету може навіть астроном-любитель. Потрібно мати: бінокль або телескоп, атлас зоряного неба (зі вказаними зорями до 10^m) і 200 – 300 годин вільного часу для спостережень.

У першу половину ночі слід оглянути західну і південно-західну частини неба. У середині ночі оглядають північну частину неба, а під ранок – східну і південно-східну.

Якщо зауважено підозрілий об'єкт, треба порівняти небо з атласом, позначити положення об'єкту серед зір і перевірити його положення через 15 хв [1]. За допомогою додатків МО Free, Комети, Asteroid Alert та перевіряють, чи це не планета, астероїд або відома комета. Якщо це невідомий об'єкт – потрібно повідомити про нього Головну обсерваторію АН України. Комета отримує назву на честь першовідкривача. Близько 70% комет і 20% астероїдів відкривають астрономи-аматори [6].

Отже, комети – це невеликі тіла Сонячної системи, які обертаються по орбітах зі значними ексцентриситетами. Комети бувають короткоперіодичними і довгоперіодичними. Короткоперіодичні мають менші ексцентриситети і кути нахилу орбіт, ніж довгоперіодичні.

Дослідження спектрів комет свідчать, що довгоперіодичні комети містять велику кількість пилу та органічних речовин. Короткоперіодичні комети містять метали, воду та неорганічні речовини з невеликою кількістю пилу та органічних сполук. Це можна пояснити як їх різним початковим хімічним складом, так і їх частішою появою біля Сонця та інтенсивним випаровуванням летких речовин із поверхні.

Особливістю астрономії є те, що відкриття може здійснити кожен, хто проводить регулярні спостереження зоряного неба. Для прикладу можна навести відкриття Плутона уважним новачком Клайдом Томбо на основі порівнянь кількох сотень фотографій зоряного неба. Якщо дотримуватися певних рекомендацій, можна відкрити: комети (поблизу Сонця), астероїди (поблизу площини екліптики), вибухи нових зір (спостерігаючи за тісними подвійними і кратними системами) і вибухи наднових зір (випадково). Рекомендації щодо спостереження і відкриття комет подано у доповіді.

Список використаних джерел:

1. Климишин І. А. Астрономія : підручник. - Львів : Світ, 1994. - 377 с.
2. Глазков В.Н. Астрономия. – Москва, 2015. – 231 с.
3. Дагаев М.М., Чаругин В.М. Книга для чтения по астрономии. Астрофизика. – Москва: «Просвещение», 1988. – 203 с.
4. Пономаренко В.О. Спектральні особливості вибраних комет сімейства Юпітера та довгоперіодичних комет зі зворотним рухом/ Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук. – Київ, 2015. – 24 с.
5. Шубіна О.С. Особливості короткоперіодичних та довгоперіодичних комет на основі даних поляриметричних та спектральних спостережень / Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук. – Київ, 2019. – 28 с.
6. Освіта в Україні і за кордоном. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

COMETS. COMET SPECTRUMS

Mykola Tomashchuk – teacher of computer science of Gulivsky NVK "ZZSO I - II centuries. - ZDO », teacher of physics and astronomy of Mykhailovetsky professional agrarian lyceum

The generalization and systematization of information about comets, their structure, types, composition on the basis of spectral analysis is offered. The classification of comets by period of rotation and types of comet tails are considered. The composition of comets is characterized on the basis of spectrum analysis on the examples of some comets. Recommendations for the observation and discovery of comets are given.

Key words: comet, spectrum, nucleus, coma, comet tail.

ДОСЛІДЖЕННЯ КАРЛИКОВОЇ ПЛАНЕТИ ПЛУТОН

Дмитро Черненко – студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М.Коцюбинського

У статті подається останні відкриття і дослідження щодо карликової планети Плутон. Історія відкриття та сучасні дослідження її за допомогою штучного супутника. Також розповідається про особливості її орбіти та особливості атмосфери і складність дослідження планети.

Ключові слова: Плутон, орбіта Плутона, атмосфера, New Horizons («Нові обрії»), супутник, фото Плутона.

В наш час уже ні для кого не є таємницею, що у нашій сонячній системі налічується 9 планет. Але більшість людей забули, що дев'ята, найбільш віддалена планета від сонця, відноситься до карликових планет. Ця планета називається Плутон.

Плутон найбільша відома карликова планета Сонячної системи. Є найбільшим транснептуновим об'єктом, першим відкритим об'єктом поясу Койпера. Небесне тіло займає дев'яте за розміром та десяте за масою місце, без урахування супутників планет [6, 7, 8].

Як і більшість тіл у поясі Койпера, Плутон складається здебільшого з каменю й льоду і є відносно малим, оскільки діаметр складає близько 2374 км. За масою він поступається Місяцю вп'ятеро, а за об'ємом — утричі. Орбіта Плутона має великий ексцентриситет 0,25, що свідчить, що вона доволі витягнута. Значний нахил до площини екліптики складає $17,1^\circ$. Через витягнутої орбіти Плутон то наближається до Сонця на відстань і опиняється ближче, ніж Нептун, то віддаляється. Оскільки Плутон перебуває в стабільному орбітальному резонансі з Нептуном, тому їхнє зіткнення виключене.

З дня його відкриття 1930 року й до 2006 року Плутон вважали дев'ятою планетою. Однак наприкінці XX і на початку XXI століття в зовнішній частині Сонячної системи були відкриті інші масивні об'єкти, у зв'язку з чим 2006 року Міжнародний астрономічний союз вперше ухвалив формальне визначення терміну «планета». Плутон не відповідає цьому визначенню і був зарахований до нової категорії карликових планет разом із Ерідою та Церерою [9]. Також його включили до списку малих планет під номером 134 340. Деякі вчені продовжують вважати, що Плутон слід перекласифікувати назад до планет.

Плутон і його найбільший супутник Харон часто розглядають як подвійну планету, оскільки їх спільний центр мас розташований поза обома об'єктами [13]. Міжнародний астрономічний союз оголосив про намір дати формальне визначення для подвійних карликових планет, а до того Харон класифікується як супутник Плутона.

У Плутона є також чотири інші супутники — Нікта й Гідра, відкриті 2005 року, Кербер, відкритий 2011, і Стікс, виявлений 2012.

Єдиний космічний апарат, який досліджував Плутон зблизька, — New Horizons («Нові обрії»), що пролетів повз нього 14 липня 2015 року на відстані 12 500 кілометрів.

Давайте згадаємо також про орбіту Плутона. Орбіта Плутона значно відрізняється від орбіт інших планет. Вона сильно нахилена до екліптики, більш ніж на 17° , і значно витягнута. Середня відстань Плутона від Сонця становить 5,913 млрд. км., або 39,53 а.о., але через великий ексцентриситет орбіти (0,249) відстань змінюється від 4,437 млрд. км. в перигелії до 7,376 млрд. км. в афелії (29,7—49,3 а.о.) [1]. Світло долає відстань від Сонця до Плутона за 247 хвилин у перигелії й за 410 хвилин в афелії, а інтенсивність освітлення відрізняється в 2,8 разів. Період обертання Плутона навколо Сонця складає 248 років. Останній раз він проходив перигелій 5 вересня 1989 року, і зараз поступово віддаляється від Сонця [2].

Орбіту Плутона можна передбачити лише на кілька мільйонів років назад або наперед, але не більше. Оскільки його рух хаотичний і описується нелінійними рівняннями. Але щоб помітити цей хаос, необхідно спостерігати за ним досить довго. Є характерний час його розвитку, так званий час Ляпунова, який для Плутона становить 10 - 20 млн. років. Якщо проводити спостереження протягом малих проміжків часу, буде здаватися, що рух регулярний (періодичний по еліптичній орбіті). Насправді ж орбіта з кожним періодом дещо зсувається, і рано чи пізно змінюється настільки, що від первісної орбіти залишається лише згадка. Тому передбачати рух Плутона для віддалених моментів часу дуже складно.

Період осьового обертання Плутона 6,387 земних діб, що дорівнює періоду обертання Харона навколо нього й навколо власної осі. Тому Плутон та Харон завжди повернуті один до одного одним і тим самим боком. Це найбільші тіла Сонячної системи, в яких синхронне обертання є обопільним. Окрім них, це спостерігається лише у деяких подвійних астероїдів, наприклад, Антіопи та Патрокла. Це явище дало природну точку відліку довгот: нульовий меридіан Плутона проводять через центр півкулі, оберненої до Харона, і навпаки [5].

Також система Плутон - Харон примітна тим, що їх спільний центр мас розташований поза межами обох тіл внаслідок відносно великої маси Харона. Це дало підстави деяким астрономам називати їх подвійною планетою [2]. Плутон із Хароном вважаються найбільшими в Сонячній системі тіла з такою особливістю, за винятком Сонця з Юпітером.

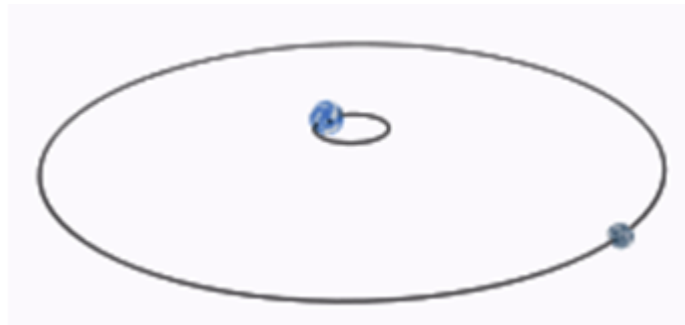


Рис.1. Обертання Плутона і Харона навколо спільного центра мас

Вісь обертання Плутона орієнтована до площини його орбіти приблизно так, як в Урана. Її нахил становить $122,53^\circ$ [1], тобто Плутон майже «лежить на боці» й обертається навколо своєї осі в протилежному до більшості планет напрямку. Через це існує неоднозначність у тому, який його полюс називається *північним*. За правилом, затвердженим Міжнародним астрономічним союзом (МАС) для великих планет та їх супутників, північним є полюс, розташований із північного боку незмінної площини Сонячної системи. Однак для невеликих тіл це незручно, бо напрямок їх осі обертання може швидко й сильно змінюватись. Для них найменування полюсів визначають за напрямком обертання: полюс, із боку якого тіло обертається проти годинникової стрілки, називають *позитивним*, або, неофіційно, *північним* (правило правої руки). Спочатку МАС застосовував до Плутона правило для великих планет, але 2009 року постановив [5] застосовувати до нього, як і до інших карликових планет, правило правої руки. У літературі існує значна плутанина зі сторонами світу для Плутона.

Позитивний («північний») полюс Плутона повернутий до південного боку Сонячної системи й дивиться в бік сузір'я Гідри ($\alpha = 132,993^\circ$, $\delta = -6,163^\circ$ [5]). Негативний полюс спрямований у бік сузір'я Дельфіна.

Останнє рівнодення на Плутоні було 16 грудня 1987 року, тоді полярний день настав на позитивному полюсі. Таким чином, станом на 2015 рік у відповідній півкулі весна. Сонцестояння ж настане наприкінці 2020-х років. Примітне, що рівнодення на

Плутоні в нинішні часи майже збігається з проходженням перигелію (різниця становить 1,7 земного року, або 0,007 року Плутона). Але це є випадковістю.

Отже, переходимо до атмосфери Плутона. Атмосферу Плутона виявили 1985 року під час спостереження покриття ним зорі. Коли об'єкт не має атмосфери, світло від зорі зникає доволі різко, а у випадку з Плутоном - поступово. Остаточно існування атмосфери було підтверджено спостереженнями іншого покриття 1988 року [2].

Атмосфера Плутона дуже розріджена і складається з газів, що випаровуються з поверхневого льоду. Це азот із домішками метану (0,25—0,4%) та чадного газу (близько 0,05—0,1%). Під дією жорсткого випромінювання з них утворюються різноманітні складніші сполуки (зокрема, етан, етилен та ацетилен), що поступово випадають на поверхню. Імовірно, саме їх частинки утворюють шарувату імлу, що сягає висот більше 200 кілометрів [3]. Попри розрідженість атмосфери, ця імла доволі помітна. Завдяки розсіяному нею світлу навіть вдалося сфотографувати деякі деталі нічного боку Плутона.

Тиск атмосфери Плутона дуже малий і значно змінюється з часом, причому неочікуваним чином. Через витягнутість орбіти в афелії Плутон отримує майже втричі менше тепла, ніж у перигелії, і це має спричинити в його атмосфері значні зміни. За деякими прогнозами, в афелії більша її частина замерзає й випадає на поверхню, і її тиск зменшується в багато разів [2]. Однак спостереження покриттів Плутоном зір показують, що між 1988 та 2015 роком цей тиск поступово виріс втричі, хоча з 1989 року Плутон віддаляється від Сонця. Ймовірно, це пов'язане з тим, що 1987 року північний полюс Плутона вперше за 124 роки вийшов із тіні, що сприяло випаровуванню азоту з полярної шапки. У 2015 року вимірювання зонда New Horizons показали, що поверхневий тиск становить близько 10^{-5} атм., або 1 Па. Це приблизно узгоджується зі спостереженнями покриттів за попередні кілька років, хоча деякі розрахунки вказували на те, що дані покриттів відповідають приблизно вдвічі більшому тиску [3].

Атмосфера Плутона дуже розріджена і складається з газів, що випаровуються з поверхневого льоду. Це азот із домішками метану (0,25—0,4%) та чадного газу (близько 0,05—0,1%). Під дією жорсткого випромінювання з них утворюються різноманітні складніші сполуки (зокрема, етан, етилен та ацетилен), що поступово випадають на поверхню. Імовірно, саме їх частинки утворюють шарувату імлу, що сягає висот більше 200 кілометрів [3]. Попри розрідженість атмосфери, ця імла доволі помітна. Завдяки розсіяному нею світлу навіть вдалося сфотографувати деякі деталі нічного боку Плутона.

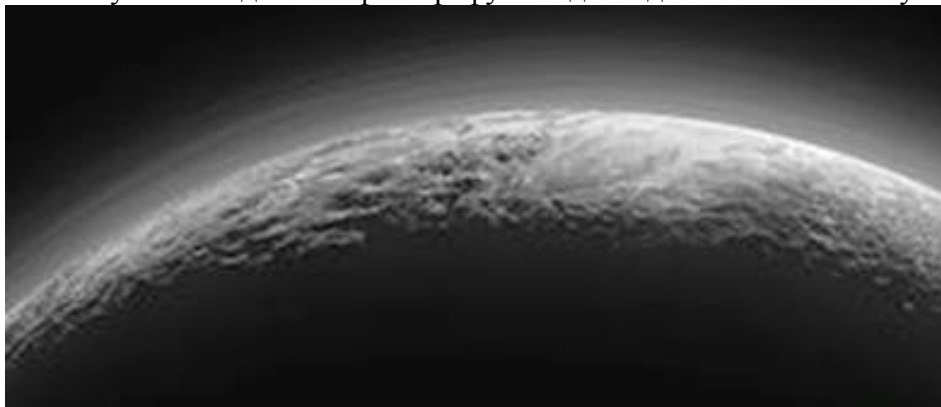


Рис.2. Знімок зонда New Horizons, зроблений через 15 хвилин після максимального зближення з Плутоном. Видно шарувату атмосферну імлу та частину рівнини Sputnik Planitia з навколишніми горами

Тиск атмосфери Плутона дуже малий і значно змінюється з часом, причому неочікуваним чином. Через витягнутість орбіти в афелії Плутон отримує майже втричі менше тепла, ніж у перигелії, і це має спричинити в його атмосфері значні зміни. За деякими прогнозами, в афелії більша її частина замерзає й випадає на поверхню, і її тиск

зменшується в багато разів [2]. Однак спостереження покриттів Плутоні зір показують, що між 1988 та 2015 роком цей тиск поступово виріс втричі, хоча з 1989 року Плутон віддаляється від Сонця. Ймовірно, це пов'язане з тим, що 1987 року північний полюс Плутона вперше за 124 роки вийшов із тіні, що сприяло випаровуванню азоту з полярної шапки. У 2015 року вимірювання зонда New Horizons показали, що поверхневий тиск становить близько 10^{-5} атм., або 1 Па. Це приблизно узгоджується зі спостереженнями покриттів за попередні кілька років, хоча деякі розрахунки вказували на те, що дані покриттів відповідають приблизно вдвічі більшому тиску [3].

Температура нижніх шарів атмосфери Плутона зростає з висотою, кілька градусів на кілометр. На висоті 20 - 40 км вона сягає максимуму 110 К, після чого повільно падає. На висотах у кількисот кілометрів вона виходить на рівень 70 К і далі не змінюється (дані 2015 року). Середня температура атмосфери на $50 \pm 20^\circ$ вища, ніж поверхні (дані 2005—2008 років). Це результат парникового ефекту, спричиненого метаном.

Взаємодія з атмосферою суттєво впливає на температуру поверхні Плутона. Розрахунки показують, що атмосфера, незважаючи на дуже малий тиск, здатна ефективно згладжувати добові коливання цієї температури. Ділянки поверхні, де випаровується азотний лід, охолоджуються, подібно до охолодження при випаровуванні води, на величину до 20° [2]. Вітер біля поверхні може сягати швидкості порядку 1 - 10 м/с.

Під час дослідження карликової планети викликали певні труднощі. Віддаленість Плутона і його невелика маса роблять його дослідження за допомогою космічних апаратів важкими. Його міг би відвідати «Вояджер-1», але перевагу було надано польоту поблизу супутника Сатурна - Титана, і траєкторія польоту виявилася несумісною з польотом поблизу Плутона. У «Вояджера-2» взагалі не було можливості наблизитися до Плутона. Ніяких серйозних спроб дослідити Плутон не робилося аж до останнього десятиріччя ХХ століття. У серпні 1992 року вчений Лабораторії реактивного руху Роберт Стеле зателефонував першовідкривачу Плутона Клайду Томбо з проханням надати дозвіл на відвідання його планети. Пізніше Томбо згадував: «Я сказав йому: ласкаво просимо, але це буде довга й холодна подорож». Попри отриманий імпульс, НАСА скасувало в 2000 місію до Плутона і поясу Койпера «Pluto Kuiper Express», посиляючись на збільшення витрат і затримки з ракетою-носієм.

Після інтенсивних політичних дебатов місія до Плутона була переглянута, і 2003 року під назвою New Horizons вона отримала фінансування американського уряду. Апарат було успішно запущено 19 січня 2006 року. Керівник цієї місії Алан Стерн підтвердив чутки, що в нього покладено частину попелу від кремації померлого 1997 року Клайда Томбо. На початку 2007 апарат зробив гравітаційний маневр поблизу Юпітера, що надало йому додаткового прискорення. Найтісніше наближення апарату до Плутона відбулося 14 липня 2015 року. Спостереження Плутона почалися за 5 місяців до того й тривали ще протягом місяця після зближення. Передача цих даних була завершена 25 жовтня 2016 року. Дослідивши систему Плутона, апарат полетів далі в пояс Койпера, до об'єкта 2014 MU69.

Апарат «New Horizons» зробив перше фото Плутона ще наприкінці вересня 2006 року, з метою перевірки камери LORRI (Long Range Reconnaissance Imager). Зображення, отримані з відстані приблизно в 4,2 млрд км, підтвердили здатність апарату відстежувати віддалені цілі, що важливо для маневрування на шляху до Плутона та інших об'єктів у поясі Койпера.

На борту апарату є багато різноманітної наукової апаратури, призначеної для зйомки Плутона і Харона, їх спектроскопічного дослідження, а також отримання даних про міжпланетний пил та частки високої енергії. Це дозволило, зокрема, побудувати карти Плутона і Харона, дослідити їх геологічну будову та проаналізувати атмосферу Плутона.

Після відкриття Нікти і Гідри висловлювалися побоювання щодо непередбачених проблем при польоті New Horizons. Уламки від ударів у ці супутники метеоритів могли б створити навколо Плутона кільце пилу. Якби апарат потрапив у таке кільце, він міг би отримати серйозні ушкодження. Однак цього не сталося, і жодних ознак наявності кілець виявлено не було [3]. Не знайшлося й нових супутників, що стало несподіванкою з огляду на значно кращі можливості, ніж у телескопа «Габбл».

14 липня 2015 року New Horizons пролетів повз Плутон на відстані 12,5 тисяч кілометрів від поверхні. Він передав багато різноманітних даних про нього та його супутники, зокрема, перші детальні знімки. Було сфотографовано всю поверхню Плутона, крім широт нижче 30°, де була полярна ніч. Роздільна здатність знімків різних ділянок дуже різна. Найвища вона для протилежної до Харона півкулі, навколо довготи 180°, що була обернена до апарата під час найтіснішого зближення [3]. Найкраща детальність складала 77 - 85 метрів на піксель - отримана для смуги поверхні шириною близько 80 кілометрів. За фотографіями було виміряно розмір Плутона та його супутників, які раніше були відомі зі значною похибкою. Спектральні дослідження показали розподіл різних речовин на поверхні Плутона, а «просвічування» радіохвилями його атмосфери вперше дозволило дослідити її нижні шари [3].

Отже, віддаленість планети від землі робить її дослідження дуже важким. Тому ця планета ще приховуватиме велику кількість таємниць від нас. Які з часом нам стануть нам відомі. Надіюсь, що із розвитком сучасних технологій дослідження Плутона пришвидшаться і ми дізнаємось більше про цю загадкову планету.

Список використаних джерел:

1. Stern S. A. Pluto // Encyclopedia of the Solar System / T. Spohn, D. Breuer, T. Johnson. — 3. — Elsevier, 2014. — P. 909–924. — ISBN 9780124160347.
2. Pluto and Charon / A. Stern, D. J. Tholen. — University of Arizona Press, 1997. — 728 p. — ISBN 9780816518401. — Bibcode : 1998plch.book.....S.
3. Stern, S. A.; Bagenal, F.; Ennico, K. et al. (16 October 2015). The Pluto system: Initial results from its exploration by New Horizons. Science 350 (6258). Bibcode:2015Sci...350.1815S. PMID 26472913. arXiv:1510.07704. doi:10.1126/science.aad1815. (Supplements)
4. Tombaugh C. W., Moore P. Out of the darkness: the planet Pluto. — Stackpole Books, 1980. — 221 p. — ISBN 0-7188-2500-4.
5. Уайт А. Планета Плутон / Пер. с англ.: Л. А. Исакович; под ред. В. А. Брумберга. — М. : Мир, 1983. — 125 с. Архів оригіналу.
6. Гребеников Е. А., Рябов Ю. А. Открытие Плутона // Поиски и открытия планет. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1984. — С. 162. — (Главная редакция физико-математической литературы) — 100 000 прим.
7. Плутон // Астрономічний енциклопедичний словник / за заг. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. — Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. — С. 360. — ISBN 966-613-263-X.
8. Пришляк М. П. Планети-карлики // Астрономія: 11 кл / Я.С. Яцків. — Харків : Ранок, 2011. — С. 93–95. — ISBN 978-617-540-424-9.

RESEARCH OF THE DWARF PLANET PLUTO

Dmitriy Chernenko – 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

The article presents the latest discoveries and research on the dwarf planet Pluto. History of the discovery and modern research of it with the help of an artificial satellite. It also is told about the peculiarities of its orbit and the peculiarities of the atmosphere and the complexity of the study of the planet.

Key words: Pluto, Pluto's orbit, atmosphere, New Horizons, satellite, photo of Pluto.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АСТРОНОМІЇ

ЛЕГЕНДИ ПОХОДЖЕННЯ НЕБЕСНИХ ТІЛ

Вероніка Заведія - учениця 10 класу Стрижавської ЗОШ І-ІІІ ст.

Лілія Бузенюк - вчитель фізики, інформатики та астрономії Стрижавської ЗОШ І-ІІІ ст.

У статті повідомляється про уявлення наших предків щодо утворення небесних тіл.

Ключові слова: Долина Євфрат, сузір'я, Вавилон, Римська імперія, планета, Всесвіт, легенда, міф.

Всі стародавні народи мали культ поклоніння небесним світилам, бо уявляли їх надприродними створіннями. Їх ототожнили з героями або з рослинами чи тваринами, яких вважали предками свого народу. В такий спосіб небесні світила стали частиною міфології давньої людини, а уявлення про зоряне небо набуло міфологічного змісту. Тому зовсім не дивно, що близько 46 сузір'їв названі в честь героїв древніх міфів.

Щоб виконувати обряди поклоніння світилам, треба було знати їх положення на небі в потрібний момент часу. Це спонукало до виконання доволі точних астрономічних спостережень, що за обсягом отриманих даних суттєво перевершували потреби практики. Тобто потреби культу були дієвим стимулом для розвитку астрономії.

Нині визначити точний час появи перших сузір'їв на небесній сфері майже неможливо. Але археологічні знахідки, зокрема клинописні таблички в долині Євфрату, вказують на те, що небо було поділене на сузір'я ще за 2500 років до н. е. [1].

Вавилон

Причину появи сузір'я Дракона (рис.1), одного з найстаріших у Давньому Вавилоні, легенда пояснює потребою охороняти зоряне небо. Дракон був створений зі шкіри потвори Тіамат, переміг бог Мардук лише міфічним світу, але й в 3 тис. до н. е. небі сузір'я Дракона пов'язано з тим, що тоді найближчою яскравою зорею до Північного полюса світу була зоря α Дракона [4].



Рис.2. Сузір'я Дракона

всипаної діамантами, яку [3]. Ця легенда цікава не сюжетом про створення інформацією про те, що вже вавилоняни вирізняли на (рис.2). Можливо це



Рис.3. Гермес

Римська

імперія

Перші планети були вперше охрещені шумерами, які проживали в месопотамському регіоні сучасного Іраку приблизно 5.000 років тому. Вони визначили п'ять «зірок», які рухалися в небі, поки інші залишалися нерухомими, і подумали, що ці «зірки» насправді є таємничими божествами.

Ось чому кожна з цих п'яти «рухомих зірок» названа на честь богів, в яких вірила цивілізація [8].

Пізніше римська цивілізація адаптувала назви цих планет відповідно до власних божеств, враховуючи характеристики кожної планети [7].



Рис.4. Афродіта

Тому імена, які ми сьогодні використовуємо для планет та їхніх супутників - це данина богам греко-римської міфології, імена, що охопили століття. Лише у 1919 р., зі створенням Міжнародного астрономічного союзу (МАУ), назви об'єктів у Сонячній системі були



Рис.5. Арес

врегульовані, що робиться, дотримуючись дуже конкретних правил.

Меркурій є найближчою до Сонця планетою, найменшою з усіх і має найшвидшу орбіту, здійснюючи повний оберт навколо Сонця кожні 88 земних днів. А планета, про яку йдеться, асоціювалася з посланцем богів (який для греків - Гермес) (рис.3). саме завдяки цій швидкості на своєму шляху[12].

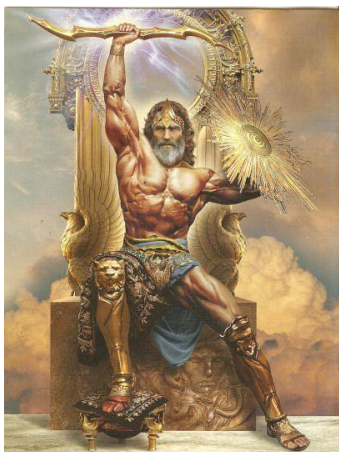


Рис.6. Зевс

Чому б не обрати ім'я найкрасивішої з усіх богинь для найяскравішої планети на небі серед тих, що були відомі стародавнім? Венера - не що інше, як втілення любові та краси в римській міфології. У грецькій культурі воно відоме під назвою Афродіта (рис. 4). Коли астрономи побачили цю червону планету, очевидна асоціація була з кольором крові. І саме тому Марс названий на честь римського бога війни, найжорстокішого з богів. На сході Марс став



Рис.7. Кронос

називатися Вогняною зіркою (рис. 5). Еквівалент Марса в грецькій міфології - Арес [13].



Рис.8. Уран

Юпітер, найбільша і найвеличніша планета Сонячної системи. Що краще ім'я, ніж верховний бог римської міфології? Еквівалент Зевсу грецької міфології (рис. 6), Юпітер - цар богів[14].



Рис.9. Посейдон

Оскільки це планета, що рухається повільніше, Сатурн названий на честь римського бога часу, якого в грецькій міфології називають Кроносом (рис. 7) (саме тому ми використовуємо такі терміни, як

"хронологія", "хронологічний порядок", "хронометр"). Він був сином Урана та Геї та батьком Юпітера. Але перш, ніж його назвати Сатурном, шумери планету називали Нінурти.

Певний час Уран був майже винятком із правила отримання офіційної назви. Коли в Сатурн 1781 році британський астроном Вільям Гершель вказав телескопом на небо, він випадково виявив планету, яку ми сьогодні називаємо Уран, і вирішив назвати її Георгієм Сідусом на честь короля Георга III. Пізніше астроном Йоганн Боде вирішив зберегти традицію хрещення планет на честь греко-римських міфів і обрав Уран через небесно-синій тон, який переймає планету. Виявляється, Уран (рис.8), в міфології, є богом неба, батьком Сатурна, дідом Юпітера [1].



Рис.10. Гадес

Свою назву Нептун отримав від еквівалента Посейдона (рис. 9) в грецькій міфології. Римський бог Нептун був царем океану, тому вибір обумовлений інтенсивною синьою тінню, яку представляє планета [15].

Планету, про яку йде мова, майже називали Ле Вер'є, на честь Урбайна Ле Вер'є, одного з її відкривачів.

Плутон більше не є "офіційною" планетою Сонячної системи, оскільки в 2006 році він був перекласифікований як карликова планета. Коли було виявлено, що це планета, віддалена від сонця, вона отримала свою назву від найтемнішого з усіх богів: римського царя підземного світу (рис.10), рівнозначного грецькому Гадесу. Плутон був богом мертвих, а його царство було під землею.

Варто зазначити, що більшість супутників планет Сонячної системи також мають міфічні походження своїх назв [8].

Давня Греція

Міфи і легенди Стародавньої Греції космологічного змісту вимагають окремої уваги, адже вони лежать в основі культури нашої цивілізації. Існувала низка, якщо не система, міфів, що розвивалися в часі і які по-різному пояснювали виникнення світу.



Рис.12. Сузір'я Візничого

Згідно з уявленнями стародавніх греків, олімпійські боги активно заселяли зоряне небо різними персонажами. Походження



Рис.11 Карта сузір'їв

багатьох сузір'їв пов'язане з героями та дійовими особами грецьких міфів (рис.11). Велика Ведмедиця і Мала Ведмедиця - це відповідно німфи Калісто і Кіносура, яких на небо помістив Зевс. Овен - баран, на якому Фрікс і Гелла летіли до Колхіди, Оріон - мисливець, супутник Артеміди, Лев - той страшний звір, якого в Немеї переміг Геракл, що також зрештою став сузір'ям Геркулеса [1]. Сузір'я Візничого (рис. 12) зберігає пам'ять про міфічного царя

Ерихтонія, який винайшов квадригу (двоколісна колісниця). За це його після смерті Зевс переніс на небо й перетворив у сузір'я Візничого [16].

Доволі струнка й розгорнута старогрецька міфологія, пов'язана з сузір'ями. Не випадково Міжнародний астрономічний союз в 20-х роках XX ст. зберіг, як офіційні, назви сузір'їв, що дійшли до нас зі Стародавньої Греції [9].

Україна

Хоча історики досі сперечаються про час, коли на арену всесвітньої історії вийшов український народ, достеменним є факт - люди з незапам'ятних віків населяли землі сучасної України. Світовідчуття, світосприйняття, світобачення та світорозуміння цих племен і народів певною мірою успадкували українці, додавши до цього культурного надбання свій світогляд.

Праукраїнці, як і багато інших давніх народів, уявляли цілісну й універсальну картину світу в образі світового дерева (у фольклорі це найчастіше райське дерево, явір, дуб тощо). Світове дерево відображало три рівні світу, які здавна виділили наші пращури,- підземне царство, земля і небо. Відповідно до цих трьох рівнів були віднесені й різні живі істоти та небесні світила, зокрема Сонце і Місяць.

Цю космологічну картину, як прояв давнього світогляду, відображає народне мистецтво в астрокосмічних мотивах найдавніших хороводів, пісень, казок, загадок та міфів. Символічні образи зоряного неба використовували в оздобленні предметів побуту та одягу ще в добу Трипільської культури (V тис. до н. е.).

Зоряне небо споконвіку супроводжувало життя наших пращурів. Нині вже важко точно визначити пору, коли небо стало для них не лише годинником і компасом, але й їхньою пам'яттю, бо закарбувало давні вірування і знання. Назви його світил відображали життя народу - котився небосхилом небесний віз, палахкотіли небесні стожари, бродила небесна квочка з курчатами, йшла до криниці дівчина з відрами.

Проте небо не завжди було привітним - воно посилало дощі й грози, наводило спеку та інші, на думку людини, напасті, а тому, безумовно, давнім українцям хотілося прихилити до себе його ласку. Тому всі найяскравіші небесні світила, а також виразні групи зір, наші предки обожнювали. Сонце, Місяць, окремі сузір'я набували рис того чи іншого Бога.

Небесним вогнем «завідував» Сварог (культ цього бога виник на межі бронзового й залізного віків). Уявлення про Сонце, що змінювало свою «силу» протягом року, уособлювали різні божества. Дажбог (рис. 13), син Сварога (рис.14) - небесний бог



Рис.13. Дажбог

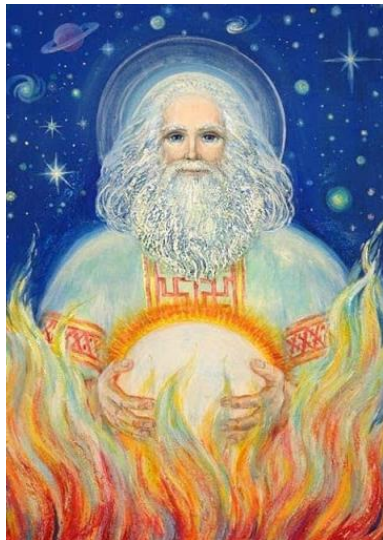
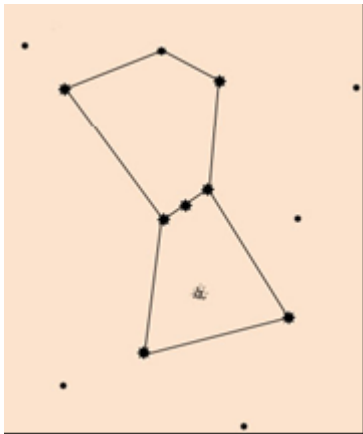


Рис.14. Сварог



Рис.15. Ярило

Сонця та світла, що мав двох сестер: Денницю - Світанкову зорю та Вечірницю - Вечірню зорю. Молоде Сонце - Коляда - з'являлося щороку в день зимового



сонцестояння. Йому на зміну приходив Ярило (рис. 15) - бог весняного Сонця. У пору літнього сонцестояння з'являвся Купало - бог літнього Сонця. Замикав це божественне коло Світовид - бог осіннього Сонця.

Рис. 16. Сузір'я Оріона

Велеса (Волоса) вважають опікуном земних стад, але можливо він був у наших пращурів богом Місяця. «Поле не міряно, вівців не лічено, пастух - рогатий» (українська загадка). У цій загадці всіх дійових осіб відгадати не складно. Тому можна висловити припущення, що Велес був передусім богом небесних стад, а через те і став

опікуном стад земних.

Збереглися, хоча й зовсім мало, астрокосмічні міфи пращурів слов'ян, пов'язані з сузір'ями. Один з них розповідає про те, що за часів царя Тарги- тая на землю Скіфії з неба впали золоті речі: плуг з ярмом, сокира і чаша.

В Україні здавна існував культ золотого плуга і це, звісно, неспроста - хлібороб без плуга обійтися ніяк не міг. От і помістили наші пращури Плуг на зоряне небо, вибравши для цього один з найвиразніших зоряних візерунків, який стародавні греки назвали сузір'ям Оріона (рис.16).

Кожен народ називає нашу планету по-своєму. У слов'ян це назва Земля. Земля – прадавнє слов'янське слово, що сходиться до змісту «низ, під, поверхня». Цим словом стали називати поверхню, ґрунт, а потім і більші території (Київська земля), взагалі суходіл і навіть весь світ. Але значення «планета» з'явилося у цього слова лише після того, як довідалися [9].

Отже, дана доповідь є яскравим прикладом того, який тісний зв'язок існує між назвами більшості, відомих нам, небесних тіл та міфологією різних народів світу.

Долина Євфрату - регіон, в який входить частина сучасних Іраку, Ірану, Туреччини та Сирії, а також показана північна частина Аравійського півострова [2].

Сузір'я — одна з 88 ділянок, на які поділена небесна сфера. У менш формальному контексті термін вживається для назви групи зір, взаємне розташування яких складає якусь фігуру чи контур [5].

Вавилон («баб-ілі» означає «брами Бога») — місто, столиця стародавньої Вавилонії, розташоване на плоскому березі в нижній течії річки Євфрат [6].

Римська імперія (лат. *Imperium Romanum*) — державне, військово-політичне утворення, яке зародилося на основі Римської республіки близько 27 року до н. е. [7].

Планета (грец. *πλανήτης* — той, що блукає) — кулясте не самосвітне тіло, що обертається навколо Сонця чи іншої зірки [10].

Всесвіт — весь матеріальний світ, різноманітний за формами, що їх набуває матерія й енергія, разом з усіма галактиками, зорями, планетами та іншими космічними тілами [11].

Euphrates Valley - a region that includes part of modern Iraq, Iran, Turkey and Syria, and also shows the northern part of the Arabian Peninsula.

The constellation is one of 88 divisions into which the celestial sphere is divided. In a less formal context, the term is used to refer to a group of stars whose relative position is a shape or contour

Babylon ("Bab-il" means "the gates of God") - a city, the capital of ancient Babylonia, located on a flat bank in the lower reaches of the Euphrates River.

The Roman Empire (Latin Imperium Romanum) - a state, military-political entity that originated on the basis of the Roman Republic about 27 BC. is.

The Planet (the Greek *πλανήτης* - the wandering one) is a spherical non-luminous body orbiting the Sun or another star.

The universe is the entire material world, varied in the forms acquired by matter and energy, along with all galaxies, stars, planets and other cosmic bodies.

Список використаних джерел:

1. «Легенди і міфи про сузір'я» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch/> Легенди_і_міфи_про_сузір'я.
2. «Долина Євфрату» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.wdl.org/ru/item/11694/> Долина_Євфрату
3. «Дракон (сузір'я)» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Дракон \(сузір'я\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дракон_(сузір'я))
4. «Сузір'я Жирафа, Дракона і Риси» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://sites.google.com/site/kazkinicnogonebahome/home/suzir-a-zirafa-drakona-i-risi/> Сузір'я_Жирафа,_Дракона_і_Риси.
5. «Сузір'я» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Сузір'я](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сузір'я).
6. «Вавилон» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Вавилон](https://uk.wikipedia.org/wiki/Вавилон).
7. «Римська імперія» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Римська_імперія](https://uk.wikipedia.org/wiki/Римська_імперія).
8. «Назви зоряного неба» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.iapmm.lviv.ua/12/ukr_sky/ukr_sky-2/ Назви зоряного неба
9. «Астрономія як складова культури» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://subject.com.ua/astronomy/profile/56.html/> Астрономія як складова культури.
10. «Планета» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ планета](https://uk.wikipedia.org/wiki/планета).
11. «Всесвіт» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Всесвіт](https://uk.wikipedia.org/wiki/Всесвіт).
12. «Гермес» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Marvel_Comics
13. «Арес» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zen.yandex.ru/media/id/5af627c283090599f5addd93/ares-bog-voyny-i-iarosti>
14. «Зевс» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://pikabu.ru/story/zevs>
15. «Посейдон» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://fantasticbeings.fandom.com/ ru/wiki/ Посейдон](https://fantasticbeings.fandom.com/ru/wiki/Посейдон)
16. «Сузір'я Візничого» - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Сузір'я Візничого](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сузір'я_Візничого).

LEGENDS OF THE ORIGIN OF CELESTIAL BODIES

Veronica Zavediy – 10th grade student at Stryzhavska Secondary School of the 1st-3rd grades

Liliya Buzenyuk – teacher of physics, computer science and astronomy at Stryzhavska Secondary School of the 1st-3rd grades

The article describes our ancestors' ideas about the formation of celestial bodies.

Key words. The Euphrates Valley, the constellation, Babylon, the Roman Empire, the planet Universe, legend, myth.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНИХ ПРОМЕНІВ: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ

Тетяна Куценко – студентка 1 року навчання СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У статті проаналізовано історію дослідження космічних променів. З'ясовано особливості розвитку космонавтики. Визначено послідовність дослідження космічних явищ.

Ключові слова: Всесвіт, космос, космічні промені, Сонячна система, Галактика.

Космонавтика - це наука про підкорення та пізнання людиною космосу та космічних об'єктів. За відносно короткий термін вона стала одним з основних аспектів сучасного світового процесу, прискорюючи розвиток електроніки, машинобудування, енергетики, обчислювальної техніки та інших галузей світового господарства.

У науковій перспективі людство намагається віднайти відповіді на певні широко поширені запитання, як структура та еволюція Всесвіту, утворення Сонячної системи, виникнення та розвиток життя на планеті за допомогою дослідження космічних явищ. Починаючи з припущень про природу планет і структуру космосу, люди перейшли до деталізованого і прямого дослідження небесних тіл і міжпланетної безмежності, використовуючи авіаційну та ракетно - космічну техніку.

Понад століття астрономи беруть активну участь в дослідженні такого явища як космічні промені, які подорожують до Землі з надзвичайно великою швидкістю із глибин космосу [1].

Космічні промені — це потоки елементарно заряджених частинок високих енергій з космічного простору, які безперервно "бомбардують" Землю (рис. 1). Майже 90% загального числа частинок належить протонам, 9% займають ядра гелію та близько 1% - вміст електронів [2]. Вони були відкриті в 1912 році австрійським фізиком Віктором Гессом за допомогою йонізаційної камери, піднятої на повітряній кулі на висоту понад 5 кілометрів. Швидкість розрядки електрометрів, приладів для вимірювання швидкості випуску йонів в замкненому просторі, виявилася в чотири рази більшою, ніж на поверхні. Так як дослід відбувався під час затемнення Сонця без додаткових джерел випромінювання, то Гесс дійшов до думки про наявність в космосі променів з великою йонізаційною здатністю. За дане відкриття Віктор Гесс у 1936 одержав Нобелівську премію з галузі фізики. У 1913 – 1914 рр. Вернер Колхорстер підтвердив результати досліджень Віктора Гесса, визначивши збільшену швидкість ентальпії йонізації на висоті близько 9 км.



Рис.1. Космічні промені

Позначення "промені" в назві явища не варто тлумачити однозначно, так як частинки входять в атмосферу Землі нарізно, а не у вигляді направленої однорідної

сукупності частинок чи променя. Дана назва походить ще з часів виявлення явища і слугує більше пам'яткою історії, ніж відтворення самої події. Термін вперше був застосований у 1920 році американським фізиком Робертом Міллікеном, який виконав вимірювання йонізації за допомогою космічних променів навколо всього світу. Науковець дотримувався думки, що його дослідження підтверджують той факт, що первинні космічні промені – це енергетичні фотони. Міллікен висунув судження, яке свідчило б, що вони виникають у міжзоряній неосеяжності, як побічні продукти синтезу атомів водню у більш важкі елементи, а вторинні електрони утворюються в атмосфері внаслідок розсіювання Комптона та гамма - променів. У 1927 році Джейкоб Клей, минаючи шлях з Яви до Нідерландів, знайшов докази зростання інтенсивності космічних променів від тропіків до середніх широт, що означало той факт, що первинні космічні промені відхиляються геомагнітним полем і через це повинні бути зарядженими частинками, а не фотонами.

У 1934 році Бааде та Цвіккі висунули ідею наднових зір в якості джерел космічних променів. Дана гіпотеза доповнювалась розрахунками з наближеними даними. У результаті, потік виходив від 0.8×10^{-3} ерг/(см²с) до 8×10^{-3} ерг/(см²с), при цьому результати спостереження були наближено 3.3×10^{-3} ерг/(см²с). Це були показники, що задовольняли в загальному, проте жодних наступних теоретичних підтверджень протягом наступних 80 років вони не отримали [3].

Вперше дослідження частинки космічного проміння, енергія якої перевищує $1,0 \times 10^{20}$ еВ (16 Дж) виконали Джон Лінслі та Лівіо Скарсі під час експерименту у 1962 році. Після цього були виявлені частки космічного випромінювання з вищими енергіями. Поряд з ними була частинка під назвою «О – мій - Бог», яку помітили ввечері 15 жовтня 1991 року протягом експерименту під назвою «Fly's Eye». Результати спостереження були несподіваними для астрофізиків, які описали її енергію близько $3,2 \times 10^{20}$ еВ (50 Дж). З моменту першого дослідження детектором космічних променів "Fly's Eye" було зафіксовано принаймні п'ятнадцять аналогічних подій, що підтверджують це явище. Зазначимо, що частинки космічних променів з відносно високою енергією можна помітити доволі рідко, зазвичай енергія частинок космічного проміння варіює від 10 МеВ до 10 ГеВ.

У 2004 році Жакко Вінко вперше здійснив спосіб прискорення космічних частинок в ударній хвилі, який отримав назву "прискорення на фронті ударної хвилі". За даним прийомом експерименту протони поширюються на магнітних полях, що спричиняє зміну фронтів ударних хвиль. Внаслідок хаотичних напрямів і напруженості магнітного поля кут розсіювання значно змінний у часі, що заподіює прискорення протона при розсіюванні у магнітному полі внутрішнього ударного фронту. На зовнішньому фронті хвилі задля повторного прискорення на внутрішньому фронті його можна розсіяти назад. Внаслідок цього заряджені частинки можуть бути наближено прискорені до енергій космічних променів. Дотепер даний механізм застосовують як провідний при поясненні виникнення космічних променів у наднових.

У 2009 році на основі досліджень за допомогою телескопа група вчених під керівництвом Евеліни Хелдер створила модель прискорення частинок внаслідок вибухів наднових, яка була побудована на дослідженнях за залишком наднової RCW 86. У 185 році н. е. зоря спалахнула на відстані близько 8200 світлових років. Науковці вимірювали температуру та швидкість переміщення газу за ударною хвилею, яка виникла внаслідок вибуху зірки. Було досліджено, що газ при 30 мільйонів К рухався повільніше, ніж очікувалось, врахувавши швидкість ударної хвилі. Науковці дійшли до думки, що замість нагрівання газу, певна кількість енергії наднової частинки спрямовувалася на пришвидшення частинок до релятивістських швидкостей. У 2013 році обробка відомостей за допомогою телескопу Фермі підтвердила, що певна кількість енергії застосовується для розгону частинок.

Вважалось, що активним джерелом космічних променів є Сонце та нейтронні зорі. Нещодавно колаборація Pierre Auger Collaboration дослідила, що джерело космічних променів розташовано за межами Галактики. Автори вказують на той факт, що вивчення прибування космічних променів за напрямком дозволить більше дізнатись про їх походження. Космічні промені становлять ядра атомів хімічних елементів від водню до заліза. Ці частинки рухаються з подібними швидкостями до швидкості поширення світла, і як наслідок мають велику енергію. При досягненні верхніх шарів атмосфери планети енергія переходить до атомів атмосферних газів, ядра яких формують каскади більш низько енергетичних частинок, що реєструються наземними детекторами.

Серед інших джерел космічних променів пропонують також нейтронні зорі. У молодих нейтронних зорях, що мають період обертання < 10 мс діють магнітогідродинамічні сили, які прискорюють ядра заліза до швидкостей, подібних до космічних променів надвисоких енергій. Така нейтронна зоря класифікується як магнітар. Утворене магнітне поле є найпотужнішим у досліджуваному Всесвіті і створює релятивістський зоряний вітер, який, як вважається, прискорює ядра заліза до необхідної енергії. У 2019 році дані припущення підтвердились спостереженням космічних променів, які мають енергію > 100 TeV у Крабоподібній туманності, де знаходиться молодий пульсар з періодом обертання 33 мс.

Дотепер тема дослідження космічних променів залишається актуальною. Існує безліч проектів, які спрямовані на дослідження даного явища, в яких беруть участь астрофізики з різних країн. Серед найбільш стратегічних можна виділити орбітальну обсерваторію Американського космічного агентства NASA – GLAST (Gamma - ray Large Area Space Telescope), яка розпочала свій проект над дослідженням космічних променів у 2008 році. Для дослідів використовується пристрій, призначений для спостереження за Сонцем, SOHO (Solar and Heliospheric Observatory - “Сонячна та Геліосферична обсерваторія”) – космічний апарат для спостереження за Сонцем (рис. 2), який було запущено 2 грудня 1995 року і який приступив до роботи у травні 1996 року, дослідницький космічний апарат для вивчення фізики кордонів Сонячної системи IBEX (Interstellar Boundary Explorer – “Дослідник міжзоряних кордонів”), який запустили з борту літака над Тихим океаном за допомогою ракети - носія Pegasus, PAMELA (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light - nuclei Astrophysics “Навантаження з дослідження антиматерії і астрофізики легких ядер”), що брав участь у багатьох експериментах космічних променів на базі супутників [4].



Рис. 2. Solar and Heliospheric Observatory - “Сонячна та Геліосферична обсерваторія”

Вивченню походження космічних променів приділяється багато уваги, адже науковці впевнені, що це допоможе дослідити походження Всесвіту, Галактики та людства.

Список використаних джерел:

1. Визначні відкриття та космічні місії в світі астрономії у 2018 році. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nashenebo.in.ua/nauka/vyznachni-vidkryttia-ta-kosmichni-misii-v-sviti-astronomii-u-2018-rotsi>
2. Космічні промені. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <https://sites.google.com/site/sonacnasistema1111/kosmicni-promeni>
3. Коваль А. Д. Космос: далекий и близкий / А. Д. Коваль, В. П. Сенкевич. – Москва: Лениздат, 1977 р. – 382 с.
4. Космічні промені. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

COSMIC RAY RESEARCH: HISTORY AND MODERNITY

Tatiana Kutsenko – 1st year student of master's program NPDU

The article analyzes the history of the study of cosmic rays. The features of the development of astronautics are clarified. The sequence of research into cosmic phenomena is determined.

Key words: Universe, space, cosmic rays, Solar system, Galaxy.

МУЗИКА КОСМОСУ

Дар'я Кордонська – учениця 9 класу НВК №30, гуртківець Вінницького ОЦТТУМ

В роботі розповідається про: космічні явища – звуки космосу, історію їх вивчення та останні дослідження. Розглянуто питання значення дослідження та застосування цих явищ. Розповіла про те як звучать об'єкти Сонячної системи.

Ключові слова: звук, звукозапис, звуки космосу, музика планет, магнітосфера, зловісний шум, марсотрясіння.



Що таке звуки космосу? Звук — коливальний рух частинок пружного середовища, що поширюється у вигляді хвиль у газі, рідині чи твердому тілі [1].

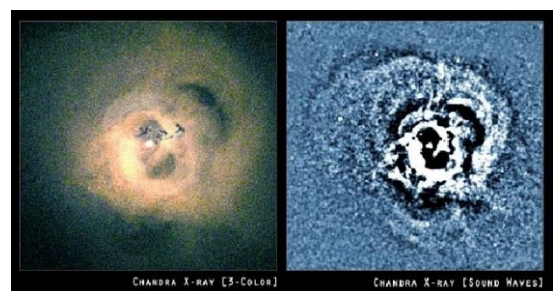
Багато людей вважає, що в космосі нічого не чути, тому що космос це вакуум, а наші органи слуху сприймають коливання повітря. Ми здатні чути лише звуки діапазоном від 20 до 20 000 Герц.

Рис. 1. Брижі міжзіркового газу

Це не зовсім так. Всі космічні об'єкти в певній мірі випромінюють енергію і створюють звукові хвилі, які не сприймають наші вуха. У космосі існує ще й інфразвук нижче 20 Герц, він походить від електромагнітних хвиль, які можна вловити антеною, посилити та передати на динамік.

Є багато доказів існування космічних звуків. Один з них це брижі міжзіркового газу, утворені звуковими хвилями надмасивної чорної діри.

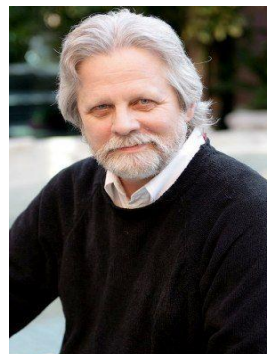
Знімок зробив космічний рентген-телескоп Chandra запущений NASA. Астрофізики кажуть, що брижі на фото – сліди наднизькочастотних звукових хвиль. Гарячий, намагнічений газ, обертаючись навколо чорної діри, створює потужне електромагнітне поле. Воно випромінює величезні струмені енергії, які й утворюють глибокі космічні звукові хвилі [2].



Свій звук мають і клітини нашого організму, звучить і всесвіт, питання в тому, який діапазон сприйняття є доступним для нас, але незалежно від цього – звучить все [3].

Історія вивчення. Дослідження в області вивчення звуків космосу почали проводитися ще в 1989 році. Доктор Джеффри Томпсона (рис. 2) ще з 1981 року досліджував використання звуку для зміни стану свідомості. Ця робота принесла йому міжнародне визнання. Його результати і в наш час використовуються психологами, психіатрами, клінічними гіпнотерапевтами у всьому світі.

Рис. 2. Доктор Джеффри Томпсон



Використовуючи в психологічній практиці звукові вібрації, доктор Джеффри Томпсон зацікавився незвичайними звуками, запис яких був проведений за допомогою космічних апаратів «Вояджер-1» і «Вояджер-2». Доктор Томпсон зазначив, що звуки всесвіту схожі з звуками людського організму - диханням, серцебиттям або тими, що оточують нас у природі [3].

Звуки Меркурія. Меркурій має сліди вельми розрідженої атмосфери, що містить, окрім гелію, також водень, вуглекислий газ, вуглець, кисень і благородні гази (аргон, Неон). Близькість Сонця обумовлює відчутний вплив на Меркурій сонячного вітру.

Це означає, що на його поверхні було б дуже тихо. Проте можна було б почути вібрації, якщо притиснути вухо до поверхні [4].

Звуки Венери. Венера — друга планета Сонячної системи. За розміром майже така ж, як і Земля. У Венери дуже щільна атмосфера з вуглекислого газу і азоту. Звукові хвилі можуть відчуватися приглушеними, тому що вони проходять через щось більш щільне, ніж повітря, але менш щільне, ніж вода [4].

Мелодія Землі. Земля — третя від Сонця планета. Належить до планет земної групи і є найбільшою з цих планет у Сонячній системі. Чарівний і чудовий перелив земної атмосфери можна слухати нескінченно. Немов десятки маленьких дзвіночків, або молоточки, що відбивають звуки з пульсара, розташованого в тисячах світлових років від Землі. Космічні пісні Землі ми чуємо в результаті взаємодії її іоносфери з сонячними вітрами.

Люблячий і ніжний космічний голос Землі заспокоює і присипляє, обіцяє добрі і кольорові сни, тому запис цієї «небесної» мелодії використовувалася японськими телевізійниками в рамках програми для дітей з порушеннями сну [5].

Звуки марсотрясіння. Посадковий модуль InSight з допомогою апарату SEIS записав на Марсі досить дивні звуки, які людське вухо не здатне вловити.

Так, за даними NASA, якщо на планеті Марс прикласти вухо безпосередньо до самої поверхні, то можливо почути цілу симфонію звуків. Однак, для цього потрібно спеціальне надчутливе вухо, мається на увазі сейсмометр SEIS, який був винайдений спеціально для того, щоб записувати різні марсіанські звуки. Зокрема, хвилі "марсотрясін", які поширюються в глибинах даної планети.

Вважаю за доцільне зазначити, що сейсмометр вловив близько 100 подій, з яких 21 вчені ідентифікували як "марсотрясіння". Є ймовірність, що і інші події можуть бути "марсотрясіннями", проте фахівці не виключають й інші причини їх виникнення.

Ці дивні звуки я змогла послухати на офіційному сайті NASA. Мова йде саме про події, які відбулися 22 травня та 25 липня 2019 року. Ці звуки були записані спеціальними

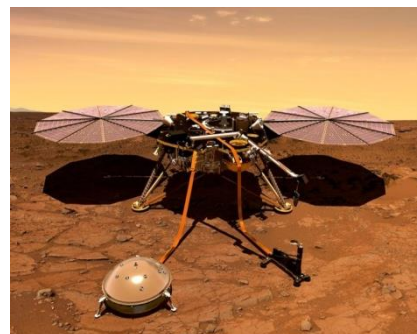


Рис. 3. Модуль InSight

датчиками широкого діапазону, які встановлені на SEIS. Для того, щоб дивні звуки можна було почути через навушники, вчені обробили цей запис [6].



Звуки Юпітера: звукозапис зонду "Юнона".

НАСА опублікувало звуковий запис, зроблений космічним апаратом "Юнона" в момент входження в магнітосферу Юпітера.

Щоб досягти Юпітера, космічному апарату вартістю 1 млрд доларів було потрібно майже п'ять років. Він був запущений в 2011 році і з тих пір подолав 3 млрд кілометрів [7].

Рис.4. Зонд Юнона

Після чотирьох років і одинадцять місяців подорожей по Сонячній системі зонд вийшов на орбіту Юпітера. Зонд "Юнона" став другим космічним апаратом, який вийшов на орбіту Юпітера, після "Галілео", що знаходився на орбіті планети з 1995-го по 2003 рік.

Рис.5. Апарат «Кассіні — Гюйгенс»

Зловісний шум Сатурна. До Сатурна в 1997 році був запущений апарат Кассіні — Гюйгенс — автоматичний космічний апарат, створений спільно NASA, Європейським космічним агентством та Італійським космічним агентством. Він досліджував планету Сатурн, її кільця та супутники.



На відстані ще 377 млн. км. від планети апарат зафіксував радіохвилі, що виходили з областей полярного снігу на полюсах. У планети є атмосфера та магнітне поле — це достатні умови для виникнення цього явища. Звуки планети відрізняються складною структурою й великою кількістю висхідних і низхідних тонів, безліччю змін частоти і часу звучання [8].

Звуки кілець Урану. Уран — сьома від Сонця велика планета Сонячної системи, належить до планет-гігантів. Третя за діаметром та четверта за масою планетою Сонячної системи.

Уран оточений дев'ятьма вузькими, «невидимими» кільцями, сконструйованими з темних, кам'янистих частинок різних розмірів, які практично не відбивають світло. Склад їх невідомий, однак, швидше за все, в них відсутні кристали льоду, характерні для світлих кілець Сатурна [9].

Багато людей кажуть, що ці звуки схожі на звуки з фільмів жахів. Прослухавши ці звуки на сайті НАСА, я не вважаю, що це так. Для мене це чудова, спокійна, величава музика. Відчуття, що вона існувала до мене і ще існуватиме довго після мене, змушує мене розуміти, що ми є частиною чогось дивовижного, вічного, того що ми ще до кінця не зрозуміли

Унікальні звуки Нептуна. Унікальні дані про Нептун, отримані зондом «Вояджер-2» Національного управління з аеронавтики і дослідженню космічного простору США, ще довгий час будуть предметом дослідження вчених. Адже «Вояджер-2» на сьогоднішній день - єдиний космічний апарат, який побував недалеко від Нептуна. Зонд пролетів на відстані 3900 км від північного полюса Нептуна, провівши в польоті до нього від Землі 12 років. За час, проведений «Вояджером-2» в околицях Нептуна, було отримано безліч абсолютно нових відомостей про цю планету. Зонд вперше виявив магнітне поле і систему кілець Нептуна, шість його невеликих супутників.

Було достовірно встановлено час обертання Нептуна навколо своєї осі - 16 годин. Всі вимірювання і телевізійна зйомка планети проводилися автоматично, по заздалегідь

закладеній програмі. Адже радіосигнал від Землі до Нептуна йде 4 години 10 хвилин. За цей час «Вояджер-2» пролітає майже 200 тисяч кілометрів [10].



Рис. 6. Фрагмент знімку, який використали для

В NASA записали "страшні" звуки космосу.

Фахівці американського космічного агентства NASA перетворили в "страшну" музику ультразвукові дані, отримані за допомогою космічного телескопу Hubble. За даними порталу Science Alert, вченим вдалося перетворити ультразвукові спостереження в музичну композицію.

До того ж, отриману музику, незважаючи на сам прекрасний космічний образ, вони назвали моторошною і лякаючою.

Композиція була створена за допомогою спеціального алгоритму. Кожному місцю і елементу на знімку було присвоєно власний звук. Зображення в звуковому спектрі відтворюється зліва направо, а частота змінюється зверху вниз в діапазоні від 30 до 1000 герц. Об'єкти в нижній частині знімка звучать на низькій частоті, а у верхній - відтворюють більш високі ноти [11].

Магнітосфера Ганімеда. Ганімед — найбільший супутник Юпітера що належить до групи галілеєвих супутників. Одночасно він є найбільшим супутником у Сонячній системі. Звуки були зареєстровані космічним кораблем НАСА Galileo. Ці звуки показують, що найбільший супутник Сонячної системи - Ганімед має магнітосферу, яка захищає його від магнітного впливу Юпітера [12].

Звуки хвиль, які рухаються між Сатурном та Енцеладом. За допомогою зонда Cassini вченим вдалось виявити взаємодію між Сатурном і його супутником Енцеладом. Зонд зафіксував плазмові хвилі між ними. Енцелад діє як маленький генератор електромагнітних хвиль. Сатурн відповідає на випромінювання, породжене рухом Енцелада, хвилями, які народжуються в плазмосфері навколо планети і її кілець. Насправді у космосі немає реального звуку і ці радіохвилі не звучать. Вони є електромагнітним випромінюванням.

Рис. 7. Космічний корабель НАСА Galileo



Однак, науковцям вдалось перетворити ці радіохвилі на звук. Вони застосували радіотехнології, які ми використовуємо для зв'язку на Землі [13].

Значення вивчення та використання звуків космосу. Звуки космосу це унікальні космічні явища, які варто досліджувати, вивчати та використовувати.

З часом науковці зможуть розрізняти фізичні характеристики далеких космічних тіл: наявність та склад атмосфери, віддаленість від материнської зорі, наявність та особливості магнітного поля, їх хвильовий зв'язок з супутниками чи сусідніми тілами.

Всі космічні об'єкти в певній мірі випромінюють енергію і створюють звукові хвилі, які можна почути лише після певної обробки. Результати космічних звукозаписів використовуються не тільки науковцями - фізиками та астрономами, але також психологами, психіатрами і гіпнотерапевтами по усьому світі, завдяки їх вражаючим можливостям і впливу на людську свідомість.

Свій звук мають і клітини нашого організму, звучить і всесвіт, питання в тому, який діапазон сприйняття є доступним для нас, але факт залишається фактом – звучить абсолютно все.

Важливо щоб добитися звучання в унісон та позбутись резонансного протизвучання. Надіюсь, що згодом це матиме величезне медичне значення для землян та сприятиме покращенню і продовженню нашого життя.

На сьогодні це явище не є звичайним і звичним об'єктом дослідження, тому не існує окремих організацій, які займаються дослідженням чи записом звуків космосу, але з часом ці показники і дослідження будуть більш потрібні, тому науковці, все частіше будуть вивчати це особливе явище.

Сподіваюся, що моя робота допомогла вам пізнати це унікальне явище і ви отримаєте задоволення, досліджуючи його.

Список використаних джерел:

1. Звук. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Звук>
2. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vido.com.ua/article/18786/zvuki-vsiesvitu-shcho-samie-mozhna-pochuti-u-vidkritomu-kosmosi/>
3. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://allatravesti.com/ua/vozdeystvie zvuka i muzyki na organizm cheloveka>
4. Звуки Сонячної системи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/404591/>
5. Звуки Землі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lentachel.ru/news/2019/08/19/realnye-zvuki-kosmosa-cto-slyshno-na-marse-i-kak-zvuchat-chernye-dyry.html>
6. Звуки Марсу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://techno.znaj.ua/267571-mars-nareshiti-zvernuvsya-do-lyudey-yak-zvuchat-motoroshni-slova-chervonoji-planeti-video>
7. Звуки Юпітеру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/science/1402844-kosmichniy-aparat-yunona-zrobiv-zvukozapis-pri-vihodi-na-orbitu-yupitera.html>
8. Звуки Сатурну. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lviv.com/statti/melodii-vsesvitu-dyvni-zvukovi-khvyli-otrymani-z-kosmosu/>
9. Звуки Урану. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=AxEa5KdPFRw&feature=emb_logo
10. Звуки Нептуну. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lentachel.ru/news/2019/07/23/voyadzher-peredal-na-zemlyu-tainstvennye-zvuki-neptuna.html>
11. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rg.ru/2019/03/11/zvuki-kosmosa.html>
12. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aboutspacejournal.net/звуки-космоса/>
13. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2496807-uceni-zafiksuvali-divni-zvuki-miz-saturnom-i-jogo-suputnikom.html>

SPACE MUSIC

Daria Kordonskaya – student of 9 grade, School-gymnasium №30, RCTCSY

The work describes cosmic phenomena – sounds from space, history of their study and recent discoveries. It tells about the importance of studying these phenomena. Tells about sounds of the Solar System objects.

Key words: sound, sound recording, space sounds, planetary music, magnetosphere, sinister noise, marsquake

МІЖНАРОДНА КОСМІЧНА СТАНЦІЯ: ІСТОРІЯ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ЇЇ СТВОРЕННЯ, ЗАПУСК, ВІДКРИТТЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Ярослав Федченко – учень 11 класу Комунального закладу «Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. №16 ВМР», гуртківець Вінницького ОЦТТУМ



У статті йдеться про важливість створення космічних станцій на орбіті Землі. Розповідається про історію розвитку станцій США та СРСР. Досліджено створення Міжнародної космічної станції, проілюстровано її будову, розказано про наукові експерименти, автором висловлено думку про перспективи станцій. В роботі показано моє спостереження за МКС в телескоп, та на офіційній сторінці NASA.

Ключові слова: космос, космічна ера, орбітальна станція, “Skylab”, “Салют”, “Мир”, МКС, перспектива, дослідження.

Американська космічна станція «Skylab»

Першою космосмічною станцією була американська орбітальна станція Skylab. Вона перебувала на навколоземній орбіті з 1973 по 1979 роки. Станція масою 77 т. була виведена на орбіту у безпілотному режимі ракетою-носієм Сатурн V. Три експедиції, що працювали на ній протягом 1973—1974 років, були доставлені на орбіту меншим носієм Сатурн-1Б. Під час двох останніх пілотованих польотів додатковий космічний апарат Аполлон/Сатурн ІВ стояв готовий до старту для порятунку екіпажу на орбіті, якщо у цьому виникне необхідність.



Рис. 1. Схематичне зображення станції “Skylab”

Станція була пошкоджена під час запуску, коли мікрометеоритний щит під дією швидкісного напору повітря відділився від корпусу, відірвавши одну з двох основних панелей сонячних батарей і заклинивши іншу так, що вона не могла розгорнутись. Це призвело до значної нестачі електроенергії і позбавило «Скайлаб» захисту від інтенсивного сонячного опромінення, загрожуючи унеможливити її використання. Найважливішою метою першої експедиції були ремонтні роботи, що полягали передусім у заміні теплового екрану та звільненні застряглої сонячної батареї.

На станції протягом її функціонування було виконано численні наукові дослідження, зокрема, сонячної корони, природних ресурсів Землі (експеримент EREP); зроблено тисячі фотографій Землі у видимому, інфрачервоному і надвисокочастотному діапазонах.

Існували плани відновлення і повторного використання станції «Скайлаб», які включали підняття і коригування її орбіти з допомогою космічного човника. Проте, проект «Спейс шатл» затримувався, а станція, орбіта якої несподівано швидко знижувалась внаслідок підвищеної сонячної активності, увійшла в атмосферу і зруйнувалась над західною Австралією у 1979 році.

Скайлаб була побудована на основі корпусу верхнього ступеня ракети Сатурн-1Б. Корпус був вкритий теплоізоляцією, внутрішній простір баків було пристосовано для життя і наукових досліджень.

У верхній частині корпусу були встановлені:

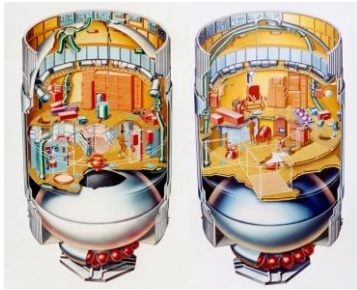
- ❖ відсік для обладнання,

- ❖ шлюзова камера з основним осьовим і резервним бічним стикувальними вузлами довжиною 5,28 м і діаметром 3 м.,
- ❖ масивний відсік астрофізичних наукових приладів, прикріплений до шлюзової камери,
- ❖ «телескоп Аполлон» — сонячна обсерваторія, що працювала у багатьох ділянках спектру.

Після виходу на орбіту відсік повертався на 90°, відкриваючи доступ до осьового стикувального вузла. Стикувальний модуль мав два вузли і шлюзову камеру з люками для виходів у відкритий космос.

Порожній водневий бак I ступеня утворював орбітальний блок станції внутрішнім діаметром 6,6 м., розгороджений ґратчастими перегородками на лабораторний і побутовий відсіки висотою 6 м і 2 м.

Кисневий бак використовувався для збору відходів. В лівому відсіку виконувались наукові експерименти, у правому - екіпаж відпочивав, готував і вживав їжу, виконував процедури особистої гігієни. Все необхідне для діяльності трьох екіпажів перебувало на борту «Скайлаба» під час запуску: 907 кг продуктів та 2722 кг води.



Система електропостачання станції складалася з шести панелей сонячних батарей: двох основних, що розгорталися на корпусі у вигляді двох великих крил, ще чотирьох, що розкривалися хрестоподібно на блоці. Електричну енергію постачали паливні елементи пристикованого корабля Аполлон. Зовнішня довжина комплексу «Скайлаб» з пристикованим транспортним кораблем Аполлон — 36 м, маса — 91,1 т.

Рис. 2. Внутрішній вигляд станції

«Скайлаб» мала величезний внутрішній обсяг, надаючи практично необмежену свободу пересувань, наприклад легко можна було стрибати від стіни до стіни під час занять гімнастикою. Астронавти вважали побутові умови на станції вельми комфортними: зокрема, там був встановлений душ.

Був і спеціалізований туалет — шафа розміром з автомат для продажу газованої води з трьома сечоприймачами, який робив автоматичний аналіз сечі; для зручності фіксації тіла перед ним до підлоги були прикріплені гумові капці. Вода не регенерувалася. Кожен астронавт мав невеликий окремий відсік-каюту — нішу зі шторкою, де було спальне місце і ящик для особистих речей. У задній частині розташовувався великий бак для відходів, паливні баки для двигунів маневрування, а також тепловий радіатор [1].

Космічна програма станцій «Салют»



«Салют» — перша в історії світової космонавтики програма створення космічної станції. Програма, що реалізовувалася Радянським Союзом, складалася з серії дев'яти одномодульних космічних станцій, випуск яких тривав протягом одинадцяти років. Салют -1 виведена на орбіту ракетою-носієм Протон-К 19 квітня 1971 року,

Рис. 3. Схема космічної станції «Салют-1»

Програма «Салют» була складовою радянської космічної програми. Призначення програми:

- ❖ проведення довгострокових досліджень з проблеми життя в космосі

❖ астрономічні та біологічні експерименти.

Програма дозволила космічній техніці розвиватися з стадії інженерних пошуків до довгострокових досліджень та створення форпостів у космічному просторі.

Згодом, досвід, накопичений при створенні та експлуатації станцій «Салют» пішов, був використаний для того, щоб прокласти шлях до багатомодульних космічних станцій, таких як Мир і Міжнародна космічна станція. Кожна з цих станцій має центральний модуль, похідний від програми станцій «Салют», як основний модуль.

Під загальною назвою «Салют» на орбіту виводилися довготривалі орбітальні станції виготовлені для виконання завдань Міністерства оборони. «Салюти» виводилися на орбіту за допомогою ракети-носія «Протон» [2].

Створення прототипу першої міжнародної космічної станції «МИР»

Мир («Салют-8») радянська (пізніше російська) орбітальна станція, що являла собою складний багатоцільовий науково-дослідний комплекс. Базовий блок було виведено на орбіту 20 лютого 1986 року. Потім протягом 10 років один за одним було пристиковано ще шість модулів.

Рис. 4. Зображення станції «Мир»



У період 1986—2000 роки станцію відвідало 15 експедицій, з них 14 — міжнародних. Всього на станції працювали 104 космонавти з 12 країн. «Мир» відпрацювала утричі довше встановленого терміну. Базовий блок було виведено на орбіту 20 лютого 1986 року. Потім протягом 10 років один за одним було пристиковано ще шість модулів. 1995 року станцію стали відвідувати іноземні екіпажі.

Станцію відвідало 15 експедицій, з них 14 — міжнародних за участю космонавтів Сирії, Болгарії, Афганістану, Франції (5 разів), Японії, Великої Британії, Австрії, Німеччини (2 рази), Словаччини, Канади.

У рамках програми «Мир — Шаттл» було здійснено сім короткотривалих експедицій відвідування за участі корабля «Атлантіс», одна — за участі корабля «Індевор» і одна — за участі корабля «Діскавері», під час яких на станції побувало 44 астронавти.

Рис. 5. Міжнародна місія «МИР-Шаттл»



Усього на станції працювали 104 космонавти з 12 країн світу. Наприкінці 1990-х років на станції почали виходити з ладу різні прилади та системи. Через деякий час уряд РФ, посилаючись на дорожнечу подальшої експлуатації та незважаючи на численні проекти порятунку станції, вирішив затопити «Мир». Станція відпрацювала утричі довше спочатку встановленого строку. Її було затоплено у завчасно визначеному районі в південній частині Тихого океану 23 березня 2001 року [3].

МКС: історія створення та перспективи розвитку

МКС - Міжнародна космічна станція на орбіті Землі, пілотована і створена для наукових досліджень у космосі. Будівництво розпочалось 1998 р. і тривало в співробітництві аерокосмічних агентств Росії, США, Японії, Канади, Бразилії та Євросоюзу. Маса станції становить приблизно 450 тон. 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.

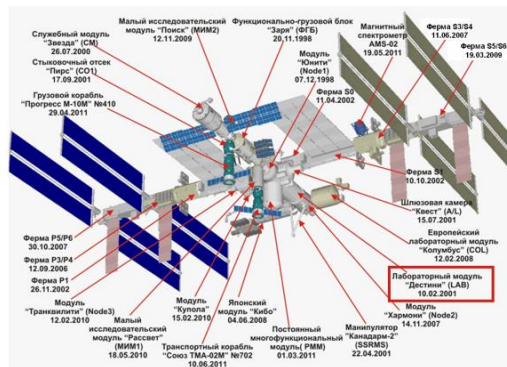
Рис. 6. МКС на етапі будівництва



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 «Звезда» і «Пірс, Японія — модулем «Кібо», Європейське космічне агентство — модулем Columbus. Сонячні панелі, а також інші модулі належать NASA. Відповідно до початкового Меморандуму про взаєморозуміння між НАСА і Роскосмосом, Міжнародна космічна станція мала бути лабораторією, обсерваторією і заводом у космосі.

Також було заплановано забезпечити транспортування, технічне обслуговування і використання її як проміжної бази для можливих майбутніх польотів на Місяць, Марс та на астероїди. 2010 року, згідно з національною космічною політикою США, МКС було надано додаткову роль — виконання комерційних, дипломатичних та освітніх завдань.

Рис. 7. Будова МКС



МКС є платформою для проведення наукових досліджень, які не можуть бути виконані в будь-якій іншій формі.

Невеликий безпілотний космічний корабель може бути платформою для роботи в невагомості, космічні станції пропонують довгострокове середовище, в якому дослідження можуть бути виконані потенційно протягом багатьох десятиліть, в поєднанні з оперативним доступом

дослідників впродовж періодів, які перевищують можливості пілотованих космічних кораблів.

Станція спрощує окремі експерименти, усуваючи необхідність в окремих ракетних запусках і наукових співробітниках. Досліджуються космічна біологія, астрономія, невагомість, космічна медицина та науки про життя, фізичні науки, матеріалознавство, вивчення космічної погоди, і погоди на Землі (метеорологія). Вчені на Землі мають доступ до даних екіпажу і можуть змінювати експерименти або запускати нові, що зазвичай неможливо у випадку використання безпілотних космічних апаратів. Екіпажі здійснюють експедиції тривалістю кілька місяців, забезпечуючи приблизно 160 людино-годин впродовж робочого тижня в екіпажі з 6 осіб.

Модуль «Кібо» призначений для прискорення прогресу Японії в галузі науки і техніки, отримання нових знань і застосування їх у промисловості та медицині.

Для виявлення темної матерії і відповіді на інші фундаментальні питання щодо нашого Всесвіту, інженери й вчені з усього світу побудували «Магнітний Альфа-Спектрометр», який НАСА порівнює з телескопом Хаббла, і який неможливо розмістити на супутниковій платформі для вільного польоту через вимоги до потужності і пропускну здатності даних.

Рис. 8. «Магнітний Альфа-Спектрометр»



3 квітня 2013 р. вчені НАСА повідомили, що сліди темної матерії, можливо, були виявлені Альфа-магнітним спектрометром. На думку вчених, «Перші результати від космічного Альфа-магнітного спектрометра підтвердили незрозумілий надлишок високоенергетичних позитронів в навколоземних космічних променях». Космічне середовище

непридатне для життя. Незахищене перебування у космосі характеризується інтенсивним випромінюванням, високим вакуумом, екстремальними температурами і

мікрогравітацією. Деякі прості форми життя, екстремофіли, зокрема дрібні безхребетні тихоходки, можуть вижити в цьому надзвичайно сухому середовищі. Медичні дослідження покращують знання про наслідки тривалого космічного впливу на організм людини, зокрема м'язової атрофії, остеопорозу і зсуву рідини. Ці дані будуть використовуватися для визначення можливості здійснення тривалого космічного польоту людини і колонізації космосу.

У 2006 році дані про втрату кісткової маси і м'язової атрофії вказували на значний ризик переломів і проблем з пересуванням, можливих коли б космонавти висадилися на планеті після тривалого міжпланетного рейсу, наприклад, шестимісячного польоту, необхідного для подорожі на Марс [4].

Перспективи розвитку МКС

Завдяки новому обладнанню, доставленому на борт МКС експедицією шаттла «Індевор» в листопаді 2008 року, екіпаж станції 2009 року був від 3 до 6 осіб. Спочатку планувалося, що станція повинна пропрацювати на орбіті до 2010 року, 2008 називалася інша дата — 2016 або 2020 рік. На думку експертів, МКС, на відміну від станції «Мир», не будуть топити в океані, передбачається використовувати її як базу для збирання міжпланетних кораблів. Попри те, що в NASA висловлювалися за зменшення фінансування станції, голова агентства Майкл Гріффін пообіцяв виконати всі зобов'язання США для завершення будівництва станції.

Однак, після війни в Південній Осетії, багато експертів, в тому числі і Гріффін, заявляли, що охолодження відносин між Росією та США може призвести до припинення співпраці Роскосмосу з NASA. Після початку російської агресії проти України США заявили про можливість запровадження санкції проти РФ.

13 травня 2014 віце-прем'єр РФ Дмитро Рогозін заявив, що Росія не буде продовжувати експлуатацію МКС після 2020.

У жовтні 2016 року у NASA заявили про припинення співпраці з Роскосмосом щодо відправки астронавтів на МКС. Тому американські комерційні компанії “Boeing” та “Space X” пропонують свої космічні апарати для доставки астронавтів на МКС. Завдяки цьому світ може відмовитись від послуг Роскосмосу, за умови якщо російська сторона продасть всі свої модулі комерційним компаніям для нормальної експлуатації станції [5].

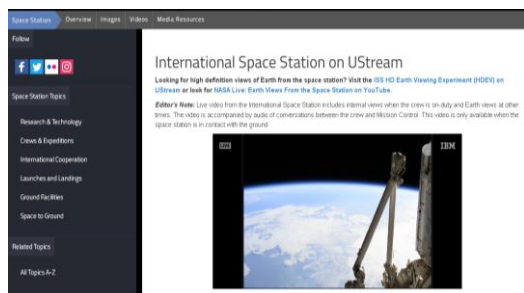
Основні напрямки та перспективи розвитку МКС:

❖ Космічний туризм. Американське космічне агентство (НАСА) оголосило про намір дозволити платні польоти приватних осіб на Міжнародну космічну станцію. Таким чином управління з авіації намагається комерціалізувати частину своєї діяльності.

❖ Комерційні перспективи на МКС: Dragon 2 - американський багаторазовий пілотований космічний корабель компанії SpaceX, розроблений на замовлення НАСА в рамках програми Commercial Crew Development призначений для доставки екіпажу до 4 осіб на Міжнародну космічну станцію і повернення їх на Землю.

Dragon 2 виводиться на орбіту ракетою-носієм Falcon 9 з стартового комплексу LC-39A в Космічному центрі Кеннеді. Перший демонстраційний безпілотний запуск відбувся 2 березня 2019 року, пілотований - планується у 2020 році [6].

Спостереження за МКС за допомогою інтернет джерел та в телескоп

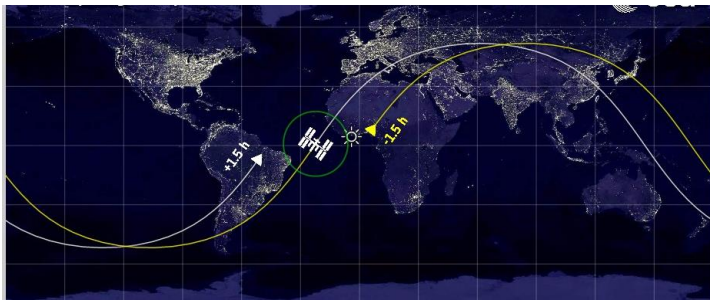


Аналізуючи інформацію про МКС, я дізнався що можу слідкувати за діяльністю станції не виходячи з дому. Для цього мені потрібно зайти на офіційний сайт NASA [7].

Рис. 9. Офіційна сторінка NASA

Користувачі мають змогу спостерігати за проходженням МКС по навколоземній орбіті

онлайн. На сайті ми можемо побачити детальну інформацію про діяльність екіпажу станції, зокрема проведення наукових експериментів, виходи у відкритий космос. Користувачі мають змогу побачити історію побудови станції у вигляді 3-D моделі.



Досліджуючи МКС в інтернеті, я поцікавився чи зможу я побачити МКС в телескоп. Щоб побачити МКС в телескоп потрібно за допомогою офіційного сайту NASA відслідкувати траєкторію руху станції

Рис. 10. Траєкторія руху МКС

Біла лінія- рух в даний час, жовта лінія - наступний виток станції.

Якщо спостерігати за станцією з Вінниці, її орбіта має проходити через 49 паралель та через 28 меридіан. Проходження МКС на небі дуже короткотривале тому потрібно використовувати телескоп рефлектор з 90 мм. дзеркалом.



Рис. 11. Проходження МКС над Вінницькою областю 19 .12. 2019 року. Фото автора

На знімку найвиразнішою деталлю станції є сонячні панелі американського виробництва. Найкраще видно американський сегмент модулів станції, так як вони білого кольору та добре відбивають світло. Час проходження МКС над територією Вінниці, складає 9.3 секунди.

Отже, більшість наукових експериментів, що проводяться в космосі, допомагають на Землі розвивати різні галузі: сільськогосподарську, авіаційну, приладобудівну та інші.

Значні успіхи в медицині досягнуті завдяки успішним медичним експериментам у космосі. Сподіваюсь що згодом вчені зможуть відправити людей в далекі космічні перельоти завдяки науковим експериментам на МКС та інших космічних станціях.

Список використаних джерел:

1. Космічна станція «Skylab». [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://kiri2ll.livejournal.com/167353.html>
2. Космічна програма «Салют». [Електронний ресурс]. - Режим Доступу: <ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/journals/knit/2018-24/knit-2018-24-5-10-horbulin-yatskiv.pdf>
3. Космічна станція «Мир». [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мир_\(орбитальная_станция\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мир_(орбитальная_станция))
4. Міжнародна космічна станція. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://24tv.ua/techno/ru/godovshhina_zapuska_mks_kak_sozdavali_issledovatel'skij_bastion_chelovechestva_v_kosmose_n1236858
5. Перспективи розвитку МКС. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://nv.ua/techno/innovations/kosmos-2019-glavnye-novosti-kosmicheskoy-industrii-za-god-50061524.html>
6. Космічний корабель «Dragon». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Dragon_2_\(космический_корабль\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Dragon_2_(космический_корабль))
7. Офіційний сайт NASA. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.nasa.gov/mission_pages/station/main/index.html

INTERNATIONAL SPACE STATION: HISTORY AND NEED FOR CREATION, STARTUP, DISCOVERY, AND RESEARCH

Yaroslav Fedchenko – student of 10th grade of secondary school №16, RCTCSY

This paper deals with the importance of creating space stations in Earth's orbit. It tells the history of the development of US and USSR stations. The creation of the International Space Station has been investigated, its structure has been illustrated, scientific experiments have been told, and the views of the station's prospects have been expressed. This work shows my observation of the ISS in a telescope, and on the official NASA website.

Key words: Space, cosmic era, orbital station, Skylab, Salut, MIR, ISS, perspective, exploration.

ПРАВОВІ ПИТАННЯ ОСВОЄННЯ КОСМОСУ

Ілля Кугай – учень Технологічно - промислового коледжу ВНАУ, І курс, гуртківець Вінницького ОЦТТУМ

Проаналізовано історію підкорення та розвитку космосу, будівництва військових полігонів та космодромів. Проведено аналіз історії та сьогодення міжнародно-правових відносин стосовно освоєння та використання космічного простору. Приділено особливу увагу міжнародній співпраці держав, що розробляли правила мирного використання космосу, заборони розташування в ньому зброї та використання для комерційних цілей.

Ключові слова: космічне право, міжнародні відносини, освоєння космосу, космодроми, ракети, засмічення орбіти.

Ще з давніх часів, коли людина вдивлялася в небо, завжди намагалась зрозуміти все те, що воно від неї приховує. Для того, щоб наблизитись до розгадки таємниць неба, люди почали перші спроби зрозуміти його. Людський зір не дозволяв побачити всі об'єкти зоряного неба, тому люди придумали такі засоби, як підзорні труби і телескопи.

Перший прототип телескопа - зорова труба, був винайдений випадково. Майстер окулярної справи Йоган Ліппершей побачив, що його діти граються з двома лінзами, тоді й подумав про створення зорової труби, за допомогою якої можна було спостерігати з берега за кораблями, або з кораблів шукати берег [1].

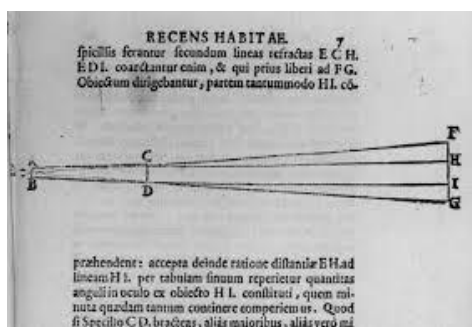


Рис. 1. Схема зорової труби

Практична експлуатація приладу опинилася в центрі уваги громадськості в Нідерландах близько 1608 р., але ліцензію – правовий дозвіл на створення першого винаходу, затребували три особи: Ганс Ліппершей, Захарія Янсена — майстр з виготовлення окулярів з Міддлбургу і Яків Метьюз (також відомий як Джейкоб Адріанзон).

Зрештою, ліцензію не отримав жоден з них.



Рис. 2. Зорова труба

Оригінальні голландські прототипи телескопів склалися з увігнутої і опуклої лінз. Оригінальна

конструкція Ліппершея мала тільки 3-кратне збільшення. Зорові труби, які були зроблені в Нідерландах в значній кількості, незабаром, після їх винаходу швидко розійшлися по всій Європі [2].

Галілео Галілей купив одну з цих труб і почав її вдосконалювати. Конструкція ранніх заломлюючих телескопів складалася з опуклої лінзи об'єктива і увігнутого окуляра. В першу ж ніч в Падуї, після повернення з Венеції, Галілей зробив свій перший телескоп, шляхом установки опуклої лінзи з одного краю свинцевої труби і увігнутої лінзи з іншого. Вдосконаливши перший телескоп, Галілей взяв його до Венеції, де продемонстрував вдосконалений винахід громадськості і Сенату. Його перший телескоп мав 3-х разове збільшення. Його четвертий інструмент - мав 33-х кратне збільшення.

За допомогою останнього інструменту Галілей у 1610 році виявив:

- ❖ супутники Юпітера,
- ❖ плями на Сонці,
- ❖ фази Венери та Меркурія,
- ❖ пагорби і долини на Місяці.

Рис. 3. Галілей і його телескоп



Друга світова війна та створення і застосування ракет

В 1939 році починається II світова війна, а в 1940 році Третій рейх напав на Союз Радянських Соціалістичних Республік.

Спочатку Червона армія здає позиції, але коли окупанти входять глибше в країну вони зустрічають великий партизанський супротив.



Хоча навіть серед наших людей були зрадники, але це не знищило волю до перемоги радянського народу ми змогли знищити і нацистів і більшість зрадників, і вже 1945 року червоний прапор гордо розвивався над руїнами нацистського режиму.

Рис. 4. Червоний Прапор над Рейхстагом

Проте, в стані союзників вже готувалась зрада. Америка реабілітує військових злочинців засуджених до страти таких як Вернер фон Браун.

Саме він раніше займався створенням ракет типу земля-земля, моделі Фау 2. США вивозять 14 вагонів нацистської документації про ракетобудування, в той же час Радянські служби розвідки зуміли накопити достатньо старої нацистської документації для початку свого ракетно-будівництва. Почалась холодна війна та гонка озброєнь.

Від ракетних полігонів до космодромів

Створення ракетних полігонів СРСР. Капустін Яр - 1947 р.



Постановою Ради Міністрів СРСР від 3 червня 1947 року місцем будови першого радянського ракетного полігону був визначений Капустін Яр.

Рис. 5. Ракетний полігон Капустін Яр на Поволжі

1 жовтня 1947 р. начальник полігону, наш земляк - гайсинчанин В. І. Вознюк доповів керівництву про

готовність полігону для проведення пусків ракет. 14 жовтня 1947 року на полігон прибула перша партія ракет Фау-2 (А-4). 18 жовтня 1947 р. - перший в СРСР старт балістичної ракети.

З 18 жовтня по 13 листопада 1947 року було запущено 11 ракет Фау-2, з яких 9 досягли мети (хоча і з великим відхиленням від заданої траєкторії) і 2 потерпіли аварію.

З 1947 по 1957 рік Капустін Яр був єдиним місцем випробувань радянських балістичних ракет. На полігоні Капустін Яр проходили пуски міжконтинентальної крилатої ракети «Буря» в 1957—1959 роках. 16 березня 1962 р. Капустін Яр став космодромом: з нього був здійснений запуск супутника «Космос-1». Надалі з космодрому Капустін Яр стартували невеликі дослідницькі супутники, для запуску яких використовувалися ракета-носії легкого класу серії «Космос». У подальші роки на полігоні випробовується велика кількість різноманітних ракет малої і середньої дальності, крилатих ракет, комплексів і ракет ППО [3].



Початок експлуатації — травень 1955 р., коли з Байконура була запущена ракета Р-7.

Рис.6. Байконур— місце старту радянських космічних кораблів

Байконур — космодром у Казахстані, перший і найбільший у світі, збудований в СРСР у 1955 році. Державну комісію по вибору місця під цей космодром очолював вінничанин В. І. Вознюк.

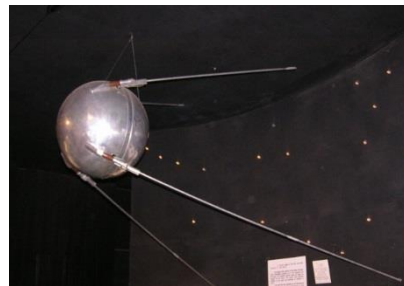


Рис. 7. З Байконура 4 жовтня 1957 р. здійснено успішний запуск першого в світі штучного супутника Землі - ПС-1

Супутник літав 92 дні, до 4 січня 1958 року, зробивши 1440 обертів навколо Землі (близько 60 млн км), а його радіопередавачі працювали протягом двох тижнів після старту [4]. Супутник випромінював радіохвилі на двох частотах, це дозволяло вивчати верхні шари іоносфери.

Супутник мав значно більше політичне значення, ніж наукове. Його політ побачив весь світ. Випромінюваний ним сигнал ловив будь-який радіоаматор в будь-якій точці земної кулі. А це йшло врозріз з американською пропагандою про технічну відсталість Радянського Союзу.

Запуск першого супутника завдав великого удару престижу США, адже, перед цією подією американський уряд повідомив громадянам про створення досконалої системи ППО, і ось кожні півтори години над територією США пролітає невразливий радянський апарат [5].

Зародження перших пактів про використання космічного простору

Від запуску першого у світі супутника пройшло трохи більше року. Мирне використання космосу стало основним посилом у документі ООН, адже в той час увесь світ спостерігав за розгортанням «холодної війни» між двома соціальними полюсами — США та СРСР. Новизна освоєння космічного простору змусила обидві держави шукати паритет у правовому полі щодо врегулювання космічної діяльності.

Вже у 1959 році було сформовано головний міжнародний орган координації у сфері космосу — Комітет ООН з використання космічного простору в мирних цілях.

Це найбільш авторитетний міжнародний форум для узгодження державами позицій щодо розвитку космічного права. На базі Комітету функціонує ціла система структурних підрозділів, які забезпечують виконання передбачених космічним правом міжнародних процедур.



Рис. 8. 12 квітня 1961 року космонавт СРСР Юрій Гагарін здійснив перший успішний політ у космос на кораблі «Восток 1»

Це викликало багато питань про те, як сильним державам розподілити свій вплив на космос. Невдовзі Генеральна Ассамблея ООН ухвалила ще одну важливу резолюцію – «Міжнародне співробітництво у використанні космічного простору в мирних цілях». В цій резолюції:

- закріплено поширення міжнародного права на космічний простір;
- закладено основу формування правових зв'язків між державою та запущеним нею космічним об'єктом через механізм міжнародної реєстрації;
- відображено принцип вільного доступу для дослідження та використання державами космічного простору та небесних тіл в ньому;
- закріплено принцип не присвоєння жодною державою космічного простору і небесних тіл.

Паралельно розвивалось і право, дотичне до регулювання міжнародних відносин у сфері мирного використання і дослідження космосу. Наприклад, Договір про заборону випробувань в атмосфері, космічному просторі та під водою ядерних ракет (1963 рік) та

Конвенція про заборону військового або будь-якого ворожого використання засобів впливу на природне середовище (1977 рік).

Крім того, Міжнародне космічне право розвивається як на глобальному, так і регіональному рівнях. Свідченням на глобальному рівні є система норм, яка регулює статус Міжнародного союзу електрозв'язку та порядку використання державами такого обмеженого ресурсу, як геостационарна орбіта.

«Верховний порядок» сучасних космічних відносин»

Сторонами міжнародних космічних договорів є виключно держави та міжнародні організації. Лише вони мають право їх укладати. Це обумовлюється такими поняттями, як «суверенітет» та «суверенні права», а також юридичною рівністю цих суб'єктів, що є основою міжнародного права. Саме тому доволі сумнівним є визнання приватних компаній суб'єктами міжнародного космічного права, навіть незважаючи на те, що зараз їх стає все більше в структурі міжнародних відносин у галузі дослідження та використання космічного простору [6].

Реєстрація космічних об'єктів

Конвенція про реєстрацію, прийнята 1972 року, передбачає, що кожна держава, яка запускає космічний об'єкт, заносить інформацію про це до відповідного національного реєстру і робить повідомлення Генеральному секретарю ООН у найближчий час.

Австрія, у 2011 році прийняла Федеральний закон про Авторизацію дій в космосі і контролю національного космічного реєстру і лише у 2017 році подала Генеральному секретарю ООН вербальну ноту про реальне заснування реєстру космічних об'єктів. Другим обов'язком держав є контроль та нагляд за космічною діяльністю.

Це відповідальність держав за національну діяльність у космічному просторі, включаючи Місяць та інші небесні тіла, незалежно від того, провадиться вона урядовими органами чи неурядовими юридичними особами, і забезпечення того, щоб національна діяльність провадилася згідно з положеннями, що містяться у відповідному договорі 1967 року. В положеннях цього договору прописано, що «держави зобов'язуються постійно

спостерігати за діяльністю неурядових суб'єктів, які мають провадити свою діяльність тільки з дозволу відповідної держави [6].

Проте є нюанс: міжнародне космічне право в принципі не визначає, що таке «космічний простір» та де він перетинається з повітряним простором.

Ще у 1979 році СССР вніс у Комітет ООН з космосу документ під назвою «Проект основних положень резолюції Генеральної Асамблеї ООН з питань розмежування повітряного і космічного простору і правового режиму космічного простору, в якому проходять орбіти геостационарних супутників».

У ньому пропонувалося нижню межу космічного простору встановити, за згодою держав, на висоті 110 км над рівнем океану (лінія Кармана).

Втім, США та їхні союзники висловили іншу позицію, запропонувавши розмежовувати не територію, а функції літальних апаратів, адже з розвитком техніки повітряні об'єкти можуть перетворюватись на космічні.

У результаті правової визначеності щодо цього питання немає й досі, що позначається не лише на складнощах у правозастосуванні на міжнародному рівні, але й на рівні національного нормотворення [6]. Так, під час обговорення законопроектів №1071 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державного регулювання космічної діяльності», відстоювалась позиція про те, що Україна виконує свої міжнародні зобов'язання згідно з вимогою ст. 6 Договору про космос та Конвенції про відповідальність, оскільки Повітряний кодекс встановлює порядок отримання дозволу на політ.

Така позиція є наслідком відсутності чіткого уявлення про різницю правових режимів космічних та повітряних польотів, які включають як спільні, так і відмінні ризики. Отже, передбачений Авіаційними правилами України порядок резервування повітряного простору для запуску та посадки космічних об'єктів не здатен забезпечити виконання зазначених вимог міжнародного космічного права. Недостатньою є і запроваджена законопроектом №1071 дозвільна система, яка визначає можливість отримання дозволів за принципом мовчазної згоди, тобто без належної перевірки безпеки діяльності, яка передбачена для отримання дозволу.

У Конвенції про відповідальність слід особливо виділити положення, що передбачають створення органу, який відіграє функції арбітра, – Комісії з розгляду претензій. Відповідний судовий орган створюється, якщо врегулювання претензії не досягнуто шляхом дипломатичних переговорів протягом одного року з дати, коли держава-позивач повідомляє державу запуску, що вона подала документи по своїй претензії. Комісія по суті є міжнародним арбітражем, який встановлює обґрунтованість претензії про компенсацію і визначає суму компенсації, якщо вона підлягає виплаті.

Її рішення є остаточним і обов'язковим, якщо про це було досягнуто домовленості між сторонами, а в іншому випадку комісія виносить остаточний висновок рекомендаційного характеру, який сторони розглядають у дусі «доброї волі».

Договір про Космос

Договір про космос є основою міжнародного космічного права. Договір підписали Сполучені Штати Америки, Велика Британія і Союз радянських соціалістичних республік 27 січня 1967 року, набув чинності 10 жовтня 1967 року. Станом на жовтень 2011 року 100 країн є державами-учасниками Договору, а ще 26 підписали договір, але не завершили ратифікацію. Договір про космос визначає основні правові рамки міжнародного космічного права.

Серед принципів, заборона для держав-учасниць розміщення ядерної зброї або будь-якої іншої зброї масового знищення на орбіті Землі, установки її на Місяці або будь-якому іншому небесному тілі, або на станції в космічному просторі.

Цей договір обмежує використання Місяця та інших небесних тіл тільки в мирних цілях і прямо забороняє їх використання для випробування будь-якого роду зброї,

проведення військових маневрів або створення військових баз, споруд і укріплень. Тим не менш, Договір не забороняє розміщення звичайних озброєнь на орбіті [6]. На сьогодні не малу роль в космічному прогресі відіграє компанія відомого вченого Ілона Маска, яка зробила багато інноваційних відкриттів в галузі космосу.



Рис. 9. Tesla Ілона Маска в космічному польоті

Але в січні 2020 року міністр торгівлі США на саміті у Давосі заявив, що зараз 80% космічної промисловості належить приватному сектору, і що вплив компаній на космос повинен регулюватись світовою спільнотою.

Інакше космос стане більш комерційним ніж спільним для всього людства. Також міністр зазначив, що державами повинна регулюватись чисельність супутників тому що орбіта є обмеженим ресурсом.

Чи буде збудовано український космодром?

Українська компанія Space Logistics Ukraine планувала збудувати космодром у Херсонській області на березі Азовського моря та території Олешківських пісків, але як пізніше з'ясувалось, відпрацьовані елементи ракет будуть падати на територію Туреччини. Що є негативним фактором для міжнародної політики.

Шляхи історії незвідані. Весь час ми намагаємось перевершити один одного, хтось відстоює експлуатацію людини людиною і приниження нижчих в матеріальному плані людей, а хтось за рівність, братство народів, гарні умови для всіх робітників. Але, коли в руках обох знаходиться зброя масового знищення, то їм необхідно знайти компроміс, інакше це приведе до тотального знищення нашого світу. Почали домовлятись про використання космосу в мирних цілях щоб знову не поставити людство на край прірви.

Вважаю, що Космос повинен використовуватись людством для його ж розвитку, а щоб уникнути війни ми повинні всі бути об'єднанні однією системою та виконувати Міжнародні правові угоди щодо дослідження та використання космосу в мирних цілях. Поки буде між країнами розбрат ми не зможемо повноцінно використати потенціал Космічного простору [7].

Список використаних джерел:

1. Зорова труба. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зорова_труба
2. Галілео Галілей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Галілео_Галілей
3. Капустин Яр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Капустин_Яр
4. Байконур. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Байконур>
5. 1 ШЗС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Перший_штучний_супутник_Землі
6. Закон про космос. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_480
7. В Україні планують збудувати космодром. [Електронний ресурс]-Режим доступу: <https://gazeta.ua/articles/science/ v-ukrayini-planuyut-zbuduvati-kosmodrom/933393>

LAW QUESTIONS ABOUT SPACE

Ilyia Kugai – student of Technological and Industrial College of VNAU, I course, RCTCSY

The history of the conquest and development of space, the construction of military training grounds and spaceports are analyzed. An analysis of the history and present international legal relations concerning the exploration and use of outer space. Particular attention was paid to the international cooperation of states that developed rules for the peaceful use of space, the prohibition of the deployment of weapons in space and commercial use.

Key words: space law, international relations, space exploration, spaceports, rockets, orbiting.

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 1.

Аэрокосмическая фотоохота и материаловедение в метеоритике как особая тема университетской науки для студентов и преподавателей

Александр Мозговой – канд. техн. наук, доцент

Борис Жилиев – канд. физ.-мат. наук, доцент

Анатолий Видьмаченко – д-р физ.-мат. наук, профессор

Григорий Дашкиев – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник

Алексей Стеклов – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник

Представлен обзор основных задач современной метеоритики – науки по изучению метеорного вещества во всём его разнообразии, во всех его состояниях и проявлениях как при образовании в материнских телах Солнечной системы, так и для межзвездных, и межгалактических космических вторжений в зоны нашей жизнедеятельности.

Ключевые слова: метеоры, метеорные вторжения, аэрокосмическая фотоохота.

В метеорной астрономии различают спорадические метеоры (не системные, случайные) и метеорные вторжения от метеорных потоков, генетически связанных с материалом распада ядер известных комет и/или астероидов. «По умолчанию» все эти метеоры обычно считаются генетически связанными с телами Солнечной системы. В одной из предыдущих работ авторы заявили о необходимости выделять еще два класса метеоров. Второй класс метеоров имеют межзвездное происхождение, т.е. – это галактические частицы; а третий класс – это особые межгалактические метеоры, спектры которых совсем недавно изучались в САО РАН. На сегодняшний день, после обнаружения межзвёздного астероида «Оумуамуа» и межзвёздной кометы «Комета 2I/Borisov», этот подход уже стал общепринятым и традиционным.

Наши цели по мониторинговым регистрациям особых космических вторжений в тропосферу и по изучению самих тел космических вторжений, собранных на Земле.

Для преподавателей и для студентов Университетов всегда будет интересна задача по обнаружению различий в структурах и в составе возможных метеоритных «пришельцев» из космоса – из Солнечной системы, из Галактического (межзвёздного) и Межгалактического пространства. Этой проблематике достойное внимание должны уделить именно в Университетах, как астрофизики, так и физики, математики, геохимии и все любители исследований фактов различных космических вторжений.

Поэтому в данной работе и в своём докладе авторы ещё и ещё раз хотят обратить внимание коллег на необходимость поиска и коллекционирования всех видов, типов тел космических вторжений. Это увлекательное дело для студентов университетов и их преподавателей. Оно очень полезно для исследований природы материала тел космических вторжений и практического изучения возможных различий всех трёх выше названных видов метеоритов с точки зрения особых подходов и методов прикладного материаловедения, геолого-минералогических наук, кристаллографии и геохимии. Именно это изучение отличий в русле материаловедения, может стать проверкой наблюдаемых различий, особенностей вспышек и следов от космических вторжений этих трёх типов, классов объектов в атмосфере Земли.

Ожидаемые результаты наших исследований.

Авторы предлагают к рассмотрению упрощенную схему различий в свойствах вторгающихся частиц всех трех классов. Скорости вторжений частиц, происходящих из Солнечной системы, обычно находятся в пределах 10-70 км/с. Именно поэтому мы

принимая при рассмотрении среднее значение 25 км/с. А вот для частиц из нашей Галактики следует взять 250 км/с, как скорость движения Солнца вокруг ядра Галактики. Для межгалактических, или частиц внегалактического происхождения – следует взять значение примерно 750 км/с, как скорость нашей Галактики в Местной группе. Таким образом, кинетические энергии частиц вторжения будут равны, соответственно, E , $100 \cdot E$ и $1000 \cdot E$, где E – это кинетическая энергия вторжений частиц, генетически возникших в Солнечной системе, $100 \cdot E$ – для межзвездных частиц, и $1000 \cdot E$ – для межгалактических.

Авторы предлагают студентам и преподавателям университетов принять участие в создании подходов и теорий математической физики по вторжениям малых и средних по массам и размерам тел межзвёздной и межгалактической природы, но с очень большими скоростями вторжений. Ведь проблема здесь в том, что основную толщу атмосферы в 100 км такие тела прокалывают за доли секунды. Но сумеет ли теплопроводность для ожидаемых материалов передать высокие температуры нагрева поверхностного слоя к центру тел вторжений за доли секунды? Наверно именно поэтому даже малые тела межзвёздных и межгалактических вторжений легко и часто проникают прямо в тропосферу? При этом мы, наблюдатели и фотоохотники на следы космических вторжений, часто вдруг и неожиданно видим в тропосфере так называемые «взрыв пакеты» совсем без образования хвостов или же с очень малыми хвостами. Тепловая волна быстро достигает центра малого тела вторжения, вызывая мгновенный одномоментный взрыв. Хвоста при этом вообще нет или же хвост есть, но очень небольшой. А уж кратных вспышек, нескольких распадов и вращений («воблинга»), как это бывает для тел вторжений из Солнечной системы, мы тут вообще не наблюдаем и не фиксируем при фото и видеорегистрациях.

Для студентов такая фотоохота на факты межзвёздных и межгалактических вторжений в небо над нашими городами просто крайне полезна и поучительна.

Ещё раз о звуковых явлениях при взрывах болидов.

Отметим, что статистическое изучение болидов указывает на явную корреляцию между звуком и такими явлениями, как вспышки, взрывы, искрообразование, появление следа и т. п. Опыт наблюдений следов метеоров и болидов однозначно показал, что ночные метеорные патрули гораздо реже видят и фиксируют электрофонные явления, чем наши сумеречные и дневные фотоохотники. Особо отметим, что в сумерки и днем периодически появляются странные короткие «следы - чиркания из ниоткуда» и, даже, появления особых коротких, но массивных и ярких «взрывпакетов» в верхней тропосфере на высотах от 15 до 35 км. И это только подтверждает выводы нашего учителя – профессора И.С. Астаповича, который первым отметил, что именно электрофонные болиды очень часто оставляют долгоживущие следы в атмосфере.

Но вот генезис и источники происхождения этих особых космических вторжений надо бы уточнять и теоретически, и на основе укрепления «Единой сети Чурюмова» по непрерывной регистрации всех видов опасных космических вторжений. Ведь именно И.С. Астапович обратил наше внимание на то, что аномальные звуки были слышны на расстояниях от 10 до 420 км от места пролета болида. Мы предполагаем, что распространение звуков взрывов даже на расстояния в 200-400 км обеспечивают именно межзвёздные и межгалактические вторжения с эффектами взрывпакетов. Ведь изучение всех найденных, выпавших метеоритов показывает, что звуки производят как каменные, так и железные метеориты.

При этом попыток различать в материаловедении метеоритов тела межзвёздного и межгалактического генезиса просто не предпринимались. А жаль. Это надо исправить. И это очень хорошая и увлекательная тема для наших коллег-студентов и их преподавателей. Будем помнить, что само возникновение и создание «Единой сети Чурюмова» связано именно с наблюдениями следов сумеречных вторжений электрофонных болидов. Именно после Челябинского вторжения 15.02.2013 г.

Чурюмов К.И., Кручиненко В.Г., Видьмаченко А.П. и Стеклов А.Ф. пришли к выводу, о необходимости создания особой службы наземного аэрокосмического мониторинга всех видов дневных и сумеречных космических вторжений в тропосферу.

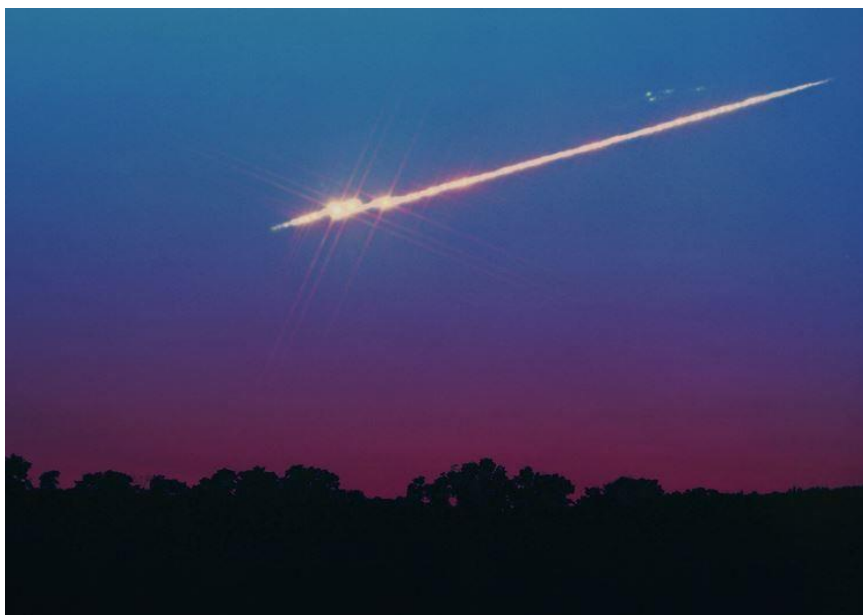


Рис. 1. Яркое сумеречное космическое вторжение

Клим Иванович Чурюмов постоянно настаивал на проведении регулярных дневных и сумеречных фотоохот на следы всех видов опасных вторжений с широким вовлечением студентов как космических фотоохотников с их хорошими смартфонами.



Рис. 2. Большое сумеречное космическое вторжение над Киевом.

Особые версии Александра Пугача и Бориса Жилиева в плане математической физики межзвёздных и межгалактических вторжений.

Александр Фёдорович Пугач - известный украинский астрофизик и специалист по анти вспыхивающим звёздам, которые Он называл «коптящими» звёздами, к сожалению умер 30 января 2020 года. Он, тем не менее, успел изложить нам свою версию процессов межзвёздных и межгалактических вторжений очень малых тел со сверхвысокими скоростями. Александр Пугач считает, что при почти касательных вторжениях малые тела будут «отскакивать» от атмосферы как от твёрдого тела. А вот Жилиев Борис

Ефимович даёт иные оценки, по которым даже малые и мельчайшие тела будут взрываться высоко в атмосфере с очень яркими вспышками.

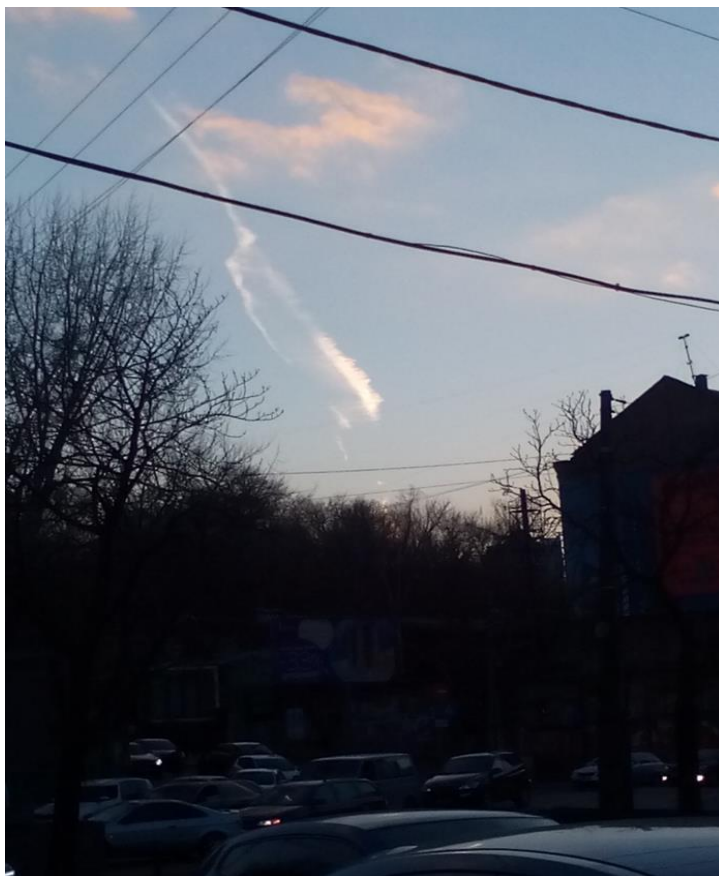


Рис.3. Дробление тела космического вторжения над Киевом в марте 2019 г.

Дублируем оценки доктора физ.-мат. наук Жилиева Б.Е.

Быстрые метеоры

Моделирование вторжений галактических метеоров (скорость 250 км/с) даёт следующую картину.

Для тел минерального состава массой 1г: = Вспышка длительностью 0.3 сек яркостью $V \sim 0.7$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 90 км.

Для тел минерального состава массой 100 г: = Вспышка длительностью 0.4 сек яркостью $V \sim -1.5$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 80 км.

Для тел минерального состава массой 1 кг: = Вспышка длительностью 0.45 сек яркостью $V \sim -2.5$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 75 км.

Моделирование вторжений межгалактических метеоров (скорость 750 км/с) даёт следующую картину.

Для тел минерального состава массой 1г: = Вспышка длительностью 0.08 сек яркостью $V \sim -0.7$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 105 км.

Для тел минерального состава массой 100 г: = Вспышка длительностью 0.1 сек яркостью $V \sim -3.0$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 95 км. Для тел минерального состава массой 1 кг: = Вспышка длительностью 0.11 сек яркостью $V \sim -4.0$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 90 км.

Для тел минерального состава массой 10 кг: = Вспышка длительностью 0.12 сек яркостью $V \sim -5.2$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 95 км.

Для тел минерального состава массой 100 кг: = Вспышка длительностью 0.14 сек яркостью $V \sim -6.5$ зв. вел. = Полностью сгорает на высоте около 80 км.

Вывод Б.Е. Жилиева ...= Быстрые метеоры (скорость выше 250 км/сек) массой от 1 г до 100 кг полностью сгорают на высоте до 75 км за время от 0.1 до 0.4 сек. Вспышка яркости в зависимости от массы V от +1 до - 7 зв. вел. (Б. Е. Жилиев 21.03.2020).

Особо отметим, что другие соавторы данного доклада считают, что сами физические процессы сверхбыстрых вторжений малых космических тел и их описание в плане математической физики ещё таят много интересных возможностей как для преподавателей Университетов так и для самих студентов – исследователей. Необходима непротиворечивая теория возникновения взрыв – пакетов в верхней тропосфере и в нижней стратосфере на высотах от 15 до 35 километров. Мы призываем студенчество творчески применить свои знания в математике, в физике и в математической физике. ДЕРЗАЙТЕ !!!

5. Выводы. Подчеркнём ещё раз, что именно днем и в сумерки гораздо чаще, чем ночью (рис. 1) можно фиксировать и изучать удивительные и загадочные «электрофонные» болидные явления и реакцию птиц и людей на их появления (рис. 2, 3). Надо упорно искать и фиксировать вспышки, взрыв пакеты и следы не только солнечно системных, но межзвездных, а также межгалактических вторжений в Небо над нашими городами и странами. В задачах наблюдений вспышек, следов, взрыв пакетов дневных и сумеречных электрофонных болидов важны не только люди-энтузиасты-фотоохотники, но и автоматизированные камеры – фотоохотники, т.к. люди начинают фотографировать и создавать свои сериалы фотоснимков уже после поразительных звуковых эффектов, а это лишает нас возможности «поймать» на снимках особые моменты генерации этих звуков.

Изучению трех возможных видов, типов космических вторжений частиц из Солнечной системы, Галактического и Межгалактического пространств, а также решению многих задач и всех проблем планетарной защиты вообще, и защите именно биоресурсов с применением авиационных, симбиотехнических и иных средств, систем, методов по регистрации следов вторжений всех трех видов метеоров и болидов, а особенно «электрофонных», мы намерены уделять достойное внимание в наших дальнейших работах. А Клим Иванович Чурюмов, при этом, духовно будет всегда рядом с нами.

Список использованных источников: приложение [1-71]

СТУДЕНТСЬКІ МЕРИДІАНИ І КОЛЕГІУМ - КЛУБИ. Частина 1. Аерокосмічні фотополювання і матеріалознавство в метеоритиці як особлива тема університетської науки для студентів і викладачів

Олександр Мозговий – канд.техн. наук, доцент

Борис Жилиєв – канд. фіз.-мат. наук, доцент

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

Григорій Дашкієв – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

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

Представлено огляд основних завдань сучасної метеоритики - науки про вивчення метеорної речовини у всьому її різноманітті, у всіх її станах та проявах, як під час формування Сонячної системи в материнських тілах, так і щодо міжзоряних та міжгалактичних космічних вторгнень в зони нашого життя.

Ключові слова: метеори, метеорні вторгнення, аерокосмічна фотоохота

STUDENT MERIDIANS AND COLLEGIUM - CLUBS. Part 1. Aerospace photography and materials science in meteoritic as a special topic of university science for students and teachers

Alexandr Mozghoyi – PhD, Associate Professor

Boris Zhilyaev – PhD, Associate Professor
Anatolii Vidmachenko – D.Sc. prof.
Hryhorii Dashkiiev – PhD, Senior Research Fellow
Oleksii Stieklov – PhD, Senior Research Fellow

A review is presented of the main tasks of modern meteoritics - the science of studying meteor matter in all its diversity, in all its states and manifestations, both during the formation of the solar system in the mother bodies, and for interstellar and intergalactic space intrusions into our life's zones.

Key words: meteors, meteoric invasions, aerospaces photo hunting

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 2.

Два международных учебно-научных туристических маршрута для бизнес – проекта «Карпатская Орбиталь».

Александр Мозговой – канд. техн. наук, доцент
Анатолий Видьмаченко – д-р физ.-мат. наук, профессор
Егор Стеклов – студент СВО бакалавра
Григорий Дашкиев – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник
Алексей Стеклов – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник

Представлен обзор возможностей и основных задач по созданию двух международных учебно – научных туристических маршрутов вдоль рек Белая Тисса и Чёрный Черемош возле Обсерватории «Белый Слон» как основа бизнес – проекта «Карпатская Орбиталь».

Ключевые слова: туризм, Карпатская орбиталь, Белая Тисса, Чёрный Черемош, Белый Слон.

1. Введение. Основные идеи бизнес-проекта «Карпатская Орбиталь». Шесть или десять... функционально РАЗНЫХ БАЗ и ДВА Дубль – Диагональных маршрута по Чёрному Черемошу и Белой Тиссе.

Разрабатывая наш бизнес-проект, мы исходим из того, что на основании решения Верховинского районного совета от 28.12.2010 года все сооружения обсерватории на горе Поп Иван переданы на баланс ПНУ им. Василия Стефаника без права продажи, отчуждения или передачи в аренду. Поэтому при реализации данного бизнес-проекта надо будет создать совместную фирму или холдинг при ПНУ им. Стефаника, включив КНУ им. Т.Г. Шевченко, других заинтересованных организаций (например, ГАО НАНУ, ВУЗы МОН и т.п.), а также заинтересованных частных лиц-инвесторов. Да, основные права хозяйственного использования обсерватории закреплены только за ПНУ им. Стефаника (см. Приказ МОН Украины № 620 от 03.06.2016 г.). Но, при этом надо помнить, что согласно Государственному реестру все права собственности по обсерватории на горе Поп Иван принадлежат государству в лице Министерства образования и науки. Это надо будет учитывать при создании совместных фирм или холдинга. Основная наша идея в том, чтобы развёрнутые, созданные структуры были прибыльными, окупили все вложенные затраты и выполняли при этом, конечно, свою основную функцию учебно-научно-туристического центра. Вот что мы предлагаем.

2. Дороги и создание двух трасс для ежегодных Всеукраинских соревнований по джипингу и рафтингу на кубок «Белого Слона». Самая большая и трудная проблема, которую надо будет решать при возрождении обсерватории на горе Поп Иван – это приведение в порядок существующих и создание новых подходящих дорог для доставки туристов, всех посетителей и сотрудников. Мы предлагаем решать эти

проблемы, создавая особые две три трассы для ежегодных увлекательных Всеукраинских соревнований по джипингу и рафтингу на кубок «Белого Слона», ведь именно так в народе и в интернете называют обсерваторию на горе Поп Иван Черногорский. При этом, желание улучшить финансирование погранзаставы в поселке Шибене и стремление создать самый необычный и оригинальный во всём мире «джипинг», заставляет нас разрабатывать особые маршруты «БРОНЕТРАНСПОРТЁРИНГА» с привлечением для обслуживания туристов техники ВСУ. Это будет и интересно и прибыльно для погранвойск, для конкретных погранзастав. А уж иностранные туристы получают без сомнения море и море супер впечатлений. Да, это ещё и просто красиво звучит, ведь «рекламность и маркетинговые законы» тоже надо учитывать. Напоминаем всем, что именно трассы соревнований по джипингу в районе Большого каньона реки Колорадо (Гранд-Каньон, Аризона, США, англ. Grand Canyon) обеспечивают дополнительные доходы от туризма и позволяют содержать инфраструктуру по охране этого природно-заповедного объекта. Т.е. джипинг в облике «БРОНЕТРАНСПОРТЁРИНГ» и рафтинг – это наша идея № 1. Особо подчеркнём, что «пока» (именно пока!!!!) сам джипинг вблизи АО «Белый Слон» просто запрещён. Да, как вдоль реки Чёрный Черемош - от Верховины и до посёлка Шыбене, так и от Шыбене вверх к самой АО через зону Полоныны «Веснарка» и вблизи озера «Маричейка» джипинг строго запрещён. Насколько мы знаем, запрещён и рафтинг по реке Чёрный Черемош в обратном сплаве от посёлка Буркут, через посёлок Шыбене до Верховины. Но мы всё будем делать под строгим контролем и органов охраны природы, да ещё и при участии техники погранвойск. \

Не менее интересным будет и вторая ветвь «Дубль – Диагонального» туристического маршрута по бронетранспортёрингу от АО «Белый Слон» по дороге вдоль речки Бальзатул и далее вдоль прекрасной речки Белая Тисса аж до знаменитого своим гостеприимством Рахова. Да и рафтинг по Белой Тиссе аж до Рахова к месту слияния Белой и Чёрной Тиссы в Одну общую Тиссу тоже вполне навсегда впечатлит иностранных и украинских туристов. Кстати, ведь и рафтинг вдоль Чёрного Черемоша от посёлка Буркут, где лечились и Леся Украинка и Иван Франко через нашу любимую Верховину аж до Ровни, Выгоды и Мареничи тоже до места слияния Чёрного и Белого Черемошей в один Единый Черемош будет прекрасной целью для сильных Духом украинских и иностранных туристов. А тут ещё и алмаз-бриллиант «БРОНЕТРАНСПОРТЁРИНГА» через Полоныну Веснарка и через озеро Маричейка на фантастически ТАИНСТВЕННУЮ астрометеорологическую обсерваторию АО «Белый Слон», которая когда-то была имени самого Пилсудского.

Это явно брендовые, маркетинговые находки провайдеров суперсовременного туризма в оттенках космоса и астрономии. Этот алмазный маршрут в Украине украсит всю Европу.

3. Гостиницы и фильварки класса «Орбиталь»: здания пилон - пирамидальной системы из жилых контейнеров вдоль двух трасс джипинга, бронетранспортёринга и рафтинга. Если трассы джипинга позволяют надёжно решить проблемы дорог, то создание вдоль этих двух-трёх трасс (разного класса сложности для гонок и соревнований) особых 2-5-7 малых гостиниц класса «Орбиталь» как быстровозводимых зданий из жилых контейнеров обеспечат доходность от туризма и от соревнований.

Это наша идея № 2.

4. Обзорные террасы. Важным элементом для популярности туристического комплекса будут обзорные террасы для размещения наших астрономических фото-видео-регистраторов секторного, панорамного обзора из военных бинокляров класса ТЗК, БМТ, и двухканальных фото и видео регистраторов АНКОР (Автоматизированные Наблюдательные Комплексы Оптической Разведки) и им подобных. Так мы обеспечим наличие живых и очень важных наблюдений и, даже, соревнований по открытиям и фотографированию вспышек и следов аэрокосмических и иных опасных, неизвестных

вторжений в небо над Карпатами. Кроме того, в программы мероприятий в путевых листах туристов и любителей будут ещё и увлекательные наблюдения астрономических объектов на военных биноклях и на других подобных наблюдательных комплексах. Это наша идея № 3.

5. Музей - галерея «Космических вторжений в атмосферу Земли». Именно этот важнейший элемент, который поможет привлечь любителей астрономии и просто туристов, вполне можем создать именно мы – соавторы многих научных работ и последователи всемирно известного Киевского астрофизика и первооткрывателя комет К.И. Чурюмова. Предлагаем создать при музее-галерее ещё и центр накопления и изучения баз данных об НЛО и о контактах разного рода. Два таких музея обязательно надо разместить в базовых городах двух опорных трасс – в Верховине и в Рахове. Здесь можно будет проводить ежегодные школы, семинары, коллоквиумы, конференции, чтения с продажей путёвок на оба наши туристические маршруты участникам по всей Украине и иностранцам. Музей - фотогалерея им. Клим Ивановича Чурюмова раскроет перед туристами тайны особой тематики - «Следы и последствия космических вторжений в атмосферу Земли».

Это и есть наша идея № 4.

6. Пансионаты для отдыха и реабилитации, центры творчества и отдыха. Да, да, большие, постоянно действующие пансионаты - дома творчества и отдыха для учёных, студентов и всех желающих из Украины и иностранных туристов очень и очень полезны и уместны как в Верховине и Рахове, так и при возрождённой обсерватории АО «Белый Слон». При этом вдоль трасс джипинга/бронетранспортёринга и рафтинга вдоль/по Чёрному Черемошу и Белой Тиссе надо бы создать и вполне безопасные, не очень сложные горнолыжные трассы. Большие пансионаты - дома творчества и отдыха с круглогодичным размещением во всех 2-5-7 отелях класса «Орбитель», продажа путёвок по всей Украине и организация центра обеспечения лечебного, здорового питания для всех проживающих. Кафе «Комета», ресторан «Белый Слон» в одной из гостиниц с доставкой питания во все «Орбитали».

Это наша идея № 5.

7. Телескопы и кометоискатели. Установка особых телескопов и кометоискателей для увлекательных соревнований по открытию комет, астероидов и их фрагментов, которые врываются в Небо над Карпатами, сделают наши туристические маршруты самыми оригинальными и желанными во всём Море для многих людей из многих стран современного Мира. Тем более, что нам надо будет учредить, после создания особого фонда МОН, чётко и ясно определённые премии для поощрения первооткрывателей, которые прославят и Украину, и свои Родные Державы. Причём, премии за открытия каждой кометы, каждого астероида и, даже фактов космических вторжений их фрагментов в Небо над Карпатами надо будет установить приличные, хотя бы в 1-3-5-7- 10-20 тысяч долларов в зависимости от класса открытых объектов. Это наша идея № 6.

8. Установка на АО «Белый Слон» особых комплектов кометного патруля для традиционных ночных наблюдений метеорных потоков. Это вполне смогут обеспечить университетские обсерватории Киева, Одессы, Николаева и Харькова. Ведь это и для них будет очень, очень полезно и рекламно.

Это и есть наша идея № 7, которая позволит туристам из Украины и из Европы лично участвовать в наблюдениях потоков «падающих звёзд». Такая «изюминка» обязательно привлечёт активных туристов и обеспечит финансовую состоятельность всего комплекса АО «Белый Слон». Кстати, преодолеть частую низкую облачность над АО «Белый Слон» нам помогут видео регистраторы, поднятые на БПЛА, на квадрокоптерах и на дронах, для наблюдений прямо над облаками с передачей информации в АО «Белый Слон». Это тоже относится к идее № 7.

9. Телескопы для изучения переменных звёзд разного типа как вспыхивающих, так и антивспыхивающих. Эту сторону классической астрофизики вполне обеспечат астрономы - звёздники Киева и Одессы. Это идея № 8.

10. Малые бассейны, бальнеология и водные процедуры, укрепляющие здоровье всех отдыхающих и туристов. Вода, желательно, из ближайших карпатских источников и родников посёлка Буркут, а также из поставок воды известных украинских и грузинских источников. Это наша идея № 9.

11. Рестораны класса и серии «Космос» и кафе «Комета» вдоль обоих туристических трасс по Чёрному Черемошу и по Белой Тиссе могут стать апофеозом национальной кухни гуцулов. Это наша идея № 10.

12. Магазины гуцульских сувениров. Да, это хорошо, если включить и блиц – школы игры на трембитах и бандурах и т. д. и т.п. и пр., включая реализацию изделий Киевского и иных ювелирных заводов Украины. Это уже идеи № № 11, 12 и далее...

13. Основные наши цели. Главное для нас – не «повесить на шею МОН» ещё один ЗАТРАТНЫЙ, УБЫТОЧНЫЙ и, по - большому счёту, никому не нужный объект, а наоборот, создать комплекс объектов вдоль двух интереснейших международных маршрутов, которые сами себя окупят и будут приносить доходы Державе вообще и МОН в частности. Наша цель формулируется просто: Сколько мы вложим миллионов гривен в обеспечение жизнедеятельности двух и более туристических маршрутов, столько же миллионов долларов эти структуры должны принести основному холдингу и его учредителям. Это вполне достойная и реализуемая цель. В этом и есть наши предложения, которые надо уточнять, развивать, конкретизировать.

Вот так мы, соавторы, и предлагаем подойти к решению всех поставленных проблем.

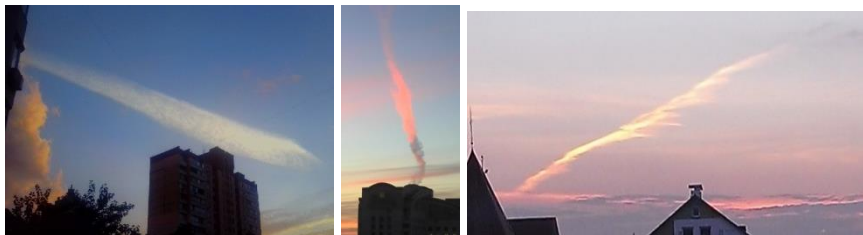


Рис. 1. Некоторые примеры сумеречных вторжений в небо над нашими городами, приводятся как примеры сотрудничества астрономов с ВСУ в наше гибридно-военное время.

14. Выводы. Особая роль малых базовых астрономических обсерваторий в наше гибридно-военное время.

Полномасштабное развертывание «Единой сети Чурюмова» в регионе Карпат с опорой на АО «Белый Слон» потребует от нас создания надежных камер, двух и много канальных систем видеонаблюдения с возможностями реальности цветной съемки в условиях плохой освещенности, при наличии как больших, так и малых следов космических и иных вторжений на Небе. Системы должны иметь свой процессор, веб-сервер, возможность транслировать видео по беспроводной сети, поддерживать передачу нескольких видеопотоков в необходимых форматах сжатия. Очень желательна реализация режимов дневной, сумеречной и ночной съемки. Такие задачи в деле защиты общества в эпоху гибридной войны могут и должны взять на себя астрономические обсерватории Украины совместно с ВСУ. А усовершенствованная астрономами Украины «Единая сеть Чурюмова» будет одним из наших ответов на вызов времени. Одним из центров, реализующих эти идеи и должна стать возрождаемая и модернизированная обсерватория «Белый Слон» на горе Поп Иван. А два уникальных международных туристических маршрута вдоль Чёрного Черемоша и Белой Тиссы смогут стать бриллиантами на туристической карте всей Европы.

Список использованных источников: приложение [2,3,10-12,16,17,20-26,29,34-38,49,50,58,61,63,65,68,69]

СТУДЕНТСЬКІ МЕРИДІАНИ І КОЛЕГІУМ - КЛУБИ. Частина 2. Два міжнародних навчально-наукових туристичних маршрути для бізнес - проекту «Карпатська Орбіталь».

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

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

Єгор Стєклов – студент СВО бакалавра

Григорій Дашкієв – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

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

Представлено огляд можливостей і основних завдань зі створення двох міжнародних навчально - наукових туристичних маршрутів вздовж річок Біла Тиса і Чорний Черемош біля Обсерваторії «Білий Слон» як основа бізнес - проекту «Карпатська Орбіталь».

Ключові слова: туризм, Карпатська орбіталь, Біла Тиса, Чорний Черемош, Білий Слон.

STUDENT MERIDIANS AND COLLEGIUM - CLUBS. Part 2. Two international educational and scientific tourist routes for the business project "Carpathian Orbital".

Oleksandr Mozghovyi – PhD, Associate Professor

Anatolii Vidmachenko – D.Sc. prof.

Yehor Stieklov – undergraduate student

Hryhorii Dashkiiev – PhD, Senior Research Fellow

Oleksii Stieklov – PhD, Senior Research Fellow

Provides an overview of opportunities and main tasks for creating two international educational and scientific tourist routes along the Belaya Tissa and Black Cheremosh rivers near the White Elephant Observatory as the basis of the "Carpathian Orbital" business project.

Key words: tourism, Carpathian orbital, White Tisza, Black Cheremosh, White Elephant.

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 3.

Аэрокосмическая логика в создании и в эволюции Астрономических Обсерваторий на планете Земля и в Космосе... в свете общей теории катастроф

Александр Мозговой – канд. техн. наук, доцент

Борис Жилев – канд. физ.-мат. наук, доцент

Анатолий Видьмаченко – д-р физ.-мат. наук, профессор

Григорий Дашкиев – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник

Алексей Стеклов – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник

Представлена версия авторов и обзор основной, доминантной логики возникновения, проблем развития и задач по модернизации современных Астрономических Обсерваторий на планете Земля и в Космосе. Излагаются особенности развития Астрономических Обсерваторий на фоне современных глобальных, региональных и локальных социально - экономических и иных кризисов и катастроф.

Ключевые слова: Астрономические обсерватории, Глобальные катастрофы, сеть телескопов, теория катастроф.

1. Введение. В каждом деле всегда есть, или должны быть, свои промоутеры, провайдеры, продюсеры и провизоры. Так необходимо для стабильности и надёжности развития сложных систем, и особенно, систем с распределёнными параметрами. Это раньше, в 19 и в 20 веках, можно было долго и нудно бороться за создание «менее» или «более» Главных Астрономических Обсерваторий, преодолевая дремучее невежество руководителей «средней» и «более высокой» руки. Уговаривать ...«ИХ ... ВЕЛИЧЕСТВА и ВЫСОЧЕСТВА» выделять из бюджета Стран – Государств – Держав «Поднебесных» достаточно денег на такие-сякие телескопы, чтобы не стыдно было врать и лицемерить о том, что Твоя особая, ну очень особенная и дорогая Обсерватория уже, конечно же, занимает... ну очень достойное место в мире Международных Астрономических Союзов.

Авторы данной работы хотят обратить внимание наших студентов и коллег на необходимость изучения закономерностей возникновения и эволюционных трансформаций астрономических обсерваторий – Главных или просто Астрономических, но именно Академических. А также и особо важных УЧЕБНО – НАУЧНЫХ, традиционных УНИВЕРСИТЕТСКИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБСЕРВАТОРИЙ. Конечно же важны ещё и милые, добрые любительские, аматорские обсерватории, которые всем нам дороги и важны для наблюдательной проверки всех наших знаний обо всём разнообразии объектов и процессов во Вселенной. Причём, особо подчеркнём, что речь идёт не только про очень далеких и грандиозно впечатляющих объектах и процессах, но о тихих, малозаметных космических вторжениях прямо в нашу повседневную жизнь. Это нам необходимо для умения надёжно регистрировать и различать особенности вспышек, следов и последствий космических вторжений в Небо над Нами.

2. Важная информация про две «Главные» астрономические обсерватории в СССР. В СССР было три – четыре Астрономические Обсерватории, на которые все мы смотрели как на позитивный флагманский пример. Когда то ещё во времена Российской Империи образцом была Пулковская Астрономическая Обсерватория, которую все астрономы очень долго и в СССР называли Главной (а в скобках писали – «Пулковская») Астрономическая Обсерватория АН СССР. Но 17 июля 1944 года, в разгар боёв и миллионных жертв при освобождении Украины в Киеве в Голосеевском лесу была учреждена Главная Астрономическая Обсерватория АН УССР. Это укрепляло авторитет Украины, ибо Украина, Белоруссия и Российская Федерация стали Соучредителями ООН – Организации Объединённых Наций послевоенного Мира.

Именно для укрепления и подчёркивания «право-субъектности» УССР в ООН, 17 июля 1944 года было принято решение Руководством УССР и СССР создать, учредить в УССР свою особую Главную Астрономическую Обсерваторию Академии Наук Украины.

В УССР появилась своя Главная (Голосеевская) Астрономическая Обсерватория и она, как и Главная (Пулковская) Астрономическая Обсерватория была ОПОРНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ именно на АСТРОМЕТРИЮ, во-первых, а уж потом, и на АСТРОФИЗИКУ, во-вторых.

Авторы данной работы предлагают к рассмотрению простую, но важную схему различий в свойствах и в качествах структур различных Астрономических Обсерваторий (АО) нашего «Астрономического Мира».

3. О некоторых известных Астрономических Обсерваториях, как примерах для сопоставлений и подражаний. Сначала выделим АО, на которые все в СССР всегда «равнялись». Мы, для ярких примеров, возьмём Крымскую Астрофизическую Обсерваторию (КраО) в Украине и Бюраканскую Астрофизическую Обсерваторию в Армении. А уж потом для сравнения и Обсерваторию Мауна-Кеа (англ. Mauna Kea Observatory) на Гавайских островах США.

Так в КрАО ранее было 26 телескопов разных классов, а теперь там осталось примерно 22 действующих телескопа, которые КОНКРЕТНО распределены по подразделениям обсерватории. Так отдел физики звёзд имеет 7 телескопов, отдел физики Солнца и малых тел Солнечной системы имеет 5 телескопов. Свои телескопы имеют: отдел внегалактических исследований и гамма - астрономии, а также отдел радиоастрономии и геодинамики. Очень важна для КрАО особая лаборатория перспективных разработок (ранее - оптическая и механическая мастерские). При этом, на территории, прилегающей к КрАО, расположена также и Крымская лаборатория ГАИШ. А в самой непосредственной близости от посёлка «Научный» построена также станция Роскосмоса, наблюдающая за космическим мусором и ИСЗ. В состав этой станции входит два идентичных комплекса по 4 телескопа в каждом. Эти комплексы, по сути, являются полностью автоматизированными зеркальными телескопами. Отметим, что группы «ТОЭМ» (Технического Обслуживания, Эксплуатации, Модернизации) для всех основных групп телескопов создаются или прямо в каждом отделе или же эти группы объединяются в один общий Центр «ТОЭМ» обсерватории. Возможны оба варианта.

Наш второй пример – Бюраканская астрофизическая обсерватория имени В.А. Амбарцумяна НАН Республики Армения. Это одно из ведущих астрономических научных учреждений СНГ. Обсерватория принадлежит Национальной академии наук Армении. В 2015 году Бюраканская астрофизическая обсерватория (БАО) получила статус регионального астрономического центра. Обсерватория обладает рядом выдающихся инструментов мирового уровня. Главный инструмент обсерватории «ЗТА» — Зеркальный телескоп им. Амбарцумяна, с ситалловым зеркалом — один из крупнейших в Европе рефлекторов, второй по величине оптический телескоп на территории стран СНГ (2,64 м), наряду с Крымским «ЗТШ» и армянским «РОТ-54/2.6». Камера Шмидта БАО — крупнейшая в СНГ и вторая в Европе (после Таутенбургской (1,3 / 2 м)); на момент ввода в эксплуатацию была третьей по величине в мире (после Таутенбургского и Паломарского (1,2 / 1,8 м) инструментов). Обсерватория расположена в Арагацской области в Армении на южном склоне горы Арагац на высоте 1490 м на окраине села Бюракан. Комплекс зданий обсерватории является архитектурным памятником.

На данный момент эта обсерватория располагает пятью хорошими инструментами. Крупнейшими телескопами являются построенный в 1976 году 2,64-метровый рефлекторный телескоп с ситалловым зеркалом (установлено в 1984 году, предыдущее зеркало передано телескопу «РОТ-54/2.6») и 1-метровый телескоп Шмидта — самый крупный телескоп Шмидта в СССР, один из крупнейших в мире среди телескопов Шмидта. Другие инструменты — это 53-сантиметровый телескоп системы супершмидт (аналог ВАУ (АЗТ-1, $f=1800$)), 50- и 40-сантиметровые рефлекторные телескопы с электрофотометрами и электрополяриметрами.

С 1950 года начались работы по строительству радиотелескопов. Были построены 2 синфазные антенны для наблюдений на длине волны 4,2 м, а также две синфазные антенны для наблюдений на длине волны 1,5 м.

В состав обсерватории входит также бывший филиал КМЗ (испытательный полигон Красногорского механического завода, где отработывались конструкции телескопов).

Отметим, что здесь есть также «БАМ-5А» — телескоп системы Максудова, производства Бюраканской оптико-механической лаборатории. Самый крупный (100 мм) нестационарный школьный телескоп СССР.

В Бюраканской обсерватории успешно работали и работают:

лаборатория внеатмосферной астрономии, лаборатория 1-м телескопа, лаборатория 2,6-м телескопа и особая

Бюраканская оптико-механическая лаборатория (ранее оптико-механические мастерские).

Исследовательские группы изучают: молодые звездообразные объекты, переменные звезды, активные галактики.

Есть там и своя «Армянская Виртуальная Обсерватория».

Как видим, в Армении специализированные группы «ТОЭМ» сосредоточены в самих лабораториях крупных телескопов. И эти технические группы обеспечивают работы на высочайшем уровне. А именно: поиск вспыхивающих звезд; поиск внегалактических объектов с УФ-континуумом; поиск голубых звездообразных объектов и звезд позднего типа; объекты типа Хербига — Аро; фуоры (редкий тип нестационарных звезд); звездные джеты (струи); нестационарные явления среди звезд; отождествление ИК, радио и рентгеновских источников; наблюдательная космология; теория компактных космических объектов; открытие звездных ассоциаций; доказательство протекания в современную эпоху процессов звездообразования. Новая концепция активности ядер галактик. Бюраканская концепция звездообразования. Новое объяснение излучения радиогалактик (в середине 1950-х годов). Работы в области теории переноса излучения. Открытие собственной поляризации звезд, многих нестационарных и экзотических объектов.

Первый Бюраканский Обзор (First Byurakan Survey — FBS) — по поиску галактик с избытком УФ-излучения; 1965—1980 года — съёмка спектров с низким разрешением (2650 пластин, 20 000 000 спектров).

Второй Бюраканский обзор (1978—1991 года).

Открытие 1500 галактик с избытком УФ-излучения (галактики Маркаряна).

Открытие множества сейфертовских галактик.

За 30 лет наблюдений на 1-й камере Шмидта было получено около 10 тысяч фотографических пластинок, каждая из которых с полем зрения $4^\circ \times 4^\circ$ (16 квадратных градусов).

Реализовано проектирование и постройка двух УФ космических телескопов «Орион» (1971 и 1973 года).

А также проектирование и постройка космического ультрафиолетового телескопа «Глазар», действовавшего на орбитальной станции «Мир» в 1987 году.

4. Обсерватория Мауна-Кэа (англ. Mauna Kea Observatory) на Гавайских островах США.

Обсерватория Мауна-Кэа (англ. Mauna Kea Observatory) — международный проект, включающий ряд независимых исследовательских центров; телескопы находятся на вершине вулкана Мауна-Кэа на высоте от 3730 м до 4190 м над уровнем моря в США, на острове Гавайи. Оборудование обсерватории располагается на площади в 212 гектар в зоне особого пользования, также называемой «астрономический участок» и входящей в состав научного заповедника Мауна-Кэа. В обсерватории Мауна-Кэа по нашим данным есть 12 зданий и 13 различных телескопов.

Всем нам очень интересно знать, как шло и идёт сейчас развитие этой крупнейшей обсерватории нашего времени на планете Земля.

Многие группы исследователей с 1967 года начали запрашивать разрешения на субаренду земли на главной и доступной вершине. К 1970 году ВВС США и обсерваторией Лоуэлла были сооружены там два 0,6-метровых телескопа.

В 1973 году Канада и Франция договорились о постройке на Мауна-Кэа 3,6-метрового телескопа CFHT. Однако местные организации начали проявлять беспокойство по поводу влияния обсерватории на окружающую среду. Это привело к тому, что Управление земли и природных ресурсов (англ. Department of Land and Natural Resources) подготовило в 1977 году начальный план, который был дополнен в 1980 году. В январе 1982 года совет попечителей Гавайского университета одобрил план поддержки дальнейшего развития научных объектов в этом месте. При этом, в 1998 году

принадлежащий обсерватории участок площадью 823 гектара был передан заповеднику ледникового периода Мауна-Кеа (англ. Mauna Kea Ice Age Reserve).

План 1982 года в 2000 году был дополнен приложением, предполагающим обслуживание до 2020 года: в соответствии с ним был учреждён офис управления Мауна-Кеа (англ. Office of Mauna Kea Management), отведено 212 гектаров для астрономических исследований, а оставшиеся гектары были переданы для «сохранения природы и культуры». Затем этот план был снова пересмотрен, чтобы успокоить гавайское общество, считавшее, что к горе, представляющей для гавайцев большую культурную ценность, астрономы относятся без должного уважения.

По состоянию на 2012 год на территории научного заповедника Мауна-Кеа располагаются 12 различных приспособлений, предназначенных для наблюдений, которые финансируются 11 странами. Это одна из лучших оптических, инфракрасных и субмиллиметровых обсерваторий в мире. При этом, 9 её телескопов работают в видимом и инфракрасном диапазонах, 3 — в субмиллиметровом диапазоне и один — в радиодиапазоне. Размеры зеркал телескопов колеблются от 0,9 до 25 метров (для сравнения космический телескоп Хаббл имеет 2,4-метровое зеркало — зеркало такого же размера используется в предпоследнем по габаритам телескопе на Мауна-Кеа UH88).

Запланированное строительство новых телескопов, в том числе Тридцатиметрового телескопа (ТМТ), вызвало большие споры из-за их потенциального культурного и экологического воздействия как на жителей, так и на окружающую природу. Увеличение количества телескопов обсерватории Кеа, потребовавшее больше места, в конечном счёте было отменено. На сегодняшний день три или четыре из 13 существующих телескопов должны быть демонтированы в течение следующего десятилетия, чтобы освободить место для Тридцатиметрового телескопа. Это будет последнее место на Мауна-Кеа, где будет построен телескоп. Пока астрономы и жители Гавайских островов нашли взаимоприемлемое решение. Но как долго по времени будет это взаимопонимание?

5. Особенности Университетских Астрономических обсерваторий. Университеты в отличие от Институты, Колледжей и Лицеев, дают не только СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ, но и УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ. При этом мы помним, что особое название Вселенной синонимично звучит как УНИВЕРСУМ. Поэтому в Университетах в обязательном порядке изучают и объекты, и процессы во Вселенной=Универсуме. А для этого и создаются особые Университетские обсерватории, которые обеспечивают ОБУЧЕНИЕ и НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ одновременно. Классическим «ПИФАГОРЕЙСКИМ» принципом комплектации Университетских обсерваторий является ряд НЕЧЁТНЫХ ЧИСЕЛ «13, 11, 9, 7, 5, 3, 1». Расшифровка этого СПАДАЮЩЕ=ВОСХОДЯЩЕГО ряда Пифагора определяет ПОЛНОТУ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ наших Университетских астрономических обсерваторий. Расшифруем в обратном порядке – от наиболее полезного к более простому:

1 = это Главный «Царь – Телескоп» данной Обсерватории. Желательно, чтобы это был рефлектор с зеркалом не менее 1(Одного) метра;

3 = это ТРИ основных НАУЧНЫХ ТЕЛЕТЕЛЕСКОПА, наблюдения на которых обеспечивают НАУКОМЕТРИЧЕСКУЮ СОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ нашей Университетской астрономической обсерватории. Именно эти 1 и 3 телескопа должны сформировать основные данные «Сводный журнал наблюдений» нашей обсерватории, который должен регулярно вестись и 1-2 раза в год издаваться в «ОТЧЁТНОМ ПОРЯДКЕ».

5 = это ПЯТЬ вспомогательных телескопов, которые выполняют функции как обучения студентов так и, если повезёт..., получения интересных научных результатов. Эти телескопы находятся «НА ГРАНИ» научного и любительского класса.

7 = эти СЕМЬ телескопов уже чисто любительские, любительские и часто они просто повторяют, являются копиями исторически известных телескопов Галилея, Ньютона и других астрономов, развивавших ПРИНЦИПЫ ТЕЛЕСКОПИИ...

9 = в эти ДЕВЯТЬ инструментов включаем уже особые ВОЕНИЗИРОВАННЫЕ БИНОКУЛЯРНЫЕ системы типа ТЗК и БМТ, различного рода КОМЕТОИСКАТЕЛИ, широкоугольные камеры фото и видео регистрации ночных метеоров и вспышек, следов космических вторжений в Небо над нашими городами и странами.

11 = это уже супер - современные ОДИНАДЦАТЬ смартфонов наших фотоохотников на следы и вспышки космических вторжений и/или традиционных систем панорамных видео регистраций, которые в идеале контролируют и ведут мониторинг событий в зоне Небесной полусферы над нашим математическим горизонтом.

13 = а вот эти ТРИНАДЦАТЬ наших супер важных инструментов для КАЖДОЙ Университетской астрономической обсерватории должны обучать студентов (и тренировать преподавателей) в деле ПЕРСОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ с Небом и обучать технике ВИЗУАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ и ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОВ, времён и скоростей. Именно об этом писал Ф. Ю. Зигель в своей книге «Астрономы наблюдают», М. «Наука», 1985. Да, именно в этой книге подробно изложены идеи и методы «Астрономии без Телескопов» и обоснованы принципы создания и использования в учебном процессе классических УГЛОМЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ с древних времён и до наших дней. В Университетской обсерватории должны быть свои Гномоны, Астрономические ПОСОХИ, ТРИКВЕТРЫ, АСТРОЛЯБИИ, УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КВАДРАНТЫ, АРМИЛЯРНЫЕ СФЕРЫ, Экваториальные и Горизонтальные Солнечные часы и, даже, воссозданные СЕКСТАНТЫ Улугбека.

Да, учредить свою ОСОБУЮ, нашу Университетскую астрономическую обсерваторию сложно, но важно и почётно. А вот добиться ПОСТЕПЕННОЙ..., но ПОЛНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ этой обсерватории – это уже подвиг и в ПЕДАГОГИКЕ и в НАУКЕ. Это надо сделать ради будущего КАЖДОГО из наших Университетов. Это просто НЕОБХОДИМО, ведь Университеты обязаны изучать УНИВЕРСУМ.

6. Выводы. Астрономы и активная, не безразличная общественность знают о периоде особого кризисного развития астрономии в Украине последние годы. Авторы призывают коллег – астрономов и руководство НАНУ внимательно изучить позитивный и негативный опыт в развитии других крупных и известных обсерваторий. Провести по этой теме особые открытые чтения, семинары, конференции. Например, мы авторы данной статьи, предлагаем для начала восстановить и модернизировать особую сеть синхронно работающих телескопов в Европе, которая так удачно была создана по инициативе сотрудников ГАО НАНУ для детального изучения микро переменности звёзд. Надо также восстановить или заново создать самые современные кометоискатели и регистраторы вспышек и следов космических вторжений в тропосферу Земли, учредив премиальные фонды для поощрения астрономов-наблюдателей, если их работы будут признаны новыми открытиями. Это же относится и к возрождению изучения вспыхивающих, антивспыхивающих звёзд, в чём долгие годы сильна была именно ГАО НАНУ. Да, конечно, при этом надо будет корректно согласовать позиции всех заинтересованных сторон и утвердить планы «Модернизаций и Реконструкций» (Планы... «МиР») для успешной дальнейшей работы Всех астрономических обсерваторий в Украине. Особо перспективным, с нашей точки зрения, является развитие «Общей теории локальных, региональных и Глобальных катастроф». Ведь все АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОБСЕРВАТОРИИ очень полезны в решении ряда основных проблем астероидно – кометной опасности и общего мониторинга космических вторжений. Сегодня Человечество уже столкнулось с не менее тремя разновидностями Глобальных КАТАСТРОФ. Это Глобальные негативные изменения климата, Глобальные угрозы от астероидно-кометных вторжений, а также в последнее время – Глобальность

ПАНДЕМИЙ от опасных видов и разновидностей вирусов, в том числе и астро-космического происхождения.

Список использованных источников: приложение [1,2,9-12,14,16,17,20-23,26-29,31-33,35-37,41-60,63-71]

СТУДЕНТСЬКІ МЕРИДІАНИ І КОЛЕГІУМ - КЛУБИ. Частина 3. Аерокосмічна логіка в створенні і в еволюції Астрономічних Обсерваторій на планеті Земля і в Космосі ... в світлі загальної теорії катастроф.

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Борис Жилияев – канд. фіз.-мат. наук, доцент

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

Григорій Дашкієв – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

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

Представлено версію авторів і огляд елементарної, домінантною логіки виникнення, проблем розвитку та завдань з модернізації сучасних Астрономічних Обсерваторій на планеті Земля і в Космосі. Викладено особливості розвитку Астрономічних Обсерваторій на тлі сучасних глобальних, регіональних і локальних соціально - економічних та інших криз і катастроф.

Ключові слова: Астрономічні обсерваторії, Глобальні катастрофи, сітка телескопів, теорія катастроф.

STUDENT MERIDIANS AND COLLEGIUM - CLUBS. Part 3. Aerospace logic in the creation and evolution of Astronomical Observatories on planet Earth and in Space ... in the light of the general theory of disasters

Alexandr Mozghovyi – PhD, Associate Professor

Borys Zhyliayev – PhD, Associate Professor

Anatolii Vidmachenko – D.Sc., prof.

Hryhorii Dashkiiev – PhD, Senior Research Fellow

Oleksii Stieklov – PhD, Senior Research Fellow

A version of the authors and an overview of the basic, dominant logic of occurrence, development problems, and the tasks of modernizing modern Astronomical Observatories on planet Earth and in Space are presented. The features of the development of Astronomical Observatories against the backdrop of modern global, regional and local socio-economic and other crises and disasters are described.

Key words: Astronomical observatories, Global catastrophes, telescope network, catastrophe theory.

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 4.

Аксиомы планетарной защиты, зоны строгого ракетно-ядерного контроля и простые принципы колонизации планет Солнечной системы в свете общей теории катастроф.

Мария Патон – студентка СВО бакалавра

Егор Стеклов – студент СВО бакалавра

Александр Мозговой – канд.техн. наук, доцент

Анатолий Видьмаченко – д-р физ.-мат. наук, профессор

Алексей Стеклов – канд. физ.-мат. наук, ст. наук. сотрудник

Дмитрий Миняйло – инженер-теплотехник

Изложены основные идеи авторов по колонизации и терраформированию планет Солнечной системы. Это крайне необходимо для практического решения задач планетарной безопасности, защиты и обороны от космических вторжений.

Ключевые слова: планеты Солнечной системы, космические вторжения, планетарная безопасность

1. Введение. Наша конференция решает две основные задачи – обучать студентов практике научных исследований и подбирать особые научные задачи и проблемы для дальнейших всесторонних строго научных физико-математических «разборок». Именно так нас учил решать проблемы наш Научный Лидер Клим Иванович Чурюмов. Именно Его идеи и принципы научного творчества постоянно вдохновляют нас и служат примером самоотверженной устремлённости в поисках истин науки и жизни, в заботах о подрастающем поколении молодых ученых Украины. В данной работе мы будем развивать два особых «трёх истинных», «трёхфазных» подходов к важнейшим задачам современной планетологии и к жизненно важным для всего Человечества проблемам планетарной безопасности, защиты и обороны от вполне возможных астероидно – кометных вторжений в Небо над нами, над нашими городами и Державами.

2. Триединство и основные различия планетарной безопасности, планетарной обороны и планетарной защиты. Здесь всё ясно видно из трёх различных «обликов» и «подходов» к защите планеты Земля от космических вторжений астероидов, комет или их фрагментов в облике болидов и метеоров. Именно «ПЛАНЕТАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» является той современной наукой, которая просто обязана перечислить и изучить все виды, типы и разновидности опасных процессов, тел и явлений, которым мы, люди, должны противостоять. Осознав это, мы заранее должны развернуть силы, средства, сети и системы способные предотвратить или уменьшить последствия этих реальных опасностей. Это и является задачей уже практической, прикладной науки – «ПЛАНЕТАРНАЯ ОБОРОНА». А вот третий облик и третья фаза наших забот, работ и усилий называется «ПЛАНЕТАРНАЯ ЗАЩИТА». Это уже постоянные учения и практические применения всего, что мы осознали и создали для своей безопасности в реальных условиях нашей жизненной деятельности в Солнечной системе. Клим Иванович много раз говорил, что эта триединая тема очень хорошо подходит именно для нашего украинского Института перспективных исследований. Он всегда ставил нам в пример научные достижения Института перспективных исследований (Institute for Advanced Study, IAS) в Принстоне, штат Нью-Джерси, США. Именно там работали после эмиграции в США такие знаменитые учёные, как Альберт Эйнштейн, Джон фон Нейман и Курт Гёдель. Фотографии корпусов этого института приведены на рис. 1.

Именно в Виннице Клим Иванович Чурюмов и предлагал создать ИПИ Украины. По одной из версий предлагалось развернуть ИПИ Украины возле знаменитого Иллинецкого ударного кратера, что позволит ещё и привлечь сюда туристов со всего Мира.

3. Зоны строгого ракетно-ядерного контроля в Солнечной системе и основные принципы колонизации планеты Марс. Точно также как и ПЛАНЕТАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, трёх истинный облик имеет и современная ПЛАНЕТОЛОГИЯ. До середины 20 века это была только КЛАССИЧЕСКАЯ ПЛАНЕТОЛОГИЯ, которая использовала возможности телескопии, спектрофотометрии и поляриметрии, т. Е. классические подходы астрофизики. А затем, с началом космической эры, после 1961 года, постепенно возникла новая, обновлённая ФИЗИЧЕСКАЯ ПЛАНЕТОЛОГИЯ. Она использовала уже достижения космонавтики и таких наук как физика атмосфер, энергетика атмосфер, динамика и метеорология атмосфер. А также таких наук как

геология, геофизика, геодинамика уже в приложении ко всем планетам, к планетоидам и к малым телам Солнечной системы. Но и этого было мало. Именно прикладные, практические задачи **ПЛАНЕТАРНОЙ ОБОРОНЫ** заставили нас, людей, начать создавать системы, комплексы и приборы для терраформирования планет и свободных орбитальных пространств. А это потребовало объединить, создать **СИМБИОЗЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ и ТЕХНИЧЕСКИХ** средств и систем. Так возник третий облик нашей прикладной планетологии – СимБиоТехническая **ПЛАНЕТОЛОГИЯ**. Это и есть наука о Симбиозе Биологических и Технических сред, систем и элементов конструкций **НАШИХ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ СТАНЦИЙ**. Да наши задачи класса «СБЛВ» (Сверх Близких Латентных Вторжений) – это и есть планетарная защита, даже планетарная защита биоресурсов нашей уютной и очень комфортной для нашей жизни планеты Земля. Вы сами сравните наши условия с условиями на Марсе, Меркурии, Венере, да и на «новомодных» ледяных планетоидах типа Каллисто, Ганимед, Европа, Титан, Энцелад, Церера, Тритон и на им подобных полуледяных телах. Хотя там и обнаружены подповерхностные океаны с солёной водой, но их террафикация и терраформирование будет очень сложной задачей для современной симбиотехнической планетологии. Но когда мы будем там жить (и... воспроизводить потомство!!!!) пока неясно. Хотя мы к этому очень и очень стремимся.



Рис. 1. Институт перспективных исследований в Принстоне

В солнечной системе вполне можно жить везде от зоны Меркурия и даже в поясе планетоидов Койпера и на больших ледяных телах планетоидах Облака Оорта – Эпика. Везде на многих подходящих объектах с наличием воды жить можно. А СимБиоТехнические методы планетологии и космонавтики позволят нам жить и на «ДРОСах» – на Долговременных Роторных Орбитальных Станциях. Жить можно везде, а вот **АКТИВНУЮ ПЛАНЕТАРНУЮ ОБОРОНУ** можно и нужно вести только начиная с орбиты планеты Марс, защищая все объёмы до Меркурия и Солнца. Т.е. активная планетарная оборона **ПОКА ЧТО** должна обеспечить охват **ЗОНЫ СТРОГОГО РАКЕТНО – ЯДЕРНОГО КОНТРОЛЯ** всего объёма Солнечной системы от Меркурия и до Марса включительно. Именно с орбиты Марса мы обязаны начинать **ПЕРЕХВАТ** опасных астероидов, комет и их крупных фрагментов ещё **НА НАЧАЛЬНЫХ** или **ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ОРБИТ ВТОРЖЕНИЯ**. Вот почему терраформирование Марса более важное для нас, чем даже близкой к нам Луны. Колонизация Марса создаст такие

системы гравитационной и тепловой адаптации скафандров и рабочих объёмов нашей местной жизненной деятельности, которые очень ЛЕГКО применить и на Меркурии. Но об этом мы скажем далее.

4. Принципы колонизации Венеры и использование её баз в планетарной защите планеты Земля. Венера с первого взгляда – это «сущий АД» в Солнечной системе. Да, давление атмосферы у поверхности в сто раз больше Земного, а температура в 430 градусов Цельсия плавит некоторые металлы. Некоторые ИЗОБРЕТАТЕЛИ предложили организовать на Венере КОСМИЧЕСКИЙ НЕКРОПОЛЬ – КЛАДБИЩЕ и сбрасывать туда в атмосферу прямо в цинковых гробах тела особо одарённых космических исследователей. Мол, ведь это же готовый КОСМИЧЕСКИЙ КРЕМАТОРИЙ. Но тут появилось одно НО. Ведь у Венеры есть два или даже три слоя облаков, внутри которых ещё и насыщенный водный раствор СЕРНОЙ КИСЛОТЫ. А ВОТ НАД ЭТИМИ ОБЛАКАМИ, где давление атмосферы уже ТОЧНО РАВНО Земному и выше до давлений даже ниже Земного как в верхней тропосфере Земли, ТЕМПЕРАТУРЫ ОКАЗАЛИСЬ ПРОСТО КОМФОРТНЫМИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ. Да, в зоне этих высот над облаками температура падает от 40 градусов тепла до 40 градусов мороза. Поэтому вполне можно создавать дирижабли, дрейфующие в зоне прямо КОМФОРТНЫХ ТЕМПЕРАТУР для нашей жизни. А ещё Венера имеет почти такое же как на Земле гравитационное поле! Поэтому там «в ЛЕТАЮЩИХ ГОРОДАХ из ДИРИЖАБЛЕЙ» проблемы ТЕПЛОВОЙ и ГРАВИТАЦИОННОЙ АДАПТАЦИИ и скафандров и поселений РЕШАЮТСЯ «САМИ СОБОЙ и АВТОМАТИЧЕСКИ». Остаётся только решить проблемы УРАГАННЫХ ВЕТРОВ, которые обычны именно на этих высотах.

Эту проблему решает ОБЪЕДИНЕНИЕ группы летающих ДИРИЖАБЛЕЙ при помощи переходных специализированных «телескопических» штанг, посредине которых ставятся ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ. Сами ветры Венеры сориентируют вытянутый КАРАВАН ДИРИЖАБЛЕЙ и сгенерируют электроэнергию для бытовых нужд поселенцев. А специальные батискафы смогут доставлять грунт с поверхности для сельскохозяйственных нужд. При этом, медленно и постепенно распыляя над облаками специальные аэрозоли, взятые и созданные нами из частиц поверхностного слоя самой Венеры, мы просто уничтожим облака, прекратится «парниковый Ад» на Венере и атмосфера остынет. Это тоже вполне возможные дальнейшие сценарии колонизации и терраформирования Венеры для нас, для людей и синфазной нам биосферы.

Именно Клим Иванович Чурюмов рекомендовал нам создавать Научно-Исследовательские Центры (НИЦ) или же Научно-Технические Центры (НТЦ) с кодовым названием «ТОПАЗ», название которых обозначает «техническое обеспечение прикладных астрономических задач». А вот конкурентность результатов астрономических исследований в Украине, по идеям К.И. Чурюмова, должны будут обеспечить департаменты другого, и не менее важного, холдинга «АстроТурИнформ», который обеспечит осознание нами всех достижений наших коллег за рубежом. Это ещё и научный астротуризм усилит, как и постоянное поступление достоверной информации о темах и направлениях работ наших зарубежных коллег. А большие и постоянные сложности в финансировании деятельности обсерваторий вообще, и конкретных астрономов в частности, просто с неизбежностью заставят руководителей сверхсрочно разворачивать прибыльные бизнес структуры при обсерваториях, при кафедрах и при планетариях. Это «азы» рыночной экономики. Обсуждению подлежат только те бизнес проекты, которые и обеспечат дополнительное финансирование научных исследований и программ. Формой реализации этих идей Клим Чурюмов считал создание «Астро-космических бизнес центров» (АКБЦ), о чём он и авторы уже опубликовали несколько работ. Только практика жизни проверит наши идеи и намерения.

5. Принципы колонизации Меркурия и использование его баз в планетарной защите планеты Земля. Именно в Виннице в предыдущие годы уже прозвучали и были опубликованы доклады, статьи Клима Ивановича и авторов о новой, резко возросшей роли астрономических обсерваторий в эпоху практической колонизации и терраформирования планет. В этом ключе ещё в 2007 году авторы данной работы отмечали СИМБИОТЕХНИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ Марса и МЕРКУРИЯ. Так, находясь в жилых или в производственных объёмах Долговременных Эндо Планетарных Станций (ДЭПСов) на Меркурии или на Марсе, МЫ ИХ ВООБЩЕ НЕ ОТЛИЧИМ. Только системы обеспечения тепловой адаптации будут разные, а коэффициент гравитационной адаптации ПРОСТО ОДИНАКОВ, ибо обе планеты имеют одинаковое ускорение свободного падения на поверхности. На Марсе много воды и сутки и сезоны подобны Земным. Но на Марсе чаще всего ОЧЕНЬ ХОЛОДНО, но это устранить проще чем жару днём на Меркурии. Но на Меркурии нас спасает тот факт, что ось его вращения почти перпендикулярна плоскости орбиты и это создаёт особые суточные температурные режимы на широтах выше 75 градусов. Если на экваторе Меркурия температура днём 430 градусов Цельсия, а ночь минус 180 градусов Цельсия, ведь и день и ночь на Меркурии длятся аж по 88 земных дней КАЖДЫЙ, то на широтах выше 75 градусов всё для нас лучше. На высоких широтах Меркурия перепад День=Ночь будет от плюс 250 до минус 220 градусов Цельсия, а поэтому на глубинах от 20 и до 100 метров БУДЕТ ПОСТОЯННАЯ ТЕМПЕРАТУРА КАК НАЗЕМНЫХ КУРОРТАХ!!!! Там всегда от плюс 5 до плюс 30 градусов по Цельсию. Вот какой сюрприз дарит нам Меркурий. Так что - гуляй Душа, ПОГОДКА ХОРОША!!!! Осознав это, мы понимаем, что СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДКУПОЛЬНЫХ ЗОН вообще делают Меркурий ТОТАЛЬНО и ЛЕГКО ОБЖИВАЕМОЙ ПЛАНЕТОЙ, где просто огромное количество полезных ископаемых (титан и т.д. и т.п.). Вот Вам и Меркурий. Чудо, а не планета. Курортные зоны под поверхностью высоких широт и СПЛОШНЫЕ КУРОРТНЫЕ УСЛОВИЯ под открытыми и лёгкими куполами для регулирования, уменьшения и/или накопления Солнечной энергии днём.

6. Луна как седьмой континент планеты Земля и её роль в системах глобальной планетарной защиты. Да, Луна – это, без сомнения, важнейший СЕДЬМОЙ КОНТИНЕТ планеты Земля. Именно колонизация и терраформирование нашего родного планетоида под названием Луна, как и колонизация Марса ВЫВЕДУТ ЦИВИЛИЗАЦИИ ЛЮДЕЙ в КОСМОС. Перепады температур на Луне от плюс 120 градусов днём и до минус 170 ночью подобны Мару и ТЕПЛОВАЯ АДАПТАЦИЯ здесь будет СТАНДАРТНА ДЛЯ ЭТИХ ОБЪЕКТОВ. Различие в гравитационной адаптации. Для Марса и Меркурия коэффициент гравитационной адаптации только 2,5 (два с половиной). А вот для Луны и для подобных ей около сотни крупных планетоидов, а это и Ганимед, и Каллисто, И Титан и десятки других, коэффициент гравитационной адаптации равен примерно 6 (шесть). Но и это вполне реализуемо СВИНЦОВЫМИ НАКЛАДКАМИ на особые зоны скафандров. Луна НАМ АРХИ ВАЖНА и с неё и с Марса мы и начнём РЕАЛЬНУЮ ЭКСПАНСИЮ В КОСМОС.

7. Астероидные и кометные такси и их использование в системах планетарной защиты. Если вспомнить про то, что «ДРОСы» – это Долговременные Роторные Орбитальные Станции, то идея нашего соавтора Видьмаченко А.П. об использовании астероидных и кометных «ТАКСИ» окажется просто находкой для прикладной, практической космонавтики. Дорогие студенты и коллеги, развивайте эти технические направления. Мы стимулируем эти перспективные научные поиски, хотим «зажечь» Вас и вести за собой.

8. О необходимости и возможности создания долговременных эндо планетарных станций на самой Земле. Как ни странно, но и на Земле вполне можно создать свои, наши особые ДЭПСы, для того, чтобы пережить и ЛОКАЛЬНЫЕ, и

РЕГИОНАЛЬНЫЕ, и даже ГЛОБАЛЬНЫЕ КАТАСТРОФЫ. Обдумайте и эти технические проекты. Они вполне реализуемы.

9. Выводы. Мы, люди, крайне заинтересованы в возникновении прото - космических Цивилизаций на планете Земля и в усилении их роли в развёртывании систем планетарной защиты на Земле, на Луне, на планетах Земного типа и в космосе. Наши задачи по колонизации планет, по решению всех трёх проблем планетарной безопасности, защиты и обороны столь грандиозны и требуют таких больших финансовых затрат, что это под силу только объединению ряда космических Держав. А это и есть Путь к формированию ПЕРВЫХ (Прото) Космических Цивилизаций на планете Земля. Дай то БОГ.

Он отрицал научность астрологии, но поддерживал и одобрял все работы по изучению астробиоритмики, астробиологии, влиянию Солнечной активности на биосферу и жизнь людей. Он неоднократно заявлял, что мы, астрономы, всё ещё мало знаем о всех видах влияний даже Луны и её фаз на деторождение, на репродуктивное здоровье наций. «Луна – это всё ещё множество загадок», - говорил он.

Список использованной литературы:

1. Видьмаченко А.П., Стеклов О.Ф., Колотілов М.М. (2010) Астрономічні аспекти теорії походження життя // Світогляд. 21, № 1, с. 48-55.

2. Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П., Жилиев Б.Е., Дашкиев Г.Н., Святогород О.А. Задачи астрономических обсерваторий в эпоху гибридных войн: Базы данных по мониторингу в «Единой сети Чурюмова» за 2013-2017 г.г. // Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах. Збірник тез доповідей 17 науково-технічно конференції. 7-8 вересня 2017 року. ДНВЦ ЗС України. – Чернігів: Видавець Брагинець О.В., 2017. -408 с. С. 341-343.

3. Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П., Жилиев Б.Е., Дашкиев Г.Н., Святогород О.А. Космическая вирусология и активные эксперименты по имитации естественных и искусственных вторжений в атмосферу Земли // Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах. Збірник тез доповідей 17 науково-технічно конференції. 7-8 вересня 2017 року. ДНВЦ ЗС України. – Чернігів: Видавець Брагинець О.В., 2017. -408 с. С. 343-345.

4. Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П., Жилиев Б.Е., Дашкиев Г.Н., Святогород О.А. О возможности развертывания «Единой сети Чурюмова» на базе структур Министерства обороны и Министерства внутренних дел в ходе уже принятых соглашений // Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах. Збірник тез доповідей 17 науково-технічно конференції. 7-8 вересня 2017 року. ДНВЦ ЗС України. – Чернігів: Видавець Брагинець О.В., 2017. -408 с. С. 345-346.

СТУДЕНТСЬКІ МЕРІДІАНИ ТА КОЛЕГІУМ-КЛУБИ. Частина 4. Аксіоми планетарного захисту, зони строгого ракетно-ядерного контролю та прості принципи колонізації планет Сонячної системи в світлі загальної теорії катастроф

Марія Патон – студентка СВО бакалавра

Єгор Стеклов – студент СВО бакалавра

Олександр Мозговий – канд.техн. наук, доцент

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

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

Дмитро Міняйло – інженер-теплотехнік

Викладено основні ідеї авторів по колонізації та терраформуванню планет Сонячної системи. Це дуже важливо для практичного вирішення проблем планетарної безпеки, захисту та оборони від космічних вторгнень.

Ключові слова: планети Сонячної системи, космічні вторгнення, планетарна безпека

STUDENT MERIDIANS AND COLLEGIUM - CLUBS. Part 4. Axioms of planetary protection, zones of strict, missile-nuclear control and simple principles of colonization of the planets of the solar system in the light of the general theory of catastrophes

Maria Paton – undergraduate student

Yehor Stieklov – undergraduate student

Oleksandr Mozghovyi – PhD, Associate Professor

Anatolii Vidmachenko – D.Sc. , prof.

Oleksii Stieklov – PhD, Senior Research Fellow

Dmytro Miniaylo – heating engineer

The main ideas of the authors on the colonization and terraforming of the planets of the solar system are presented. This is extremely necessary for the practical solutions of the problems of planetary security, defense and defense against space intrusions.

Key words: planet of the Solar system, space invasions, planetary security

ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ СТУДЕНТАМИ НПУ ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА В УМОВАХ КАРАНТИНУ

Олена Кириленко – канд. пед. наук, доцент

У статті детально описано етапи організації вивчення дисциплін астрономічного циклу студентами Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова в умовах карантину. Подана інформація може бути цікавою та корисною для викладачів та студентів.

Ключові слова: дистанційне навчання, астрономія, месенджер, Google classroom, Zoom.

З метою запобігання поширення коронавірусної інфекції 2019-nCoV та відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 11.03.2020 р. № 211, листа Міністерства освіти і науки України від 11.03.2020 р. № 1/9-154 за наказом ректора Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова від 11 березня 2020 року № 187-П з 12 березня 2020 року по 03 квітня 2020 року в університеті запроваджено карантин, освітній процес переведено на дистанційну форму [1].

На виконання даного наказу ректора університету рекомендовано розробити дистанційний навчальний контент дисциплін відповідно до навчального розкладу та навантаження викладача. Відповідно до рішення уряду оголошено, що загальнонаціональний карантин, який мав тривати до 3 квітня включно, продовжено на 21 день – до 24 квітня включно. Таким чином, усі заклади освіти мають продовжити карантинні заходи до відповідного терміну.

У другому семестрі 2019-2020 навчального року студенти 3го курсу спеціальності 104 Фізика та астрономія та 1 курсу магістратури спеціальності Математика (Середня освіта) вивчають «Астрономію», 4го курсу спеціальності 014 Середня освіта (Фізика) – «Астрофізику», 1 курсу магістратури спеціальності 104 Фізика та астрономія – «Субатомну астрофізику». Навчальним планом передбачено лекційні, лабораторні, семінарські заняття та самостійну роботу. В робочій програмі зазначенні такі методи моніторингу результатів навчання студентів: астрономічний глосарний диктант,

лабораторна робота, реферативна доповідь, мультимедійна презентація, опорний конспект, тестування, колоквиум.

Організацію вивчення дисциплін астрономічного циклу студентами НПУ імені М.П. Драгоманова в умовах карантину можна представити такими етапами:

I. Організація комунікації зі студентами

Не всі лекційні аудиторії в НПУ імені М.П. Драгоманова обладнані інтерактивними дошками. Приходять на допомогу мобільні технології. У сучасних умовах кожен студент має мобільний телефон та підключений в ньому Інтернет. Всі студенти користуються одним або декількома додатками-месенджерами - Viber, Telegram, Imo тощо. Студенти з Туркменістану зазвичай віддають перевагу Imo. За допомогою месенджерів можна створювати групові чати, в яких є можливість відправляти документи, презентації, архіви і файли інших типів, а також повідомлення, які можуть прочитати всі учасники спільноти. Кожен з перерахованих месенджерів може бути встановлений на мобільний телефон, планшет чи комп'ютер. На першому занятті з кожною групою студентів було створено групу у одному з месенджерів на вибір групи (Viber, Telegram, Imo). Напередодні кожної лекції студенти групи через месенджер отримували мультимедійну презентацію, яка зберігалася в «галереї бесіди». «Галерея бесіди» - це медіагалерея, яка є в кожній бесіді, в ній відображаються всі медіафайли, якими ділилися учасники групи в рамках бесіди. Під час лекції кожен студент міг переглядати слайди презентації через свій мобільний телефон (планшет, комп'ютер).

То ж проблем з організацією комунікації зі студентами не було, так як створення спільнот відбулося до карантину. Всі студенти отримати чіткі інструкції, через месенджери, про подальшу організацію дистанційного вивчення навчальної дисципліни в умовах карантину. Серед основних дидактичних результатів застосування мобільних технологій, які сприяють створенню інтерактивного середовища навчання, можна виділити: зацікавленість, присутність і свобода дій студентів. Під присутністю мається на увазі взаємодія трьох типів: когнітивний (студент – навчальний матеріал), соціальний (студент - студент), комунікативний (студент - викладач).

II. Організація дистанційного вивчення дисциплін астрономічного циклу

На сьогодні існує достатня кількість освітніх платформ, інструментів через які можливо здійснювати навчання на відстані. Для ефективної взаємодії викладача і студента в умовах карантину, зваживши переваги та недоліки різних інструментів, було обрано інструмент «Google Classroom».

Google Classroom - безкоштовний сервіс який доступний всім, хто має особистий обліковий запис Google. При наявності підключення до Інтернету *Google Classroom* можна відкрити на комп'ютері в будь-якому браузері або ж на мобільному телефоні, встановивши додаток що є надзвичайно зручним для студентів і викладача. *Google Classroom* взаємодіє з *Google Документами*, *Google Диском* та *Gmail* викладач може призначати завдання, прикріплювати до них матеріали - документи, посилання та зображення.

Робота в *Google Classroom*:

1. **Викладач** створює або завантажує завдання чи опитування. Можна призначити завдання одній, декільком групам або окремим студентам. Існує можливість вказати термін здачі, параметри доступу до доданих матеріалів, відстежувати статус виконання завдань, додавати коментарі під час їх виконання.

2. **Студент** виконує і здає роботу. При виконанні він переглядає або редагує окремий файл або призначену для нього копію, прикріплює посилання, файли, зображення.

3. **Викладач** оцінює роботу. Може додавати до завдання примітки, ставити оцінки, повернути роботу студенту із коментарем. Студент бачить свою оцінку та необхідність доопрацювання.

Основні можливості *Google Classroom*:

1. **Налаштування класу.** Для кожного *Класу* створюється свій ключ доступу, який студенти використовують для приєднання до навчального курсу.

2. **Інтеграція з *Google Диск*.** Коли викладач використовує *Google Classroom*, папка «Клас» автоматично створюється на його робочому *Google Диск*. Для студентів також створюється папка «Клас» з вкладеними папками для кожного *Класу*, до якого вони приєднуються.

3. **Різноманітні можливості для створення та розповсюдження завдань.** Всі записи в *Класі* відображаються як у блозі, стрічкою. Викладач отримує можливість використовувати в *Класі* дописи 4-х типів:

- «Створити оголошення»;
- «Створити завдання» - призначений для створення індивідуальних завдань;
- «Створити запитання» - призначений для створення запитання з короткою відповіддю або запитання, що має варіанти відповіді;
- «Використати наявний допис» - дає можливість використати завдання чи запитання створене в іншому *Класі* (в своєму чи тому до якого він має доступ).

Всі чотири типи дописів дають можливість використовувати посилання на файли будь-якого виду з *Google-диска*, зовнішні посилання та посилання на відео з *YouTube*. Таким чином забезпечені умови для доступу студентів до навчального матеріалу (презентації, лекції, демонстрації, інтерактивні завдання, тестування, додаткова література та відео-уроки).

При створенні завдань у вигляді *Google-документа*, платформа буде створювати і поширювати індивідуальні копії документа для кожного студента *Класу* з назвою типу <назва документа> – копія – <прізвище, ім'я студента>.doc. Це дає можливість давати завдання на відновлення записів, вставлення пропусків і завдання, що вимагають розгорнутої відповіді.

Також є можливість надання доступу для одночасної роботи над одним документом кільком користувачам. Спільна робота розширює можливості навчання, студенти можуть допомагати один одному. Такий підхід сприяє розвитку комунікативної компетентності.

4. **Управління часом.** При створенні завдань викладач може вказати термін здачі роботи. Коли студент здає завдання до завершення терміну виконання, на його документі з'являється статус «Перегляд», що дозволяє викладачеві перевірити роботу. Після перевірки викладач може повернути завдання студенту для доопрацювання. Воно автоматично переходить в статус «Редагування» і студент продовжує роботу над документом. Крім того є можливість запланувати публікацію завдання на потрібну дату і час використовуючи опцію «Запланувати».

5. **Контроль виконання завдань і оцінювання.** За усіма завданнями можна спостерігати одночасно, і контролювати роботу над окремим завданням відразу в декількох *Класах*. Оцінювання можна виконувати вручну або автоматизовано. Система оцінювання може бути адаптована під будь-яку кількість балів (автоматично 100 балів). Після оцінювання за допомогою кнопки «Повернути» оцінка відправляється на пошту кожного студента, хоча за необхідності можна змінити оцінку. Також є можливість експортувати всі оцінки курсу до таблиці, що дає змогу вести електронний журнал.

6. **Комунікація в *Класі*.** Завдяки поєднанню можливостей сервісу «Оголошення» і коментування завдань в *Класі*, викладач та студенти завжди підтримують зв'язок і слідкують за станом виконання/перевірки кожного завдання.

Простота у використанні, безкоштовність та високий рівень доступності *Google Classroom* та інших сервісів *Google*, які цифровий гігант *Google* постійно оновлює та вдосконалює, дає можливість викладачу організовувати ІКТ-підтримку звичайних форм навчання чи вивчення дисципліни в умовах карантину.

В *Google Classroom* можна здійснити вхід з особистого облікового запису *Google*.

Для того щоб створити електронний курс у *Google Classroom*, потрібно слідувати наступним крокам:

1. **Вхід у Google Classroom.** Перейдіть на сторінку Google -> додатки Google -> Клас (рис. 1).

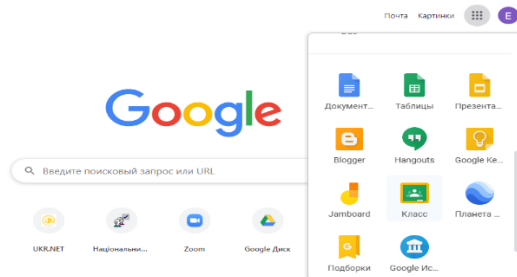


Рис. 1. – Вхід до Google Classroom

2. **Створення курсу.** За допомогою «+» створюємо новий електронний курс → «Створити Клас» → заповніть усі поля для введення і натисніть кнопку «Створити» (рис. 2).

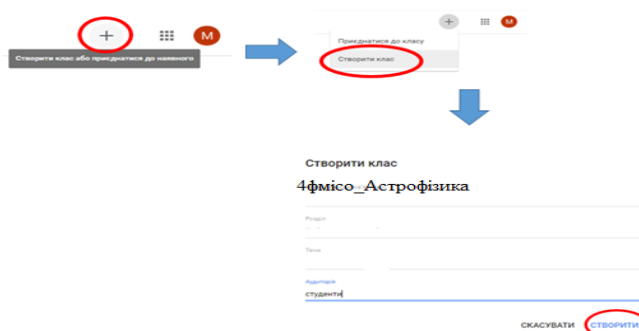


Рис.2. Створення нового електронного курсу

До курсу можна запрошувати та видаляти, за необхідності, викладачів, студентів, архівувати та вилучати курси, передавати права власності. При наявності декількох курсів викладач може впорядкувати їх, на головній сторінці *Класу*. Зміни автоматично зберігаються на всіх пристроях і в списках навігації. На початку списку курсів відображаються нові і неархівовані курси, якщо їх не помістили перед ними інші.

3. **Приєднання матеріалів до курсу.** Для того щоб розмістити навчальні матеріали на курсі, викладачеві необхідно слідувати за наступною схемою (рис. 3.): натиснути розділ «Класна робота» → після того, як ви натискаєте кнопку «Створити» вам буде запропоновано створити завдання декількох типів: «Завдання», «Завдання з тестом», «Запитання», «Матеріал» тощо. Оберіть потрібне вам завдання з представленого списку.

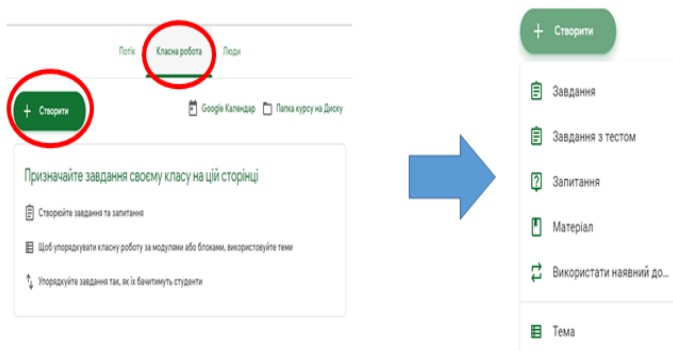


Рис. 3. Приєднання матеріалів до курсу

Після створення завдання отримуємо можливість: створити його назву, додати: методичні вказівки, терміни здачі, файли з *Google Диска* або комп'ютера, посилання (на статтю/підручник/відео тощо).

Приєднуючи матеріали до курсу ви можете вказати, які права на них мають студенти: перегляд, перегляд і редагування, створення резервної копії для кожного студента.

Для того, щоб створити «*Завдання з тестом*» нам необхідно скористатись ***Google Формою*** - інструменту для створення тестів та опитувань. Це потужний засіб, який дозволяє створити питання з короткою та розгорнутою відповіддю, множинного та одиночного вибору, шкали та сітки питань.

Результати переглядаємо у вигляді списку, діаграми успішності студентів. Також доступний перегляд питань, які викликають труднощі у студентів.

4. ***Відслідковування завдань і заходів в календарі курсу.*** Запитання і завдання студентів викладач має можливість відслідкувати в календарі курсу. При створенні курсу в *Класі*, студенти автоматично отримують доступ до календаря в *Класі* і в *Google Календарі*. В календарі *Класу* студенти бачать свої завдання і терміни їх виконання. В *Google Календарі* вказані додані заходи, такі як тестування, екзамен, залік

5. ***Налаштування інтерфейсу курсу.*** Після створення курсу викладач може змінити його кольорове оформлення. Для цього у верхній частині зображення шапки курсу потрібно натиснути «Вибрати тему», може скористатися готовою темою, шаблоном курсу із галереї, або зображення з галереї комп'ютера.

6. ***Запрошення студентів до курсу.*** Запрошення студентів можемо здійснити за допомогою коду курсу, який маємо можливість надіслати в створену групу в месенджері. Ознайомлення з інструкцією входу до *Google Клас* обов'язкове.

7. ***Робота з довідковими матеріалами.*** У *Класі* потужна довідка, яка дозволяє удосконалити володіння навичками користування ним, також додаються довідкові матеріали в соціальних мережах. Незважаючи на те, що *Клас* підтримує 38 мов, українською мовою довідка не підтримується. Якщо, у налаштуваннях поштової скриньки обрана українська мова, то довідка автоматично видається англійською. Відповідно є два рішення, або користуватися англійською довідкою, або використати перекладач.

8. ***Додаткові можливості.*** Викладач та студенти можуть встановити безкоштовно додаток «*Google Клас*» на мобільних пристроях під управлінням *Android*, *iOS* і *Chrome OS*. Для мобільних приладів на *Windows* додаток недоступний. Щоб скористуватися сервісом на комп'ютері необхідно зайти у веб-інтерфейс *Класу* через браузер.

Таким чином, *Google Клас* має широкі можливості для створення дистанційних курсів змішаного навчання. Його інтеграція з *Google Документами*, *Google Диском*, *Google Формами* дозволяє швидко створити дистанційні завдання для студентів, здійснювати оцінку та контроль їх результатів навчання. Створені електронні курси з дисциплін астрономічного циклу за допомогою інструменту «*GOOGLE CLASSROOM*» дозволяють студентам - самостійно вивчити частину програмного матеріалу, систематизувати його, поглибити, узагальнити, закріпити та практично застосувати.

III Лекція чи консультація онлайн

Лекція як основна форма проведення навчальних занять, призначених для засвоєння теоретичного матеріалу; провідна форма навчального процесу у вищій школі. Лекція в сучасній дидактиці розглядається як форма і як метод навчання.

В умовах карантину не можна відмовлятися від живого спілкування. Це може бути як повноцінна лекція так і індивідуальна чи групова консультація. Для даного виду роботи було обрано Zoom. Zoom пропонує комунікаційне програмне забезпечення, яке об'єднує відеоконференції, онлайн-зустрічі, чат і мобільну спільну роботу. У Zoom є

можливість проводити конференції за участю до 500 учасників відео. Zoom був створений для професійного конференц-зв'язку, його можна використовувати для особистої діяльності [2]. Все що потрібно це зареєструватися на <https://zoom.us> і отримати доступ до особистого кабінету. Під час відео трансляції в zoom є можливість використовувати демонстрацію екрану та чат (рис. 4).

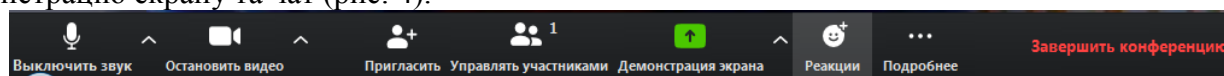


Рис. 4. Інструменти в Zoom

Сучасна лекція з астрономії, сьогодні, має супроводжуватися мультимедійною презентацією. Мультимедійна презентація - це одна з форм реалізації дидактичного принципу наочності, орієнтація на візуальне – як найбільш ефективно сприйняття матеріалу. Вважаю, що це сприятиме підвищенню мотивації до навчання та кращому засвоєнню навчального матеріалу. Якщо з якихось причин студент не зміг відвідати лекцію в реальному часі, то в Zoom є можливість створити її запис, який можна завантажити в Google Клас.

Список використаних джерел:

1. Карантин у НПУ імені М.П. Драгоманова. [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://npu.edu.ua/novyny/oholoshennia/karantyn-u-npu-imeni-mp-drahomanova>
2. Zoom Video Communications. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Zoom_Video_Communications

STUDYING ASTRONOMY BY STUDENTS OF NATIONAL PEDAGOGICAL DRAHOMANOVA UNIVERSITY IN QUARANTINE

Olena Kyrylenko – PhD, Associate Professor

The article describes in detail the stages of the organization of the study of the disciplines of the astronomical cycle by students of the National Pedagogical Drahomanova University in quarantine. The information provided may be interesting and useful for teachers and students.

Key words: distance learning, astronomy, messenger, Google classroom, Zoom.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З АСТРОНОМІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ В УМОВАХ КАРАНТИНУ

Анастасія Борисюк – студентка 3 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Олена Кириленко – канд. пед. наук, доцент

Олена Пусь – студентка 3 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М.П. Драгоманова

У статті описано використання мобільних додатків під час виконання завдань з астрономії на мобільному телефоні. Наведено приклади фрагментів різних типів документів створених за допомогою мобільних додатків на мобільному телефоні.

Ключові слова: мобільний телефон, мобільні додатки, астрономія, виконання завдань.

Астрономія належить до фундаментальних наук. Вивчаючи цю дисципліну опановують основи природничо-наукової картини світу і формують науковий світогляд. З 12 квітня 2020 року вивчення всіх дисциплін, зокрема астрономії в НПУ імені М.П. Драгоманова відбувається дистанційно в зв'язку із оголошенням карантину. З навчальної дисципліни «Астрономія» студенти отримали різні завдання, серед яких написати реферат, створити мультимедійну презентацію, опорний конспект тощо. Кожен студент

має прозвітувати про виконання того чи іншого завдання. Коли під рукою немає комп'ютера, освітній процес не зупиняється. В наш час у кожного є можливість виконувати завдання за допомогою мобільного телефону чи планшета. А як саме, ви можете дізнатись з наших покрокових інструкцій. Пропонуємо розпочати з найпростішого виду роботи.

Написання реферату, доповіді, підготовка план-конспекту лекції, тесту тощо

Для виконання даних завдань використовуємо стандартні додатки, які зазвичай є у кожного, а саме: *Microsoft Word* та *Google Документи* (рис. 1).

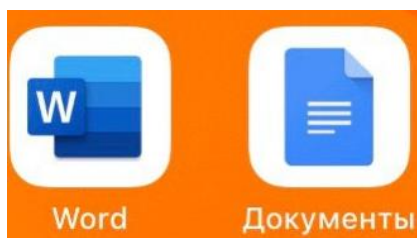


Рис. 1. Іконки мобільних додатків Microsoft Word (зліва) та Google Документи (справа)

Надалі алгоритм виконання залежить від того, з яких ресурсів буде використовуватися інформація. Розглянемо деякі з них.

Якщо ви використовуєте інформацію лише з Інтернету. В цьому випадку найменше нюансів та проблем. Робота в додатку *Microsoft Word* в телефоні, нічим не відрізняється від роботи на комп'ютері, окрім розміщення панелі інструментів та її вкладок.

Спочатку можуть виникати деякі незручності (маленький масштаб зображення, відсутність «гарячих клавіш» (Ctrl+V, Ctrl+C тощо) та відсутність лінійки), але з часом пристосовуєшся і звикаєш. Радимо працювати в режимі альбомної орієнтації телефону та за можливості використовувати стилус.

Алгоритм виконання:

- 1) знайти потрібну інформацію;
- 2) скопіювати її з Інтернету та вставити в свій документ;
- 3) внести правки та привести в належний стан.

Якщо ви використовуєте інформацію з інших документів. Часто буває, що на просторах Інтернет порталів інформація розміщується не на самих сайтах, а подається у вигляді документів. На жаль, у цьому випадку працювати складніше і одного додатку буде замало, бо на телефоні неможливо відкрити одночасно два чи більше документа, як ми звикли робити це на комп'ютері. Вихід з цієї ситуації такий: завантажуюмо мобільний додаток для редагування документів – *Google Документ*.

При необхідності скопіювати інформацію з якогось документа, відкриваємо його в *Google Документ*, копіюємо необхідні дані та вставляємо їх у *Word*, далі проводимо стандартні маніпуляції, вибираючи потрібний розмір та шрифт, налаштовуємо вирівнювання, абзаци та інтервали.

Проте бувають випадки, коли інформації з одного документа замало і потрібно комбінувати з декількох джерел. Саме для цього, реєструємося на сервісі Microsoft Office, де є можливість працювати в онлайн-додатках (рис. 2).

На цьому сервісі зовнішній вид програми *Word* аналогічний до звичного нам комп'ютерного варіанту. До речі, платформа *Microsoft Office* зручна в користуванні для тих, хто не має змоги завантажувати додатки *Word*, *PowerPoint*, *Excel*, *OneNote* через нестачу вільної пам'яті в телефоні. Тут ви маєте змогу в онлайн режимі, виконувати

необхідні види робіт, які автоматично зберігаються в хмарі *OneDrive*. На данній платформі є велика кількість шаблонів та функцій, які, на жаль, відсутні в оффлайн додатках.

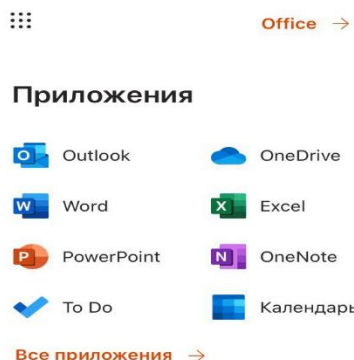


Рис. 2. Сервіс Microsoft Office

Якщо ви використовуєте інформацію з підручників чи накової літератури в pdf форматі. Цей вид робити вважається найзатратнішим, для пам'яті ваших телефонів. Зазвичай, багато цінної інформації знаходиться саме в книжках, які дуже важко знайти не в pdf форматі. В такому випадку без допомоги Інтернету точно не обійтись, для початку завантажуюмо файл на телефон, в пошуку знаходимо сайт, де можна перетворити pdf у Word та отримуючи книгу відкриваємо її у Google Документи й виконуємо всі кроки описані вище.

Представимо фрагменти (скріншоти) документів створених на мобільному телефоні за допомогою вище описаних додатків (рис. 3)

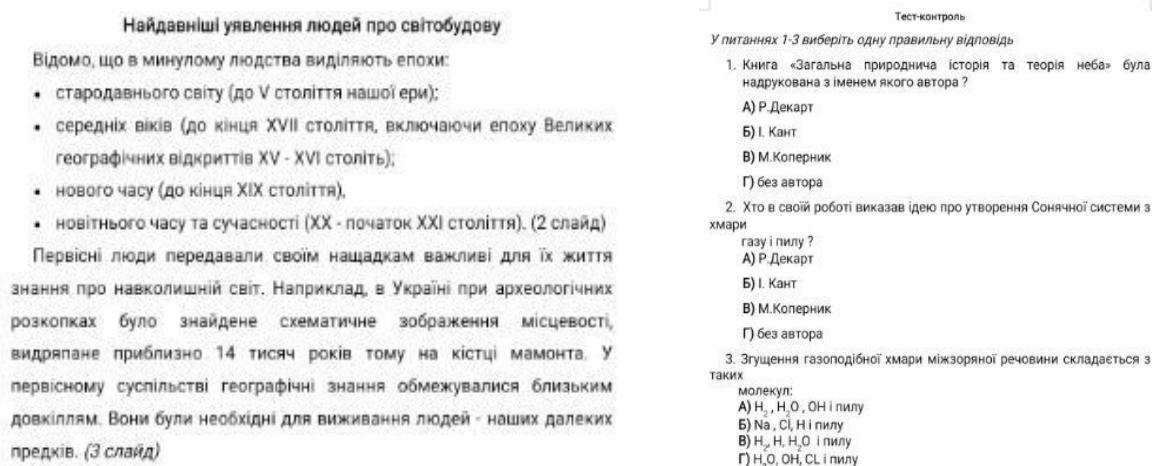


Рис. 3. Скріншоти фрагментів документів створених на мобільному телефоні

Створення мультимедійної презентації

Насправді, для створення презентацій є дуже багато додатків, проте поговоримо про стандартні, які є на всіх ОС, а саме *Android* та *IOS*.

Ми звикли використовувати *PowerPoint*. Для розробки якісної презентації достатньо орієнтуватися в темі та підготувати мінімальний матеріал, краще робити презентацію маючи доповідь, тоді не буде втрачена послідовність та наочність. Ще важливою частиною презентації є зображення, які краще знайти завчасно. На жаль, на телефоні не можна проводити деякі дії з зображеннями, наприклад видаляти фон чи змінювати

художній ефект, проте це не є проблемою для тих, хто гарно знається на фотешопі чи фоторедакторах, а для тих, кому *Ph* здається чимось недосяжним рекомендуємо шукати зображення в *png* форматі. Тим, кому не до вподоби стандартні шаблони, радимо заглянути в онлайн сервіс *Microsoft Office*, саме там можна знайти безліч нових шаблонів, які постійно оновлюються. А в панелі інструментів пропонується різноманітне й індивідуальне оформлення кожного слайду. Але, не все так гладко. Все ж таки є деякі недоліки роботи на онлайн платформі, а саме: невеликий вибір шрифтів, відсутність формул та символів. Єдина альтернатива-прописувати формули в Word, робити скріншот та вставляти в презентацію, як фото.

Для прихильників *Google* є сервіс *Google Презентації*, він майже не відрізняється від *PowerPoint* в використанні, проте там є багато нових тем та цікавих шрифтів.

Представимо фрагмент (скріншот) мультимедійної презентації створеної на мобільному телефоні за допомогою вище описаних додатків (рис. 4)



Рис. 4. Скріншот фрагменту мультимедійної презентації створеної на мобільному телефоні

Створення опорного конспекту

Опорний конспект (ОК) це вид роботи, де на 4 сторінках А4 потрібно розмістити найважливішу інформацію із заданої на самостійне опрацювання теми. Ця робота полягає в деталізації, конкретиці, науковості та творчості. Отримавши таке завдання, ми почали шукати нові програми, де можна було б зробити ОК з астрономії. Проте, як виявилось в нас вже давним-давно була завантажена ця програма. З'ясувалось, що даний вид роботи можна виконати в *Instagram*, в *редакторі історій (інстасторі)*. Все що необхідно мати – це готові, гарні фони, інформацію, яку ми помістимо в наш ОК та бажання. Фони ми зазвичай шукаємо в *Pinterest* - це гарний додаток з якісними зображеннями на будь-яку тему. Там ми знайшли космічне небо та цікаві картинки космонавтів. В додатку *PicsArt* сумістили ці зображення, наклавши космонавтів на космічне небо й отримали оригінальні картини.

Далі алгоритм дій такий:

- 1) відкриваємо *Instagram*;
- 2) вибираємо потрібне нам фото; при необхідності, заздалегідь, робимо скріншоти формул, які будемо використовувати;
- 3) визначаємо що, де і як буде розміщено;
- 4) заголовки робимо за допомогою «Класичного» або «Сучасного» шрифтів, інформацію краще подавати за допомогою шрифту «Друкована машинка»;
- 5) потрібні формули копіюємо з галереї та вставляємо;
- 6) далі просто розміщуємо необхідний текст, формули й схеми.

Ще є цікава особливість *редактора інстасторі* – це неонові шрифти та використання гарних смайлів (до прикладу, на космічну тематику є багато різних зірочок, планет й сузір'їв), якими можна розбавити текст та *пензлик* з цікавими стилями.

Представимо фрагмент (скріншот) опорного конспекту створеного на мобільному телефоні за допомогою вище описаних додатків (рис. 5)



Рис. 5. Скріншот фрагменту опорного конспекту створеного на мобільному телефоні

Отже, як бачимо, відсутність комп'ютера - це не причина відмовлятися від виконання завдань. Головне мати бажання і тоді, будь-яка робота буде виконуватись цікаво та легко. Інтернет простір має великий вибір програм та додатків, де точно можна знайти те, що буде по душі.

PERFORMING ASTRONOMY TASKS USING A MOBILE PHONE IN QUARANTINE

Anastasia Borisyyuk – 3rd year student of higher education bachelor's degree NPDU

Olena Kyrylenko – PhD, Associate Professor

Olena Pus – 3rd year student of higher education bachelor's degree NPDU

The article describes the use of mobile applications while performing astronomy tasks on a mobile phone. Examples of fragments of various types of documents created using mobile applications on a mobile phone are given.

Key words: mobile phone, mobile applications, astronomy, tasks.

ВІРТУАЛЬНІ ПРАКТИЧНІ РОБОТИ З АСТРОНОМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМ: «НАША ПЛАНЕТНА СИСТЕМА», «ЗАКОНИ РУХУ НЕБЕСНИХ ТІЛ»

Владислав Вінтонюк – учень 10 класу Вороновицького ліцею

Вікторія Думенко – канд. техн. наук, доцент

У роботі обґрунтовано застосування віртуальних моделей при вивченні астрономії, розроблено віртуальну модель Сонячної системи та віртуальну лабораторію

для визначення прискорення вільного падіння з використанням об'єктно-орієнтованого програмування мовою *Python*, запропоновано практичні завдання при вивченні зазначених тем.

Ключові слова: віртуальна модель, Сонячна система, прискорення вільного падіння, конфігурації планет.

Велику роль у процесі вивчення астрономії відіграє наочність. Астрономія – один з найдавніших з навчальних предметів, який першим використав наочність, наприклад глобус небесної сфери. Виготовлення наочних посібників залежало від технічних можливостей. Наприклад армілярна сфера — стародавній астрономічний прилад, який згодом стали використовувати лише як наочний посібник під час вивчення астрономії. Уявити процес навчання астрономії без застосування наочності практично неможливо хоча б тому, що сама небесна сфера, власне, є такою наочністю. А статус «спостережної науки» свідчить: астрономічні об'єкти здавна не лише описували словами, але й робили їх замальовки, а після появи фотографії стали фотографувати. Такі зображення перетворювали в наочність для використання у процесі викладання астрономії. Не маючи змоги продемонструвати на уроці астрономічний об'єкт, відтворити небесне явище, використовували зображення, що показували об'єкт чи основні моменти небесного явища. Окрім цього, використовували моделі, наприклад телурій (модель руху Землі навколо Сонця і власної осі) та ін.

Сучасні інформаційні технології розширили можливості в реалізації принципу наочності, значно полегшили створення у практичній педагогічній діяльності різноманітних наочних засобів навчання — від простих статичних зображень до тривимірної динамічної комп'ютерної графіки [1].

Дієвим засобом посилення прикладної спрямованості навчання є застосування методів моделювання, зокрема створення й дослідження моделей фізичних та астрономічних процесів та явищ [2].

Навчальними програмами з астрономії передбачено вивчення тем: «Закони руху небесних тіл», «Сонячна система», «Наша планетна система»

Очікувані результати при вивченні цих тем містять діяльнісний компонент: «описує особливості видимості планет в різних конфігураціях», «розв'язує задачі на використання законів руху космічних тіл для розрахунку їх орбіт і космічних швидкостей», «розв'язує задачі з використанням величин прискорення вільного падіння на різних планетах, їх розмірів та відстаней від Сонця і Землі» [3].

При вивченні зазначених тем треба повною мірою використати знання і вміння, засвоєні учнями у процесі вивчення інших природничо-наукових предметів, зокрема з фізики. Взаємозв'язок астрономії та фізики є особливим — астрономія містить у собі весь діапазон понять сучасної фізики й повною мірою спирається на її закони.

Космічні об'єкти, зокрема планети Сонячної системи, неможливо зважити на терезах, виміряти за допомогою вимірювальних інструментів. Вивчаючи астрономію можна виконати експеримент лише з моделями. При вивченні будь-якої проблеми космосу, астроном обов'язково будує в уяві деяку модель космічної системи, намагаючись уявити її відносні розміри. Вивчаючи Сонячну систему, учням особлива важливим є таке моделювання, яке значно спрощує сприйняття дійсної картини світу. Важливими поняттями при вивченні Сонячної системи є поняття: зовнішні та внутрішні планети, конфігурації, синодичні та сидеричні періоди обертання планет [4, 5].

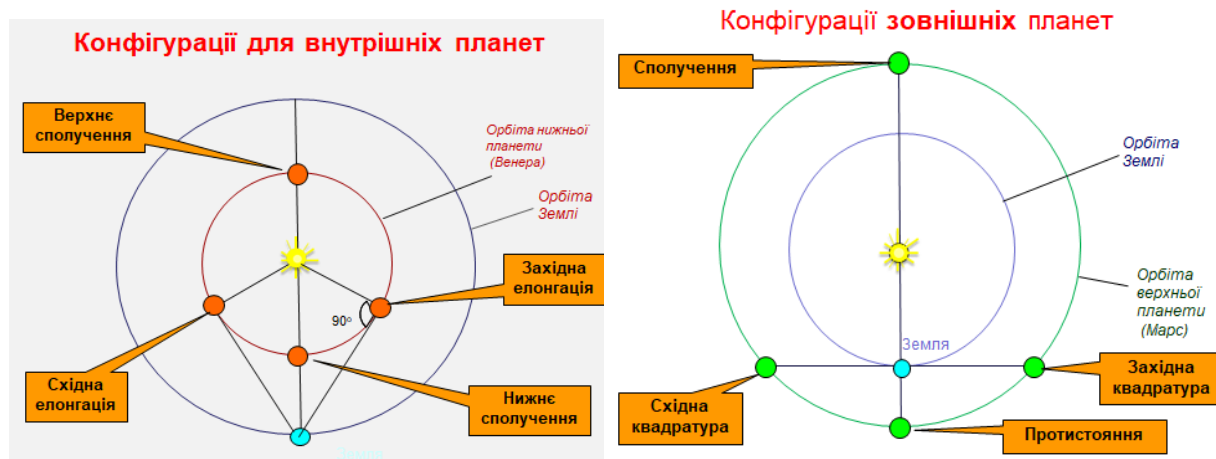


Рис. 1. Схема для вивчення конфігурацій внутрішніх та зовнішніх планет

Для кращого розуміння основних понять було розроблено **віртуальну модель «Сонячна система»** з використанням об'єктно-орієнтованого програмування мовою Python.

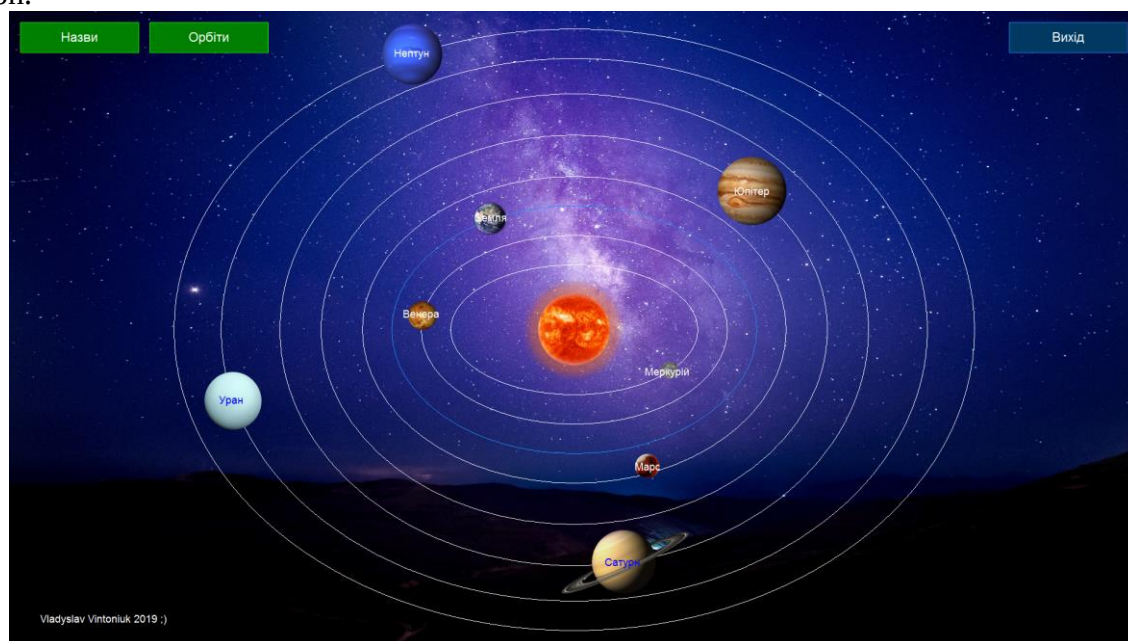


Рис. 2. Віртуальна модель «Сонячна система»

модель дає можливість показати:

- ✓ порівняльні відстані і розміри планет;
- ✓ взаємні розміщення планет в різні моменти часу, які встановлюються за їх геліоцентричними довготами, взятими із Астрономічного календаря;
- ✓ відмінності між поняттями сидеричного і синодичного періодів.

Можливість показати на моделі взаємне розміщення планет і Сонця дає можливість учням більш глибоко зрозуміти причини змін умов видимості планет, зміни їх відстаней від Землі, а як наслідок і зміни їх видимих кутових розмірів і блиску.

Практичні завдання.

1. Для заданого моменту часу, описати конфігурації внутрішніх та зовнішніх планет.
2. Визначити найбільші кутові відхилення для Меркурія та Венери, виконавши вимірювання кутів.
3. Визначити синодичні періоди обертання планет, зафіксувавши моменти часу їх перебування в послідовних однойменних конфігураціях.

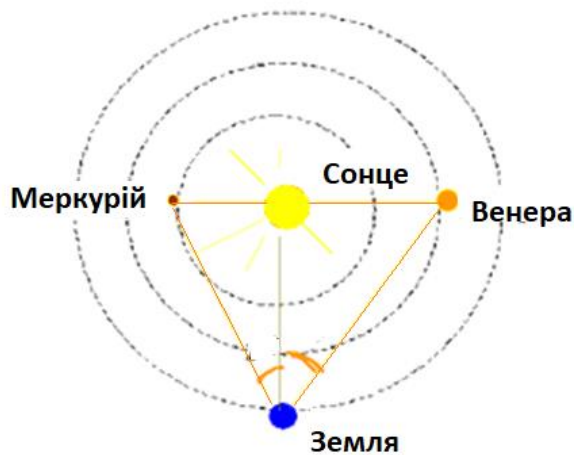


Рис. 3. Елонгації внутрішніх планет

Творче завдання. Запропонувати застосування моделі для розв'язування інших практичних завдань при дослідженні рухів планет.

Було розроблено віртуальну лабораторію для виконання практичної роботи на тему: «Визначення прискорення сили тяжіння на небесних тілах Сонячної системи»

Мета роботи: з'ясувати залежність прискорення вільного падіння на різних планетах від їх розмірів та маси, висоти над поверхнею планети.

Одним із проявів сили всесвітнього тяжіння є сила тяжіння. Так прийнято називати силу притягання тіл до Землі чи поверхні іншого небесного тіла, поблизу її поверхні. Якщо M – маса планети, R – її радіус, m – маса деякого тіла, то сила тяжіння рівна:

$$F = G \frac{mM}{R^2} = mg \quad (1)$$

Прискорення вільного падіння біля поверхні планети:

$$g = G \frac{M}{R^2} [5] \quad (2)$$

Опис. Віртуальна лабораторія передбачає можливість вибирати планету Сонячної системи та супутник Землі Місяць, задавати висоту над поверхнею планети, масу падаючого тіла та вимірювати час падіння тіл.

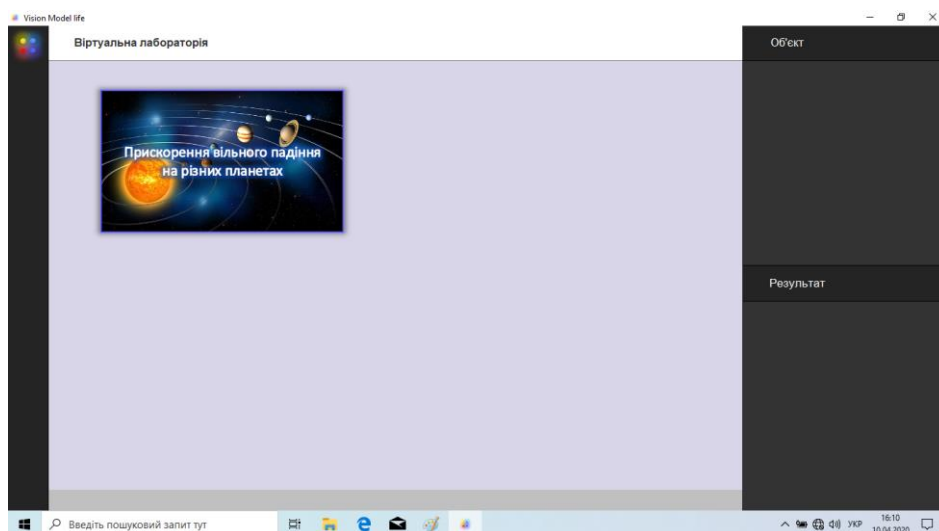


Рис. 4. Вікно програми «Віртуальна лабораторія»

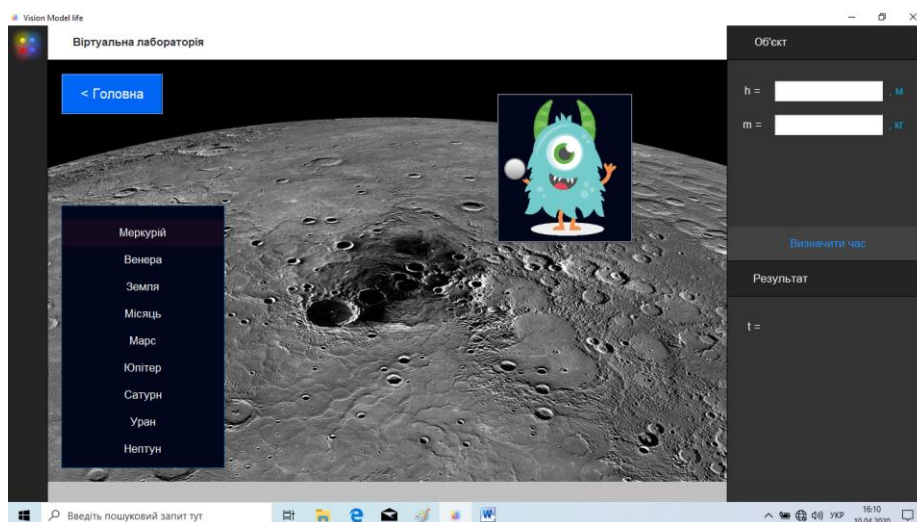


Рис. 5. Вікно програми для визначення прискорення вільного падіння на планетах Сонячної системи

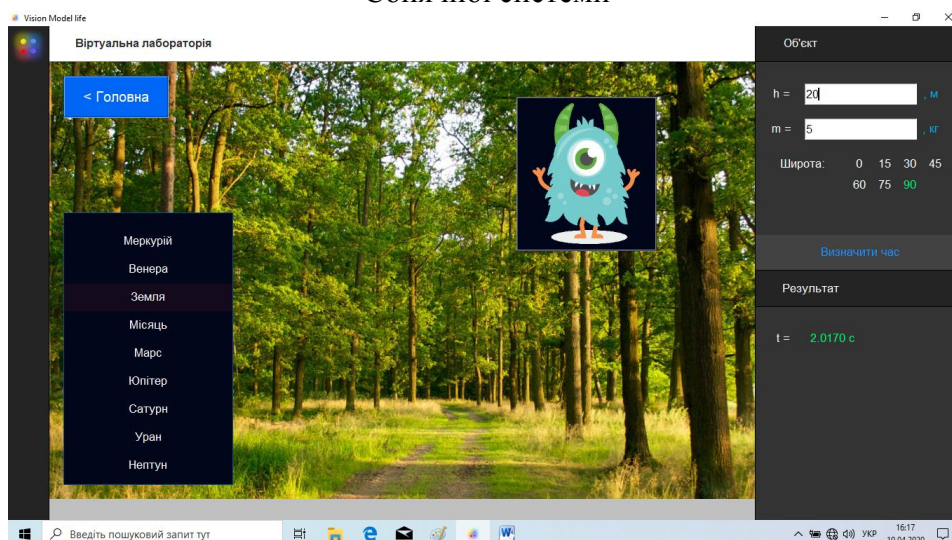


Рис. 6. Вікно програми для визначення прискорення вільного падіння на Землі в залежності від широти

Практичне завдання.

1. Визначити час падіння тіла з невеликої висоти для всіх заданих тіл Сонячної системи і розрахувати прискорення вільного падіння, використовуючи рівняння рівноприскореного руху (рис. 5):

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

2. Порівняти отримані значення з розрахованими за формулою $g = G \frac{M}{R^2}$. Зробити відповідні висновки.

3. З'ясувати незалежність прискорення вільного падіння від маси падаючого тіла.

4. Дослідити залежність $g = f(H)$, де H - висота над поверхнею планети, побудувати графік залежності. Зробити відповідні висновки.

5. Для планети Земля перевірити залежність прискорення вільного падіння від широти (рис. 6). Зробити висновки.

Запропоновані у роботі віртуальні моделі дають можливість розв'язати такі завдання:

- 1) Застосування комп'ютерних моделей при формуванні уявлень про будову Сонячної системи та закони руху планет;
- 2) Забезпечення міжпредметних зв'язків з фізикою;
- 3) Можливість застосувати розробку віртуальних моделей з астрономії як проекти з інформатики при вивченні об'єктно-орієнтованого програмування мовою Python.

Список використаних джерел:

1. Крячко І. П. Методика навчання астрономії в старшій загально-освітній школі. — Київ: Видавничий центр «Наше небо», 2018. — 244 с.
2. Методичні рекомендації щодо викладання фізики та астрономії у 2019/2020 навчальному році. Наказ МОН України від 01.07.2019 № 1/11-5966. — Київ, 2019.
3. Яцків Я.С., Івченко В.М., Казанцев А.М., Ващенко О.П., Крячко І.П. Астрономія. Навчальні програми для старшої школи (рівень стандарту), (профільний рівень). Наказ МОН України від 01.07.2019 № 1/11-5966. — Київ, 2019
4. Сиротюк В. Д., Мірошніченко Ю. Б. Астрономія: (рівень стандарту): підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти. — Київ: Генеза, 2019. — 160 с.
5. Пришляк М. П., Кравцова О. М. Астрономія 11 клас: (профільний рівень). — Харків: Ранок, 2019. — 160 с.

VIRTUAL PRACTICAL WORKS ON ASTRONOMY IN THE STUDY OF TOPICS: "OUR PLANETARY SYSTEM", "CELESTIAL BODIES MOVEMENT LAWS"

Vladyslav Vintoniuk – student of the 10th grade of Voronovysia Lyceum

Viktoriia Dumenko – PhD, Associate Professor

The virtual model of the solar system and virtual laboratory to determine the acceleration of free fall using object-oriented programming in Python is proposed in this paper, practical tasks are suggested in the study of these themes.

Key words: Virtual model, Solar System, acceleration of free fall, configuration of planets.

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ MOZAİK В СИСТЕМІ АСТРОНОМІЧНОЇ ОСВІТИ

Олександр Кузьминський – канд. пед. наук

У статті розглянуто сучасний електронний ресурс Mozaik Education, його основні елементи. Запропоновано систему додатків електронного навчання Mozaik адаптованих для навчання астрономії у закладах середньої освіти та для студентів вищих навчальних закладів, що вивчають астрономію.

Ключові слова: 3D модель, сучасні інформаційні технології, методи навчання, наочність, інтерактивність, відео, додатки.

На підставі астрономічних досліджень значною мірою формуються принципи пізнання матерії та Всесвіту, найважливіші наукові узагальнення. Рівень розвитку астрономії визначає основи світогляду переважної більшості людей. Астрономія продовжує суттєво впливати на розвиток усіх філософських вчень, а її внесок у розвиток цивілізації важко переоцінити.

Якщо як наука астрономія є передовою у світі та використовує і є «замовником» для створення найновіших технічних розробок, то як навчальний предмет астрономія не може залишатись без використання новинок технічного прогресу. Інакше вона залишилась би

спостережною наукою і не вийшла би за рамки видимого світла у шкалі електромагнітних хвиль.

Застосування сучасних технічних засобів під час навчання астрономії розглядає І. П. Крячко. Зокрема визначає що: «Для методики навчання астрономії важливим є те, що застосування ІКТ допомагає в організації диференціації навчання, сприяє індивідуалізації навчального процесу та реалізації особистісно зорієнтованої астрономічної освіти, а також дозволяє подолати проблему навчальних астрономічних спостережень. За останні кілька десятиліть світ перетворився в єдине інформаційне ціле, специфічна риса якого — необмежена простором і часом, соціальними та іншими бар'єрами доступність інформації».

"Робота з mozaBook та mozaWeb" розроблена ТзОВ "Едпро Дистрибушн" на основі сучасної державної освітньої політики та стратегії реформування освітнього процесу, зокрема Закону України "Про освіту", Концепції Нової української школи, Порядку підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників (Постанова КМУ від 21 серпня 2019 р. № 800 зі змінами та доповненнями від 27 грудня 2019 р. № 1133), типової освітньої програми організації і проведення підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладами післядипломної педагогічної освіти.

Цифровий освітній ресурс Mozaik Education має різноманітне наповнення, зокрема: програмне забезпечення для різних пристроїв, електронні підручники, медіа-бібліотека, педагогічний інструментарій та багато різних сервісів. Далі розглянемо основні елементи, які доцільно використовувати під час навчання астрономії.

mozaBook - для класної аудиторії Освітнє презентаційне програмне забезпечення для інтерактивної панелі чи дошки. Захопливий інтерактивний вміст, додатки, призначені для розвитку навичок, проведення дослідів та ілюстрування, пробуджують зацікавленість учнів та допомагають легше засвоювати навчальний матеріал.

mozaWeb - для навчання вдома Цифрові книги, інтерактивний вміст, пов'язані з навчальними предметами програми та ігри де завжди доступні в режимі онлайн для учнів і вчителів.

mozaBook tablet – для мобільних пристроїв Учні можуть взяти з собою цифрові підручники куди завгодно і використовувати їх в автономному режимі. На уроці вони також можуть приєднатися до запущеної на інтерактивній дошці програми mozaBook і взяти участь у класній роботі.

mozaMap - цифрові мапи Цифрові атласи інтерактивної картографічної програми mozaMap дозволяють розширити інструментарій уроків географії та історії. Елементи карт можуть вільно варіюватися, що полегшує підготовку до уроків та їх проведення.

mozaLog – система шкільної адміністрації Електронний класний журнал і навчально - інформаційна система, робить можливим виконання щоденних шкільних адміністративних і організаційних завдань на єдиному інтерфейсі.

Медіа-бібліотека наповнена 3D-сценами, відео, додатками. Більше ніж 1200 3D-сцен, кілька сотень освітніх відео, програми та ігри, призначені для розвитку навичок, проведення дослідів та ілюстрування, які доступні в mozaBook і на mozaWeb.

mozaBook урізноманітнює інструментарій шкільних уроків багатьма ілюстраційними, анімаційними та творчими презентаційними можливостями. Захопливі інтерактивні елементи й вбудовані додатки сприяють розвитку навичок, полегшують проведення дослідів, пробуджують зацікавленість учнів і допомагають в легкому засвоєнні навчального матеріалу. Незамінний інструмент для вашого STEAM проєкту.

Наповнення освітньої системи: більше 150 підручників; близько 1300 3D презентацій (рис.1); більше 5300 відео та ілюстрацій; 118 інструментів (рис.2). Маже щодня поповнюється новими додатками!

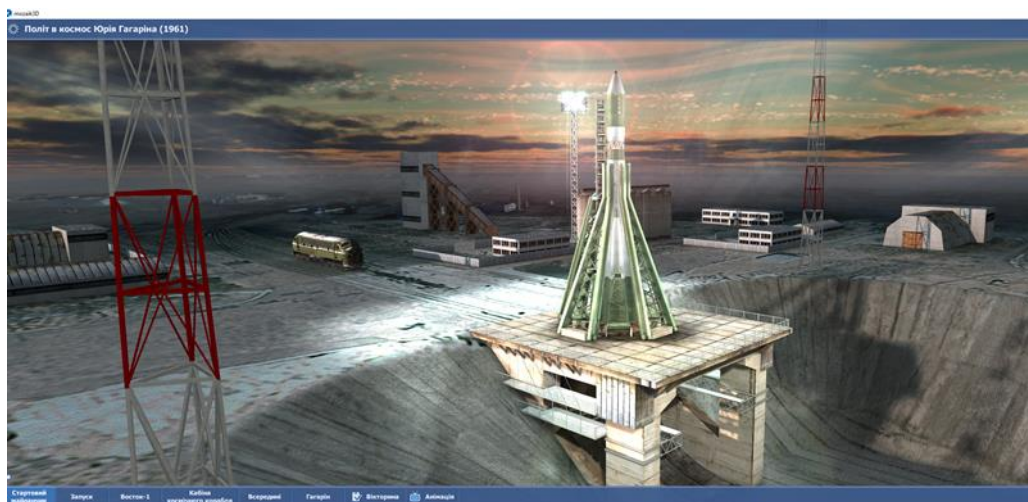


Рис. 1. Приклад 3D моделі: «ПОЛІТ В КОСМОС ЮРІЯ ГАГАРИНА (1961)»

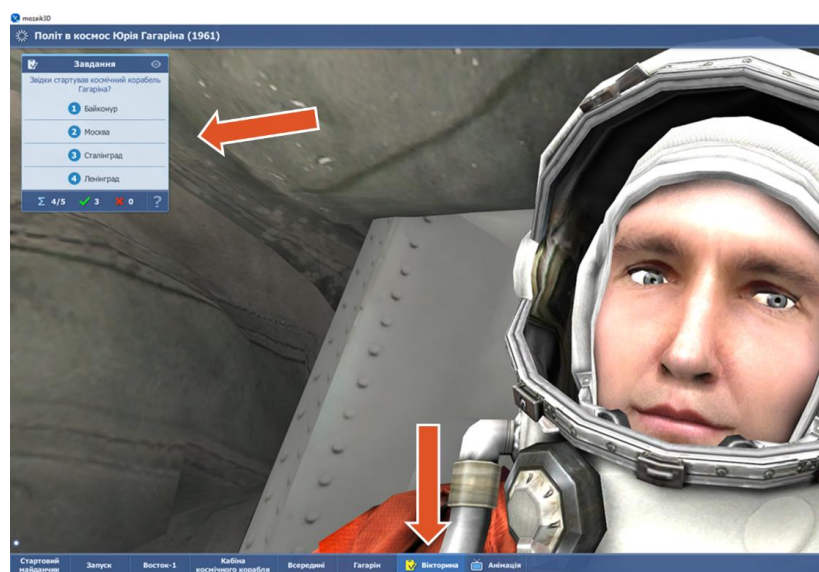


Рис. 2. Приклад запитань для самоперевірки у вигляді вікторини

Існує обмеження для безкоштовного перегляду додатків відкрито 5 елементів інтерактивного змісту в тиждень, або необхідно придбати підписку mozaWeb PREMIUM.

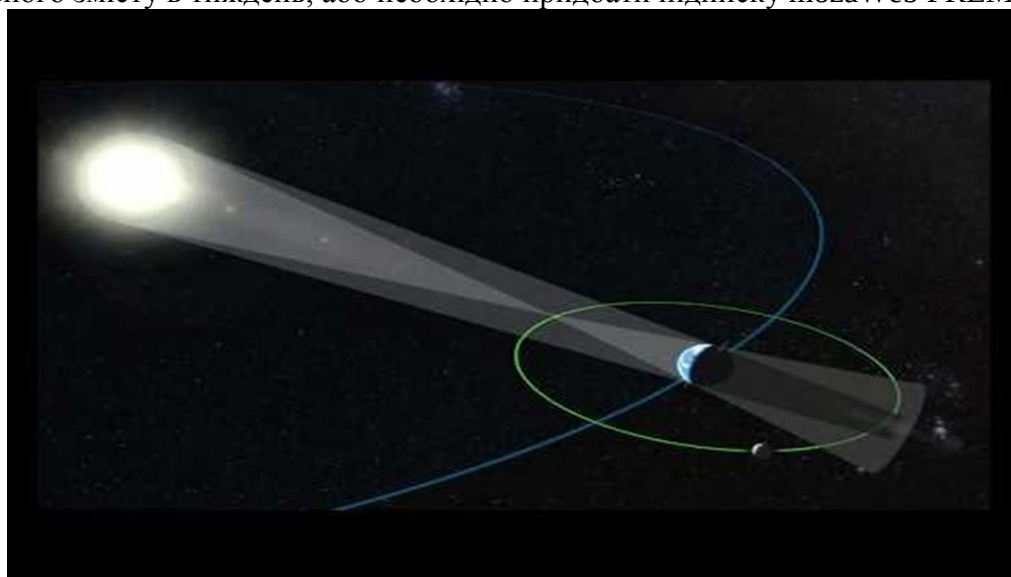


Рис. 3. Стоп кадр відеофрагменту освітнього проекту Mozaik Education у youtube

Альтернатива безкоштовного перегляду додатків, – перегляд готових відеофрагментів на каналі в <https://www.youtube.com/> (рис.3).

Посилання на список відтворення з відеофрагментами:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLQqKkOGbZN6scfqLVYgzxjWeYWe7hAu38>

Список використаних джерел:

1. Іван Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі. — К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. — 244 с.
2. Офіціна сторінка цифрового ресурсу. Електронне Навчання Mozaik [Електронний ресурс] / Офіціна сторінка цифрового ресурсу // Mozaik Education. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mozaweb.com/ru/>.
3. Галько Д. mozaBook - інтерактивне навчання №1 в Україні [Електронний ресурс] / Дмитро Галько // ТзОВ "Едпро Дистрибушн". – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://edpro.ua/mozaik>.

USE OF MOZAIK E-LEARNING ELEMENTS IN THE ASTRONOMIC EDUCATION SYSTEM

Oleksandr Kuzmynskyi – PhD

The article deals with the modern electronic resource Mozaik Education, its main elements. A system of Mozaik e-learning applications adapted for astronomy teaching in secondary education and for university students studying astronomy is proposed.

Key words: 3D model, modern information technologies, teaching methods, visualization, interactivity, video, applications.

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ СУЗІР'ІВ ЗОРЯНОГО НЕБА

Наталія Мойсєєнко – студентка 1 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова
Ярослава Черня – студентка 1 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У статті запропоновано використовувати мобільні додатки під час вивчення астрономії, зокрема під час вивчення сузір'їв зоряного неба в домашніх умовах. Подано приклад використання мобільного додатку Star Walk 2 та аргументовано переваги його використання.

Ключові слова: зоряне небо, сузір'я, конфігурація сузір'їв, мобільні додатки, Star Walk 2.

Астрономія – одна з найдавніших та досить цікавих наук, яка досліджує природу, походження та еволюцію як окремих небесних тіл, так і Всесвіту в цілому.

Актуальним у наш час лишаються проблеми відкриття нових об'єктів Сонячної Системи, дослідження різноманітних процесів та явищ, які відбуваються на Сонці, оскільки від цих знань залежить наше з вами існування на планеті Земля. Тому ми вважаємо, що вивчення астрономії є досить важливим, оскільки вона допомагає пояснити процеси, що відбуваються у навколишньому світі, співіснувати з ним у гармонії, а також досліджувати те, що на перший погляд здається недоступним та недосяжним.

На даний час астрономія, як навчальний предмет, викладається в школі в 11 класі за рівнем стандарту 1 год на тиждень [1]. Відповідно до чинної програми МОН сузір'я вивчаються в темі 1: «Небесна сфера. Рух світил на небесній сфері». Дана тема вивчається глобально, оскільки після вивчення даної теми учні повинні: знати головні означення теми, називати кількість сузір'їв за сучасним поділом на небі, показувати на рухомій

карті зоряного неба характерні сузір'я та найяскравіші їх зорі (Сиріус, Арктур, Вега та ін.), спостерігати зміну вигляду зоряного неба впродовж року та вміти користуватись рухомою картою зоряного неба. Також відповідно до цього має бути проведено практичну роботу на тему: «Робота з рухомою картою зоряного неба. Визначення положення світил на небесній сфері з допомоги карти зоряного неба (зоряного глобуса)».

Відповідно до програми є чинні підручники з астрономії 2019 року:

1. автори: В. Сиротюк, Ю. Мірошніченко [2];
2. автор М. Пришляк [3].

Обидва підручники є досить змістовними, виклад матеріалу – послідовний та є все необхідне для раціонального опанування теми.

Сучасний учень – це мобільна дитина, яка краще справляється з гаджетами від будь-кого, тому задача сучасного вчителя бути мобільним та йти в ногу із часом. Оскільки на даний момент у країні склалась така ситуація, що діти мають навчатись дистанційно вдома, тому потрібно зробити це навчання ефективним. Для цього радимо використовувати Інтернет ресурси та додатки, які покращать вивчення астрономії та заохотять учнів до її вивчення.

На даний момент існують досить багато різних програм і додатків як для Android так і для iOS, які ми можемо завантажити безкоштовно з Play Маркета чи з App Store. Тому поговоримо трохи про них.

Star Chart - це не тільки зоряний атлас в кишені, а й інтерактивна розвага — програма дозволяє зрозуміти, що саме ви бачите в даний момент на зоряному небі. Досить всього лише навести камеру телефону на сузір'я і програма покаже як воно називається, і покаже назви зір.

Stellarium – безкоштовна програма, за допомогою якої можна розглядати небо в реальному часі, збільшуючи його масштаб.

Проте ми хочемо порадити такий додаток, який на нашу думку, буде найзручнішим для учнів. Це *Star Walk 2*. За допомогою цього додатку учні мають змогу, навівши телефон на певну ділянку неба (навіть вдень), побачити сузір'я, які там знаходяться. Крім того маємо змогу споглядати не лише конфігурацію сузір'їв, але й їх міфічне зображення. Тобто досить встановити додаток, запустити його, у верхньому лівому куточку натиснути на компас і ви зможете, пересуваючи телефон у різні боки, бачити які сузір'я знаходяться навколо вас (рис. 1).

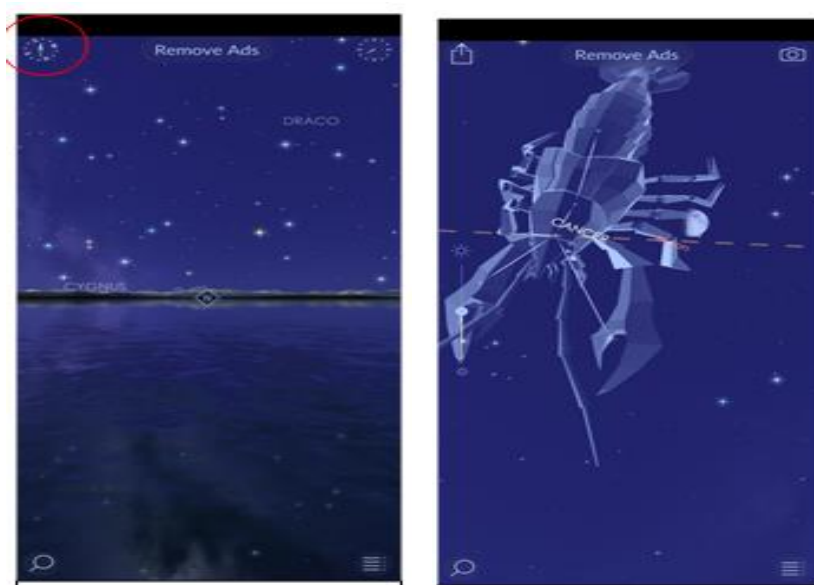


Рис. 1. Стартовий екран додатку *Star Walk 2* (зліва)

На рис. 2 можна побачити сузір'я Рака і поруч з ним Місяць.

Рис. 2. Сузір'я Рака і Місяць

Цей додаток ви можете безкоштовно

завантажити за допомогою Play Маркета або App Store, ввівши в пошук назву додатка або скористатися даним посиланням

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vitotechnology.StarWalk2Free>.

Отже, як висновок можна сказати, що використання таких додатків під час вивчення теми «Сузір'я», допоможе доступно пояснити учням положення зір та сузір'їв, зацікавити дітей, показати, що їх гаджети підходять не лише для ігор і соціальних мереж, а й допоможуть їм під час навчання, зокрема на уроках астрономії. Тим паче, під час карантину інтернет-ресурси і, зокрема, додаток Star Walk 2 стануть гарними союзниками під час самостійного вивчення навчального матеріалу.

Список використаних джерел:

1. Навчальна програма з астрономії (рівень стандарту, профільний рівень) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки № 1407 від 23 жовтня 2017 року.
2. Сиротюк В.Д. Астрономія: (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Яцківа Я. С.): підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / Володимир Сиротюк, Юрій Мирошніченко. – Київ: Генеза, 2019. – 160 с. : іл.
3. Пришляк М.П. Астрономія: (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Яцківа Я. С.): підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / Микола Пришляк. – Харків: Вид-во «Ранок», 2019. – 144 с. : іл.
4. Анастасія Наливайко «6 безкоштовних мобільних застосунків для захопливих STEM-проектів» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://osvitoria.media/ru/experience/6-bezkoshtovnyh-mobilnyh-dodatkov-dlya-zahoplyvyh-prirodnych-STEM-proektiv/>

USE OF MOBILE TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF THE CONSTELLATIONS OF THE STARRY SKY

Natalia Moisieienko – 1st year student of master's program NPDU

Yaroslava Chernia – 1st year student of master's program NPDU

The article suggests the use of mobile applications in the study of astronomy, in particular when studying the constellations of the starry sky at home. An example of the use of the Star Walk 2 mobile application is given and the advantages of its use are reasoned.

Key words: starry sky, constellations, constellation configuration, mobile applications, Star Walk 2.

ВИКОРИСТАННЯ ONLINE ПЛАТФОРМ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «АСТРОНОМІЯ» В 11 КЛАСІ

Анастасія Андрєєва – студентка 4 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У статті описана та охарактеризована сучасна онлайн платформа Padlet, яку можна використати під час вивчення астрономії в середніх загально-освітніх навчальних закладах. Наведено приклад використання онлайн освітньої платформи Padlet при підготовці до уроку астрономії в старших класах.

Ключові слова: онлайн платформа Padlet, освітній процес, інтерактивна дошка, методика навчання астрономії.

Нова Українська Школа (НУШ) – це школа, до якої приємно ходити учням. Тут прислухаються до їхньої думки, вчать критично мислити, не боятись висловлювати власну думку та бути відповідальними громадянами. Водночас батькам теж подобається відвідувати цю школу, адже тут панують співпраця та взаєморозуміння.

Новий Стандарт початкової освіти з 2017-2018 н.р. успішно проходить апробацію у 100 школах по всій Україні. З 2018-2019 н.р. за цим Стандартом розпочали навчання першокласники по всій Україні.

Новий Стандарт початкової освіти передбачає, що вчителі мають працювати за іншими підходами, тому протягом 2018-2019 років відбувається масштабне перенавчання вчителів початкової школи. Вони проходять як дистанційне навчання (онлайн-курс на освітній платформі EdEra), так і очні сесії, в межах яких спеціально підготовлені тренери закріплюють знання педагогів на практиці [1].

Фізика та астрономія є фундаментальними науками, що вивчають загальні закономірності перебігу природних явищ і дають загальне уявлення природничо-наукової картини світу. Крім цього вони визначають важливе соціокультурне значення і є рушійною силою науково-технічного та соціально-економічного прогресу. Сучасна астрономія розкриває сутність пізнання матерії та Всесвіту. Оскільки в старшій школі засвоєння фізичного і астрономічного компонентів освітньої галузі «Природознавство» мають споріднений предмет навчання, методи дослідження, пропонується об'єднати два компоненти в єдиний навчальний предмет «Фізика і астрономія» [2].

Згідно навчальної програми з фізики 10-11 клас на рівні стандарту нижче подано перелік тем з розділу 4 «Зорі і галактики», які вчитель може використати на online платформі Padlet [3, с. 29-30]:

Астрономічний складник 11 клас

(4 години на тиждень всього 140 годин, з них на астрономічний складник відводиться 35 годин)

Розділ 4. Зорі і галактики	
<i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> зоря, сонячна активність, подвійна зоря, фізичні змінні зорі, нейтронні зорі, чорні діри, галактика, зоряні скупчення, туманності, квазари. <i>Пояснює:</i> фізичні умови на Сонці; будову Сонця; походження плям, протуберанців, спалахів; циклічність сонячної активності; вплив сонячної активності на життя і здоров'я людей та біосферу Землі; різницю між типами зір; причину існування Молочного Шляху на зоряному небі Землі; природу чорної діри; місце Сонячної системи в Галактиці; природу галактик і квазарів; природу активності ядер галактик; методи, за допомогою яких визначають відстані до зір. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Розрізняє:</i> зорі, зоряні скупчення й асоціації, туманності, міжзоряне середовище. <i>Описує:</i> спектральну класифікацію зір; еволюцію зір; методи вимірювання відстаней до галактик; класифікацію галактик. <i>Дотримується</i> правил спостереження Сонця. <i>Ціннісний компонент</i> Оцінює масштаби астрономічних явищ та об'єктів, місце Сонячної системи в Галактиці.	Зорі та їх класифікація. Сонце, його фізичні характеристики, будова та джерела енергії. Прояви сонячної активності та їх вплив на Землю. Види зір. Планетні системи інших зір. Еволюція зір. Чорні діри. Молочний Шлях. Будова Галактики. Місце Сонячної системи в Галактиці. Зоряні скупчення та асоціації. Туманності. Підсистеми Галактики та її спіральна структура. Світ галактик. Квазари. <i>Рекомендовані демонстрації</i> 1.Фотографії Сонця в різних діапазонах хвиль. 2.Фотографії активних утворень на диску Сонця. 3.Графіки чисел Вольфа. 4.Порівняння розмірів різних типів зір. 5.Схеми еволюції зір. 6.Зображення (фотографії) зоряних скупчень і туманностей. 7.Схема будови Галактики. 8.Зображення (фотографії) різних типів галактик.

На конкретному прикладі, нижче, продемонструємо приклад застосування освітньої платформи Padlet.

Але спочатку давайте познайомимося з нею ближче. Що являє собою Padlet? Як дану платформу можна застосовувати?

Як виглядає: мережевий сервіс Padlet (логотип Рис. 1) та титульна сторінка (Рис. 2)



Рис. 1. Мережевий сервіс Padlet

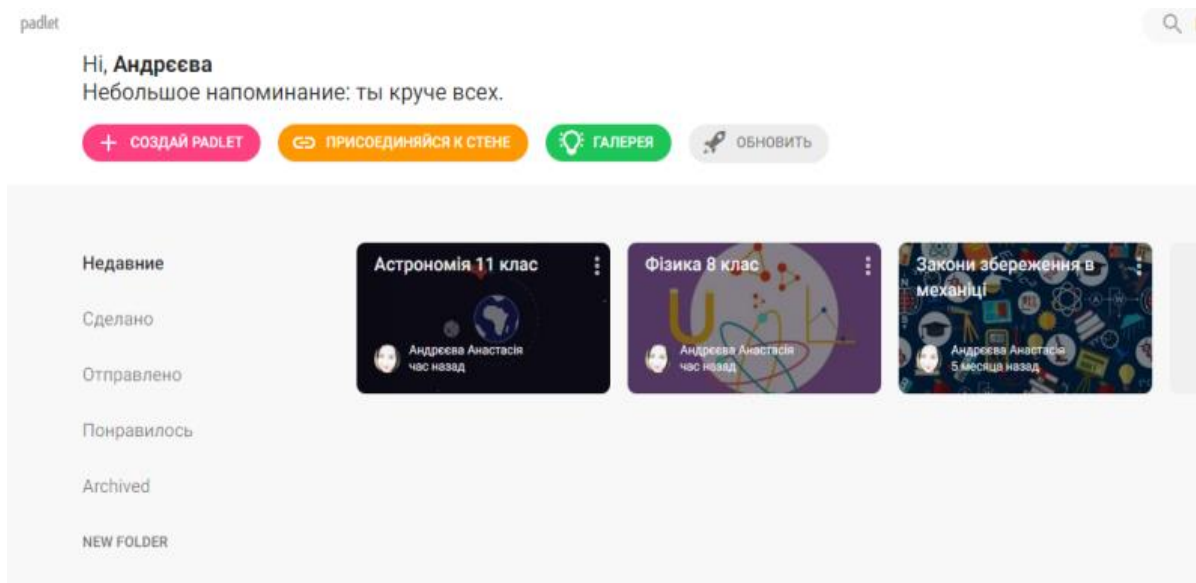


Рис. 2. Титульна сторінка Padlet

є інтерактивною онлайн дошкою (стіною) – це інструмент для навчання, завдяки якому можливе поєднання тексту, зображення, відео, аудіо в інтерактивний формат (techcrunch.com).

Чим корисний: призначений для створення електронної «стіни». Ви можете створити стіну, як мультимедійний опорний конспект або ж дати завдання учням – створити мультимедійний додаток до уроку.

Позитивне: має декілька режимів робочого фону, Ви можете надати доступ як окремим так і всім користувачам Інтернету. Миттєве збереження віртуальних даних та плюс – багатофункціональність і легкість Padlet.

Негативне: зворотній зв'язок можливий лише у вигляді коментарів або емоційної реакції (смайли).

Поетапний алгоритм роботи з онлайн платформою:

1. Реєстрація в системі.

Для реєстрації в системі: у вікні будь-якого браузера введіть у рядок адреси <http://padlet.com/>. На екрані відобразиться головна сторінка веб-сайта Padlet.

2. Оберіть мову інтерфейсу.

3. Натисніть кнопку: Логін або реєстрація.

У вікні реєстрації заповніть поля (у поле E-mail уведіть адресу поштової скриньки, у поле Пароль – символічний код), натисніть кнопку Ввійти. Зауважимо, що для реєстрації також можна скористатися акаунтом Google або Facebook.

4. У результаті відкриється порожня дошка – простір, який можна відразу наповнювати контентом.

5. Для оформлення й наповнення даними власної «дошки» виконайте наступні дії:

Натисніть кнопку Modify (Модифікувати) , відкриється вкладка з інструментами сервісу Padlet.

6. У полі Назва введіть заголовок дошки, наприклад, ми вводили «Астрономія 11 клас» (Рис. 3) [4].

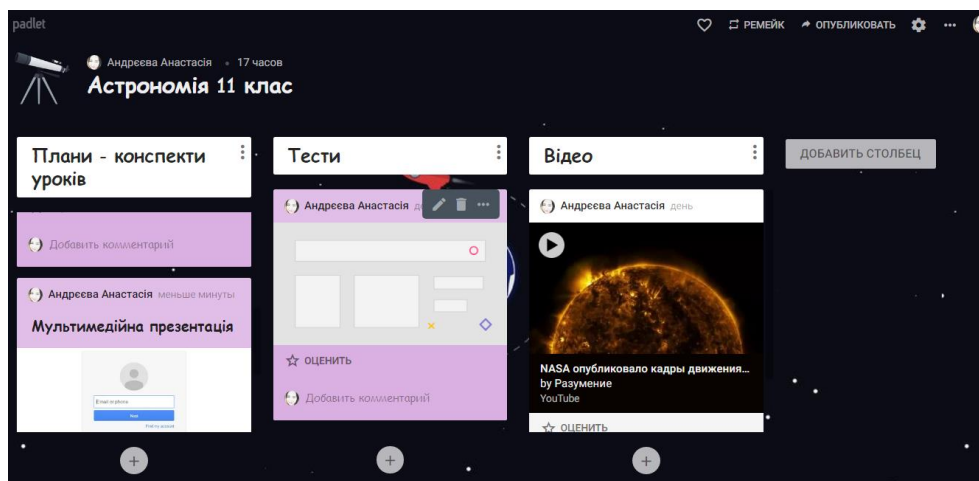


Рис. 3. Заголовок дошки – Астрономія 11 клас

В полі Опис – опис дошки; додайте піктограму – зображення для створення асоціації з дошкою, нами було використано «телескоп»; натисніть кнопку Шпалери й оберіть необхідний фон для оформлення дошки [5].

Опорний план-конспект уроку з астрономії 11 клас [6]

Тема: Сонце, його фізичні характеристики.

Мета: *навчально (дидактична)*: сформувати поняття про фізичні характеристики Сонця, його спектр і хімічний склад, вісьове обертання Сонця, сонячна активність;

розвивальна: розвивати логічне мислення, абстрактне та контурне уявлення про будову Сонця, пам'ять та увагу;

виховна: виховувати культуру запису в зошиті, самосвідомість та світогляд, реалістична «Я-концепція».

Матеріали та обладнання: підручник, мультимедійна презентація, відео-матеріал, плакат будови атмосфери Сонця.

Методичні вказівки щодо організації та підготовки навчального матеріалу: учні вдома самостійно опрацьовують теоретичну частину матеріалу за підручником 11 клас Астрономія (за редакцією М.П. Пришляка 2019 р.), переглядають опорний конспект уроку [6] та мультимедійну презентацію [7], а також відео-матеріал та на завершення вивчення даної теми виконують тести.

Вчителю потрібно ретельно добирати навчальний матеріал для наповнення сайту, враховуючи як індивідуальні, вікові особливості так і матеріально-технічне забезпечення.

Список використаних джерел:

1. Нова українська школа [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>

2. #вчителям [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nus.org.ua/tags/76/>
3. Авторський колектив під керівництвом Ляшенка О.І. Навчальна програма для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc>
4. Online дошка Padlet «Астрономія 11 клас» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://padlet.com/16fmf_a_andreeva/8uvy1qgky89e
5. Методика використання віртуальної інтерактивної дошки Padlet в освітньому процесі [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://osnova.com.ua/items/item-november-2016/index_2.html
6. План-конспект лекцій Розділ IV. Фізика Сонця. Тема 1. Загальна характеристика Сонця, Кириленко О. І., [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1riORcInMTMUmD57BXDdOMi6qtRRDRre5/view>
7. MS Power Point мультимедійна презентація Кириленко О. І [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1wDszgmQXTNM2-Ry0WQZkPVXLBR0FsBtN/view?usp=sharing>

THE USE OF ONLINE PLATFORMS IN THE STUDY OF "ASTRONOMY" IN GRADE 11

Anastasiia Andrieieva – 4rd year student of higher education bachelor's degree NPDU

This article describes and describes a modern online Padlet platform that can be used when studying astronomy in secondary schools. Here is an example of using Padlet's online education platform in preparation for upper-class astronomy lessons.

Key words: Padlet online platform, educational process, interactive whiteboard, astronomy teaching methodology.

РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНО – КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ АСТРОНОМІЇ КРІЗЬ ПРИЗМУ STEM – ОСВІТИ

Тетяна Арешкіна – студентка 3 курсу СВО бакалавра НПУ ім. М.П. Драгоманова

У роботі розглядаються методи роботи для розвитку інформаційно – комунікативної компетентності учнів на уроках астрономії та шляхи впровадження елементів STEM – освіти в навчальний процес.

Ключові слова: STEM – освіта, інформаційно – комунікаційна компетентність, навчання, учні, астрономія, мобільні додатки, проекти, інтерактивне навчання, міжпредметні зв'язки.

*«Не в кількості знань полягає освіта, а в повному розумінні
й майстерному застосуванні в житті всього того, що знаєш»*

Адольф Дістервег

Сьогодні у навчанні особливий акцент ставиться на самостійну роботу учня, направлену на пошук, усвідомлення та перероблювання нових знань. Вчитель виступає організатором навчального процесу, який допомагає та підтримує учнів.

Нажаль, в Україні найпоширенішою проблемою в освіті є не зацікавленість учнів в навчанні. Через складний навчальний матеріал у сучасних підручниках в учнів просто зникає бажання докладати зусилля. А давати чисто навчальний матеріал, без можливості його застосування на практиці – неефективно і недоцільно. У цьому і перевага STEM

(science, technology, engineering, mathematics) – освіти – урок не сфокусований на вчителі, у центрі уваги знаходиться вирішення проблеми [1]. У порівнянні зі звичайною освітою STEM-методика дає дітям набагато більше автономності та вчить дитину бути більш відповідальною, самостійно знаходити та перероблювати отриману інформацію, а також мати власну думку та вміння її правильно висловити, розуміти, що в оточуючих може бути інша точка зору[2].

Вивчаючи це питання та аналізуючи літературу, можу зробити висновок, що розвиток інформаційно – комунікативної компетентності учнів на уроках астрономії крізь призму STEM – освіти на сьогоднішній день не досліджується. Основна увага приділяється таким предметам як фізика, математика, інформатика.

Отже, виконуючи навчальну програму з астрономії, особливу увагу необхідно приділяти розвитку ключових компетентностей та впровадженню STEM – освіти.

Розвивати інформаційно – комунікативну компетентність на уроках астрономії можна за допомогою різних вправ, наприклад «Мікрофон», дає можливість кожному учню швидко та чітко висловлювати свою думку, а також сприймати погляди інших на це ж питання [2].

При виконанні практичних та експериментальних робіт учні мають навчитися робити аналіз проведених дослідів, чітко формулювати висновки.

Уроки розв’язання компетентнісних задач сприяють розвитку вміння учнів чітко роботи записи, формулювати умову задачі, коментувати кожен свій крок при вирішенні та вміння знаходити помилки при колективній перевірці [3].

Особливу увагу необхідно приділяти інтерактивному навчанні, адже учні мають сприймати все наочно. Доцільно на уроках використовувати віртуальні лабораторії, мобільні додатки (Star Walk 2, Stellarium, SkySafari), завдяки яким, учні можуть наочно побачити планети, сузір’я та ін. адже матеріально - технічна база школи не завжди дозволяє мати астрономічну лабораторію.

Впроваджувати STEM – освіту на уроках астрономії доцільно також через проектну діяльність. Учні працюють над вирішенням проблемних питань, шукаючи та аналізуючи необхідну їм інформацію та навчаються визначити достовірність, вилучати інформацію та узагальнювати її. Після цього настає творчий етап – створення власного проєкту. Особливу увагу можна приділити темі «Жінки у космосі», яка здатна зруйнувати стереотип, що астрономія та фізика – науки для хлопців[4].

Також, не менш важливим для розвитку інформаційно – комунікаційної компетентності є створення опорних конспектів та схем з вивченої теми, що сприяє розвитку у учнів вміння аналізувати та систематизувати отриману інформацію.

Впровадження елементів STEM – освіти на уроках астрономії відбувається через впровадження проектної діяльності учнів, розв’язку якісних та компетентнісних задач, використання віртуальних лабораторій, мобільних додатків, проведення дослідів, створення моделей з підручних матеріалів, граф – схем з теми, вміння знаходити зв’язок із повсякденним життям, встановлення міжпредметних зв’язків, що сприяє формуванню в учнів цілісного, системного світогляду.

Список використаних джерел:

1. Костельова О.І., Ярмолівч Н. М. Особливості впровадження іноваційної освітньої технології STEM – освіти у навчально – виховний процес загальноосвітнього навчального закладу. - Збірник наукових праць ЗОІППО, 2017.
2. Звичайні форми роботи — новий підхід: розвиваємо ключові компетентності : метод. посіб. / К. А. Дмитренко, М. В. Коновалова, О. П. Семиволос, С. В. Бекетова. — Х. : ВГ «Основа», 2018. — 119 [1] с. : табл., схеми, рис. — (Серія «Нові формати освіти»)

3. Методичні рекомендації щодо викладання фізики та астрономії у 2019/2020 навчальному році. / Додатки до листа Міністерства освіти і науки України від 01. 07. 2019 р. № 1/11-5966
4. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році/ Лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22.08.19 року

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE OF STUDENTS IN ASTRONOMY LESSONS THROUGH THE LENS OF STEM - EDUCATION

Tetiana Areshkina – 3rd year student of higher education bachelor's degree NPDU

The methods of work for development of information - communicative competence of pupils at astronomy lessons and ways of introduction of elements of STEM - education in educational process are considered in the work.

Key words: STEM - education, information and communication competence, training, students, astronomy, mobile applications, projects, interactive learning, cross-curricular communication.

ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕРНЕТ-ПОВІДОМЛЕНЬ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ

Дарина Семенюк – студентка 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

У статті описано приклади інтернет-повідомлень, які можна застосовувати під час вивчення окремих тем з шкільного курсу астрономії. Наведено з навчальної програми теми з астрономії, під час вивчення яких рекомендовано використання описаних інтернет-повідомлень про сучасні досягнення в астрономії.

Ключові слова. Астрономічні знання, навчання астрономії, астрономічні відкриття.

Астрономічні знання забезпечують формування в учнів наукової картини світу, сучасних уявлень про структуру Всесвіту та фізичні процеси, що відбуваються в ньому, а отже, є основою наукового світогляду. На основі астрономічних досліджень усвідомлюються принципи пізнання матерії й Всесвіту. Таким чином, розуміння основ астрономії як науки, ознайомлення з її основними досягненнями та напрямками розвитку є необхідними для кожної сучасної освіченої людини, особливо для учнів.

Інтенсивний розвиток науки загалом сприяє розвитку таких наук, як фізика, астрономія, хімія, біологія, а також й інших не менш важливих наук. Як наслідок, ми отримуємо нову інформацію, яку необхідно підносити до учнів. Підручники та навчальні посібники, які ми використовуємо у своїй роботі не можуть повноцінно нам це забезпечити, а електронні джерела навчальної інформації є здебільшого платними (*Mozaik*), тому таких потрібних для нас розробок на даний час практично немає.

Різні аспекти проблеми навчання астрономії у закладах середньої освіти та використання електронних ресурсів з метою оновлення методик її навчання висвітлені у працях таких науковців, як С.К. Всехсвятський, В.Г. Лозицький, К.І. Чурюмов, Я.С. Яцків, І.А. Климишин, М.Т. Мартинюк, О.І. Ляшенко, М.І. Шут, Л.Ю. Благодаренко, С.Г. Кузьменков, В.Д. Сиротюк, М.П. Пришляк, Н.О. Гладушина, Ю.Б. Мирошніченко, А.М. Казанцев, І.А. Ткаченко, І.П. Крячко, Т.В. Панченко, П.І. Попов, В.Ф. Заболотний, Н.А.

Мисліцька, Р.В. Куницький, Є.П. Левітан, Н.М. Гомуліна, В.В. Радзієвський, А.Ю. Румянцев, Ю.Г. Ярмак, Г.С. Яхно, І.М. Хейфец та ін.

У зв'язку з необхідністю поширення висновків нових наукових відкриттів учням ми пропонуємо як приклад деяку інформацію до певних тем під час вивчення астрономії. Зауважимо, що подання інформації може мати вигляд, як і короткого повідомлення - презентації, так і довгострокового проекту-відкриття разом із учнями. Приділяти увагу повідомленню можливо на уроці під час вивчення певної теми, а можна й розглядати під час проведення позакласних занять.

Метою статті є опис прикладів інтернет-повідомлень для підтримання зацікавленості учнів під час вивчення астрономії.

Вивчаючи теми: *"Небесна сфера. Рух світил на небесній сфері"* та *"Зорі. Еволюція зір"* у 11 класі за програмою рівня стандарту або за програмою профільного рівня 10-11 класів, теми: *"Зоряне небо"* та *"Утворення та еволюція зір"* [1] доцільним буде подання інформації у вигляді повідомлень на тему: ***"У космосі загадково зникли 100 зірок за 70 років"***, а також ***"Виявлена унікальна аномальна зірка"***

Перше повідомлення може містити таку інформацію. Міжнародна дослідницька група астрономів порівняла зоряні карти 1950-х років із картами, які були створені у наші дні. Вчені з'ясували, що близько 100 зірок, які були на старіших картах, вже відсутні на нових. Деякі астрономи вважають, що зникнення зірок можна пояснити такими природними явищами, як переродження у наднові, або ж поглинання їх чорними дірами. Також вони могли просто змінити своє положення і віддалитися від Землі. Проте деякі дослідники вважають, що таке пояснення не можна застосувати до усіх зірок, які зникли, адже жодна з них не проявляла ознак переродження у наднову або нейтронну зірку. Крім того, серед астрономів існує теорія, що зазначені зірки могли просто перейти у наступні етапи свого життєвого циклу, що можна буде дослідити у майбутньому[2].

До іншого повідомлення ми також підбрали інформацію, яка буде цікава учням. Давній космічний об'єкт повинен був колапсувати в наднову, але залишився цілим. Астрономи виявили аномальну зірку класу білий карлик за 150 світлових років від Землі. У знайденої зірки виявився типовий хімічний склад. Зазвичай у фотосфері білих карликів розташовується зовнішній шар водню з незначною домішкою гелію.

У знайдений зірці WDJ0551+4135 виявилася надмірна кількість вуглецю. Космічний об'єкт був знайдений за допомогою космічного телескопа Gaia. Його незвичайний склад привів вчених до висновку, що зірка утворилася при зіткненні двох звичайних білих карликів. В такому випадку зірки повинні були загинути у вигляді наднової. Крім того, WDJ0551+4135 обертається навколо центру Чумацького шляху швидше, ніж 99 відсотків інших відомих білих карликів. Це вказує на те, що він значно давніший. Передбачається, що зіткнення зірок, які сформували аномальний білий карлик, відбулося 1,3 мільярда років тому. При цьому до моменту злиття вони могли існувати вже багато мільярдів років [3].

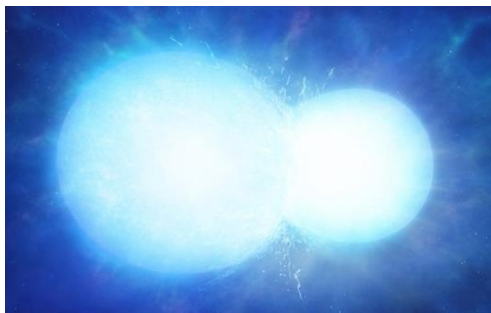


Рис.1.Зображення унікальної аномальної зірки

Під час вивчення теми: *"Наша планетна система"* у 11 класі за програмою рівня стандарту або за програмою профільного рівня 10-11 класів, тему: *"Планети Сонячної*

системи"[1] доцільним буде подання нової інформації у вигляді перегляду навчального відео на тему: "Якою буде Земля, коли висохнуть океани "[4].

Колишній працівник NASA Джеймс О'Доног'ю опублікував наукове анімаційне відео, яке показує Землю у процесі поступового висихання океанів. Після закінчення роботи в NASA науковець продовжив свої дослідження планети. Він оновив уже існуючу анімацію, яка була створена NASA ще у 2008 році.

Перегляд відео можна доповнити цікавою інформацією протеорію, що у давні часи люди подорожували цими шельфами, а після льодовикового періоду вода їх заблокувала. "Виявляється, що дно океану настільки ж мінливе, як і континенти," – сказав О'Доног'ю, також він додав, що зникнення океанів показало би не тільки дно океану, а й стародавню історію людства.

Наступне повідомлення пропонуємо на тему: **"Астрономи розкрили секрет Серця Плутона"**. На поверхні планети сформований рельєф у вигляді сердечка. Одна його частина відрізняється за забарвленням від іншої.

Астрономи розкрила таємницю Серця Плутона - геологічних структур на поверхні планети у формі серця. Малюнок розташовується в так званій Області Томбо. Вона є областю на поверхні планети у формі серця і заповнена кристалічним азотом та контролює вітри, що впливає на рельєф планети. Удень шар азотного льоду випаровується і змішується з окисом вуглецю і метаном, що складають атмосферу Плутона. Вночі газ знову перетворюється на рідину, а потім конденсується назад в лід. Такий цикл змушує газову оболонку планети рухатися в напрямку, протилежному обертанню навколо осі - на захід. Вітри, які утворюються під час даного процесу, переносять частинки льоду і формують темні смуги і рівнини. Астрономи зазначають, що подібної атмосфери більше немає в межах Сонячної системи, крім, можливо, супутника Нептуна - Тритона [5].



Рис.2.Зображення планети Плутон

Так, як учням досить цікавий розвиток відкриттів нових планет, то їм цікавим буде дане повідомлення на тему: **"Виявлена нова екзопланета розміром з Землю"**. Знайдена нова екзопланета, що нагадує Землю. Космічний об'єкт знаходиться всього в 66,5 світлових років від нашої планети. Астрономи виявили нову екзопланету в галактиці Чумацький Шлях. Їй дали номер GJ 1252 b. Планета, приблизно, удвічі більша і важча за Землю. Вона обертається навколо червоного карлика, що становить близько 40% від розміру і маси Сонця. GJ 1252 b обертається навколо зірки за 12,4 години і, можливо, примикає до точки, де одна сторона завжди повернена до зірки. Фахівці впевнені, що виявлення цієї екзопланети допоможе в подальшому вивченні кам'янистих планет у галактиці Чумацький Шлях і пошуку позаземного розуму [6].

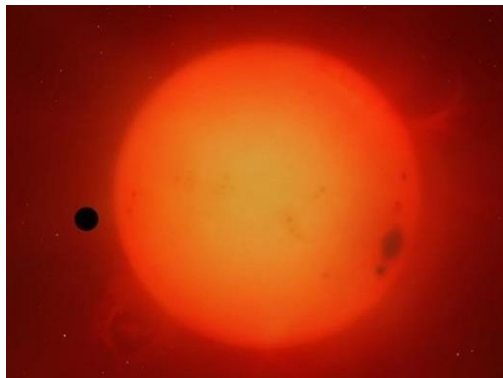


Рис.3. Зображення виявленої нової екзопланети

Вивчаючи теми: *"Наша галактика"* та *"Будова і еволюція Всесвіту"* у 11 класі за програмою рівня стандарту або за програмою профільного рівня 10—11 класів вивчаючи теми: *"Наша галактика"* та *"Галактики і Всесвіт"*^[1] можна подати нову цікаву інформацію у вигляді повідомлень на такі теми: ***"Зафіксовано найпотужніший спалах у Всесвіті"*** та ***"Астрономи зробили колоритне фото однієї з найбільших планетарних туманностей у Всесвіті"***.

Пропонуємо таку інформацію до першого повідомлення. Вибух біля надмасивної чорної діри є найпотужнішим із зафіксованих після Великого вибуху. Астрономи помітили потужний вибух у Всесвіті з часів Великого вибуху. Колосальний спалах енергії помітили біля надмасивної чорної діри в центрі галактики, що знаходиться на відстані 390 мільйонів світлових років від Землі. Вона розташована в скупченні Змієносця. Зафіксований викид енергії виявився настільки потужним, що зміг пробити величезну дірку в плазмі, що оточує скупчення. Відзначається, що в пролом, який утворився, могли б поміститися 15 галактик Чумацький Шлях. Докази утворення діри в плазмі внаслідок вибуху змогли довести, використавши прилади рентгенівської обсерваторії Chandra, XMM-Newton ЕКА, антенної решітки Murchison Widefield Array і радіотелескопа Giant Metrewave Radio Telescope. Пояснити причину такого потужного вибуху астрономи поки не можуть [7].

До другого повідомлення доцільним буде показ зображення та розповідь, яку ми пропонуємо. Даний знімок був зроблений за допомогою приладів Gemini Observatory. Газова хмара, znana як CVMP1, розташована за 6,5 тисяч світлових років від Землі в сузір'ї Циркуль. Туманність утворилася в результаті колапсу масивної зірки класу червоний гігант. Газ у туманності піддається впливу ультрафіолетового випромінювання від гарячого відкритого ядра вмираючої зірки, що змушує його світитися. Згідно зі спостереженнями, температура центральної зірки - 127,8 тисячі градусів за Цельсієм. Також туманність CVMP1 є однією з найбільших серед відомих планетарних туманностей [8].



Рис.4. Зображення планетарної туманності

Вивчаючи тему: *"Сонце — найближча зоря"* у 11 класі за програмою рівня стандарту або за програмою профільного рівня 10-11 класів вивчаючи тему: *"Сонце як зоря"*^[1] можна подати нову цікаву інформацію у вигляді повідомлення на таку тему: *"Зроблено найдетальніше фото поверхні Сонця"*.



Рис.5. Зображення Сонця

У Національному науковому фонді США показали найдетальніше фото сонячної поверхні. Про це [повідомляє](#) прес-служба фонду. Фото зробив Американський сонячний телескоп Daniel K. Inouye Solar Telescope. Зараз воно є найбільш детальним з раніше створених. На знімку чітко відображені об'єкти розміром до 30 кілометрів. Астрономи зазначають, що така чіткість зображення може дати важливі деталі для вчених. Так, більш детальне вивчення сонячної активності допоможе враховувати вплив магнітних вивержень на зірці на роботу наземних технологій [9].

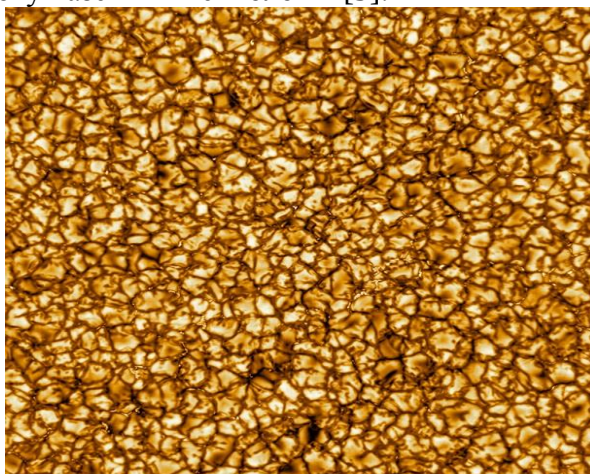


Рис.6. Детальне зображення поверхні Сонця

Маючи необхідність доносити учням нову інформацію стосовно відкриттів у різноманітних науках, вчителі повинні мати дидактичні матеріали з якими зможуть працювати на уроках з астрономії. Відповідно до вимог сьогодишнього навчання ми пропонуємо деякі матеріали для використання на уроках вчителями.

Список використаних джерел:

1. Астрономія. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/astronomiya-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-yaczkiva-yaya.pdf>.

2. У космосі загадково зникли 100 зірок за 70 років [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ua.korrespondent.net/tag/8393/>
3. Виявлена унікальна аномальна зірка [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ua.korrespondent.net/tech/space/4199829-vyjavlena-unikalna-anomalna-zirka>
4. Якою буде Земля, коли висохнуть океани [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://youtu.be/-uOwv_Krqk8
5. Астрономи розкрили секрет Серця Плутона [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ua.korrespondent.net/tech/space/4190364-astronomy-rozkryly-sekret-sertsia-plutona>
6. Виявлена нова екзопланета розміром з Землю [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/astronomi-viyavili-ekzoplanetu-rozmirom-iz-zemlyu-poryad-iz-sonyachnoyu-sistemoyu>
7. Зафіксовано найпотужніший спалах у Всесвіті [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ua.korrespondent.net/tech/space/4198560-zafiksovano-naipotuzhnishyi-spalakh-u-vsesviti>
8. Астрономи зробили колоритне фото однієї з найбільших планетарних туманностей у Всесвіті [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ua.korrespondent.net/tech/space/4198140-naibilshu-planetarnu-tumannist-pokazaly-na-foto>
9. Зроблено найдетальніше фото поверхні Сонця [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://maximum.fm/zrobleno-najdetalnishe-foto-poverhni-soncya-vrazhayuchi-kadri_n172977

DIDACTIC POSSIBILITIES OF INTERNET MESSAGE DURING THE STUDY OF ASTRONOMY

Daryna Semeniuk – 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

The article describes examples of Internet messages that can be used to study particular topics in a school astronomy course. The topics of astronomy are given in the syllabus, and in the course of this study it is recommended to use the described Internet messages about modern achievements in astronomy.

Key words: astronomical knowledge, astronomy teaching, astronomical discoveries.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ МЕТЕОРНИХ ПОТОКІВ У 2020 РОЦІ

Дарія Поліщук – студентка 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського
Вікторія Думенко – канд. техн. наук, доцент

У статті описано найцікавіші метеорні потоки, які можна спостерігати в Україні, представлено результати спостережень потоків Гемінід та Драконід у 2019 році; подано інструкцію до організації астрономічних спостережень метеорних потоків та описано інтерактивні додатки.

Ключові слова: метеорний потік, радіант, зоряна величина, інтерактивний додаток.

Одним із найцікавіших напрямків любительської спостережної астрономії є спостереження метеорних потоків. Особливість таких спостережень полягає у тому, що результати любительських спостережень неозброєним оком можуть мати цінність для науки. Але для того, щоб спостереження, крім задоволення, містили ще й корисні результати необхідно врахувати ряд чинників. У роботі пропонується інструкція для

спостережень метеорних потоків у 2020 році. Вона може бути корисною для організації наукової роботи учнів при вивченні астрономії.

Метеорний потік - природне явище, під час якого на нічному небі можна побачити численні метеори, що летять ніби з однієї точки на небосхилі. Здебільшого, це явище є періодичним, триває від декількох днів до декількох тижнів і спостерігається щороку приблизно в один і той же час.

Першопричиною метеорних потоків є комети, що обертаються навколо Сонця. Уламки комети формують метеорний рій уздовж її орбіти. Метеорний потік спостерігається в разі перетину Землею метеорного рою на орбіті комети. Метеори в потоці летять практично паралельними шляхами, але внаслідок ефекту перспективи здається, начебто вони вилітають з однієї невеликої ділянки неба, яку називають площею радіації. Якщо траєкторії метеорів подовжити у зворотний бік, вони перетинаються поблизу однієї уявної точки, яку називають радіантом метеорного потоку [1].

Більшість метеорів, які можна побачити під час метеорного потоку, спричинені уламками комети завбільшки з піщинку, тому випадки досягнення метеоритами землі під час метеорних потоків є надзвичайно рідкісними.

Метеорні потоки, здебільшого, називають за сузір'ями, в яких розташовано їх радіанти (уявна точка, з якої вилітають метеори). Наприклад, Персеїди — сузір'я Персея, Леоніди — сузір'я Лева. Якщо в сузір'ї розташовано кілька радіантів, то потоки називають за найближчою яскравою зорею, наприклад, Ета-Аквариди; якщо поряд із зорею наявні декілька метеорних потоків, то їх називають ще за сторонами світу, наприклад, Південні дельта-Аквариди та Північні дельта-Аквариди.

У разі зустрічі Землі з особливо щільним метеорним роєм трапляються короткочасні метеорні дощі (метеорні зливи), під час яких кількість метеорів значно збільшується. Наприклад, метеорний дощ Леонідів 16 грудня 1966 року був настільки рясним, що годинна кількість метеорів сягала 70 тисяч.

У ніч проти 9 жовтня 2019 року у північній півкулі можна було спостерігати пік метеорного потоку Драконіди, який має також назву – жовтневий зоряний дощ. У цей час Земля проходить крізь хвіст уламків комети Джакобіні-Ціннера, що провокує космічне явище. Погода цієї ночі була безхмарною, в небі можна було спостерігати десятки яскравих спалахів. Метеорний потік отримав таку назву через те, що наближається до Землі з боку сузір'я Дракона. Він складається з дрібних частинок, що відкололися від комети Джакобіні-Ціннера, яка була відкрита більш як 100 років тому. Метеори, розлітаючись з великою швидкістю – близько 20 км/с – набувають яскраво-жовтого, іноді червоного відтінку [1,2].

Як інформує National Geographic, найпотужніший викид «зоряного пилу» – до кількох тисяч метеорів на годину — спостерігався у 1933 і 1946 роках.

Було зафіксовано 13 метеорів за годину.

З 7 по 17 грудня Земля щорічно проходить через метеорний рій, одного з самих рясних метеорних потоків - Гемініди, відкритого в 1862 р. Минулого року максимум метеорного потоку 14 грудня припав практично на першу чверть Місяця (13 грудня), так що Місяць до моменту максимуму, близько 2 години ночі, вже зайшла і дозволила побачити його у всій красі.

В умовах міста та мінімальної засвічення найбільшу кількість Гемінід може становити близько 30 метеорів на годину або один метеор кожні дві хвилини, за містом - до 70 метеорів на годину або один метеор приблизно кожну хвилину! У 1983 р. був відкритий астероїд Фаєтон і вченим вдалося динамічно зв'язати орбіту цього астероїда і метеорного потоку, тому зараз астероїд називають «батьківським» тілом Гемінід. Швидкість метеорних тіл Гемінід - близько 35 км в секунду.

Всі метеорні тіла згорають повністю в атмосфері на висотах 80-120 км, іноді їх в просторіччі називають «падаючими зірками». Зазвичай «батьківськими» тілами метеорних потоків є комети, які в наслідок свого періодичного повернення до Сонця і нагріву розпалися на дуже малі тіла, утворилося слабо пов'язане скупчення тіл та з часом заповнило первісну орбіту комети. Таким чином, Земля у своєму щорічному зверненні близько Сонця перетинає старі кометні орбіти, заповнені дрібними тілами, або метеорні рої.



Рис. 1. Спостереження метеорного потоку Драконіди 9 жовтня 2019.

Проходження Землі через метеорний рій не представляє ніякої загрози для Землі, оскільки всі дрібні тіла розміром менше десятка метрів повністю згорають в атмосфері, що і дає можливість нам милуватися цим красивим природним явищем [1,2].

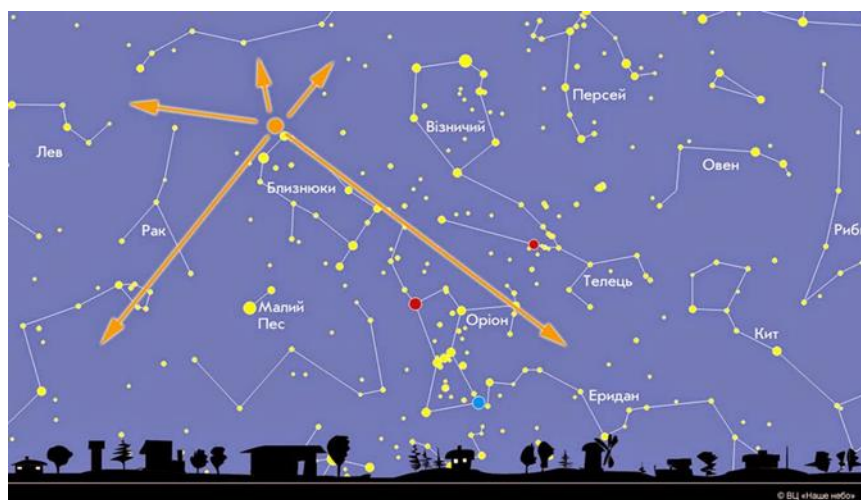




Рис. 2. Метеорний потік Гемініди 14 грудня 2019 року

Умови видимості метеорних потоків у 2020 році [3]

Потік	Максимум	ZHR	Фаза Місяця	Примітки
Ліриди	22 квітня	18		Пік в 22. 00
η-Аквариди	6 травня	50		Пік вранці
Персеїди	12 серпня	110		Максимум очікується 12 серпня з 13 до 16 год
Драконіди	8 жовтня	10+		Дуже повільні червонуваті метеори

Оріоніди	21 жовтня	20+		Швидкі метеори зі слідами
Північні Тауриди	12 листопада	5		Багато болідів
Леоніди	17 листопада	20		Спостерігається на ранковому небі
Гемініди	14 грудня	150		

Розглянемо найпотужніші потоки у 2020 році.

Ліриди (19 - 25 квітня)

Квітневий метеорний потік, радіант якого знаходиться в сузір'ї Ліри. Перша згадка про цей метеорний потік датується 687 роком до нашої ери й знайдена в короткій хроніці стародавнього Китаю.

Метеори цього потоку – частинки комети *C/1861 G1 (Thatcher)*. **Максимум потоку - 22квітня.** В деякі роки частота потоку була дуже високою - наприклад в 1982 р. число метеорів складало 90 в годину. Потік також відомий завдяки високій швидкості метеорів (може сягати 49 км/с) та цікавим “слідам” котрі вони лишають.

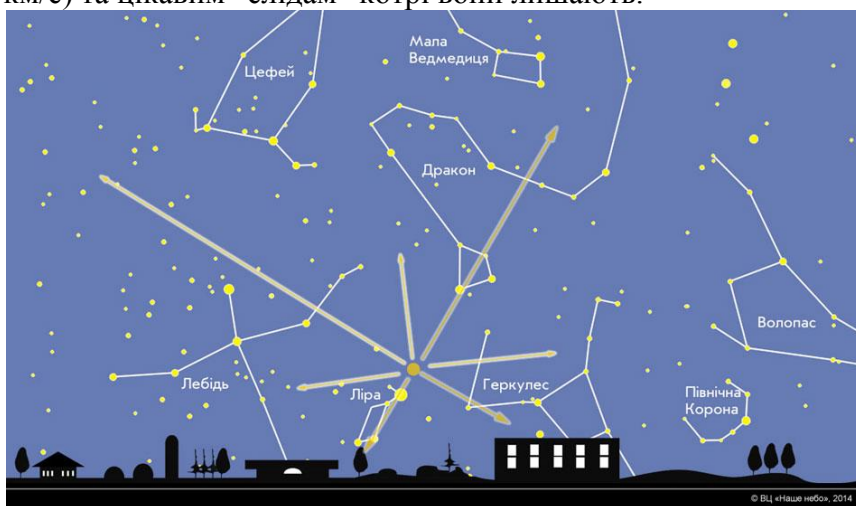


Рис. 3. Радіант метеорного потоку Лірид

Ета-Аквариди (19 квітня - 28 травня).

Потік, породжений відомою кометою *Галлея*. Радіант цього потоку знаходиться в сузір'ї Водолія, біля зірки ета Водолія, тому і має таку назву. Максимум потоку припадає на 6 травня, а кількість метеорів - близько 70 за годину. Аквариди вважаються доволі активним потоком, але для жителів Північної півкулі існують обмеження — радіант видимий лише за декілька годин до сходу Сонця.

Леоніди (15 - 20 листопада)

Потужний метеорний потік, породжений кометою *Темпеля- Таттла*. Названий в честь сузір'я Лева, в якому знаходиться радіант.

Відомий своїми потужними метеорними дощами. Доречі, вважаються **найсильнішим регулярним метеорним потоком** тому, що раз на 33 роки (пов'язано із орбітальним періодом комети Темпеля-Таттла) спостерігаються надзвичайно ясні метеорні дощі, які утворюють справді видовище у небі. Кількість метеорів може сягати 1000 на годину!

Максимум потоку - 18 листопада. Для потоку характерні білувати швидкі метеори (швидкість - близько 71 км/год). Потік згадується в описах древніх часів та в різноманітних пророцтвах та легендах.

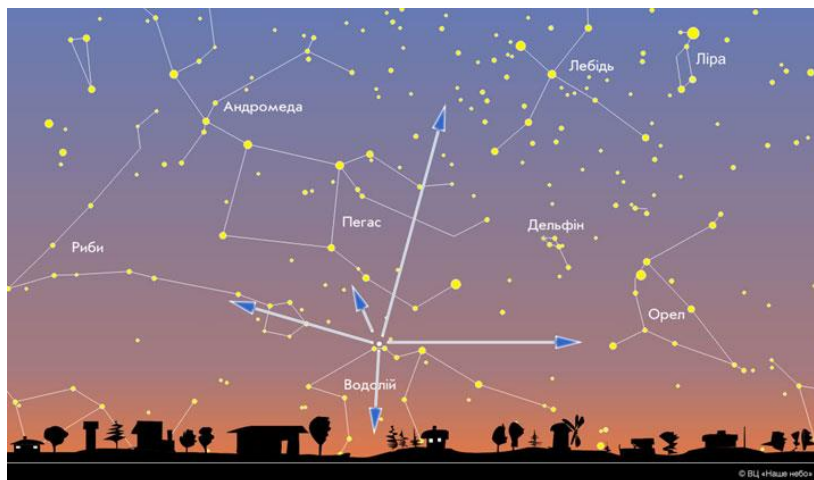


Рис.4. Радіант метеорного потоку *Ета-Акварид*

Персеїди – один з найяскравіших метеорних дощів, відбувається щорічно, коли Земля проходить через хвіст комети Свіфта-Туттля. Сама ж комета наближається до Землі лише раз на 133 роки. У 1992 році, земляни могли її побачити, в наступний раз така можливість буде в 2126 році. Метеорний дощ можна спостерігати у сузір'я Персея. Максимум очікується 12 серпня [2].

При любительських спостереженнях радіантов метеорних потоків практичне значення мають два завдання: перевірка і підтвердження кометних радіантів, обчислених теоретично, і визначення положення і переміщення радіантів слабких, мало вивчених метеорних потоків.

Інструкція для проведення спостережень метеорних потоків

1. Для планування спостережень враховують ZHR (зенітне годинне число) яке є мірою активності метеорного потоку і визначається кількістю метеорів, яку може підрахувати спостерігач за годину при сприятливих умовах спостереження з радіантом в зеніті. Необхідно пам'ятати, що радіант повинен знаходитися на розумній висоті протягом всього періоду спостережень. На видимість впливають такі фактори:

✓ Сонце повинно знаходитися під горизонтом, причому нище ніж 12° .

✓ Підсвітка Місяцем сильно залежить від його фази. Ефектом засвічення можна знехтувати приблизно 5 днів до і 5 днів після нового Місяця. Повний Місяць зменшує кількість видимих метеорів приблизно в 10 (!) раз.

2. При проведенні спостережень необхідно зазначити такі дані:

✓ Дату, час спостереження за всесвітнім часом;

✓ Географічні координати місця спостереження;

3. При фіксуванні метеора зазначають:

✓ Час його появи;

✓ Напрямок руху по відношенню до зір. Мисленно відзначити на небі ті точки, де метеор спалахнув і згас. Для цього можна скористатися лінійкою. Тримавши лінійку в руці, потрібно підняти її над головою і розмістити таким чином, щоб одна із її довгих сторін співпала з напрямком метеора. Точки потрібно нанести на карту, а потім, приклавши лінійку, з'єднати прямою лінією. Потрібно позначити стрілкою напрямок руху метеора, а поряд написати порядковий номер. Під таким же номером має бути записаний час його появи.

✓ Максимальна зоряна величина визначається шляхом порівняння метеора з яскравістю відомих зір, які варто згадати при підготовці до спостережень.

✓ Швидкість, оцінюють візуально за наступною шкалою: швидкий - 6, середньої швидкості - 4, повільний - 2, нерухомий або стаціонарний - 0 [4,5].

При проведенні спостережень можна скористатися інтерактивними додатками. Star Walk 2 - Night Sky Guide додаток, який дає можливість дізнатись інформацію про зорі піднявши телефон до неба, при цьому на екрані відразу будуть відображені точні координати об'єкта і сузір'я, в склад якого він входить.

STAR WALK 2 - NIGHT SKY GUIDE

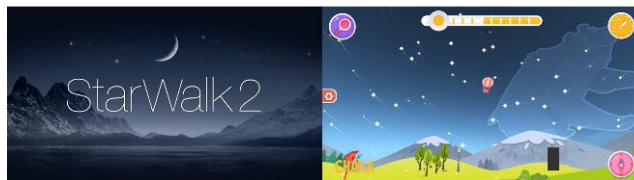


Рис. 5. Інтерактивний додаток Star Walk 2 - Night Sky Guide

Star Chart – це віртуальний планетарій на екрані смартфона, дає можливість обчислити в реальному часі місцеположення кожної видимої з Землі зорі або планети.

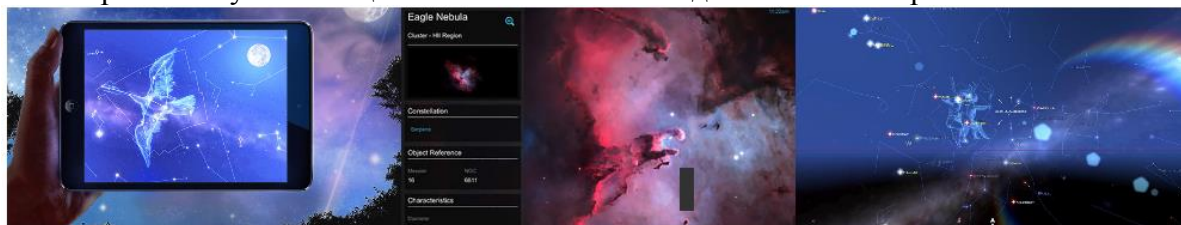


Рис. 6. Інтерактивний додаток Star Chart

Правильно організовані спостереження метеорних потоків можуть бути важливою складовою науково-дослідної роботи учнів, студентів, а також всіх, хто цікавиться і захоплюється астрономією. Крім того, отримані результати спостережень можуть мати наукову цінність. Бажаємо цікавих спостережень і відкриттів!

Список використаних джерел:

1. Метеорні потоки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/zoryanypotoky/>
2. Метеорні потоки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.streetastronomy.com.ua/tag/meteorni-potoky>
3. Метеорні потоки в 2020 році: дати максимумів і умови спостережень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://skygazer.ru/meteornye-potoki-v-2020-godu-daty-maksimumov-i-usloviya-nablyudenij/>
4. Метеорні потоки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://astronom-us.ru/>
5. Візуальні спостереження великих метеорних потоків. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infinity.belastro.net/projects/visual/meteors/small>

OBSERVATIONS OF METEOR SHOWERS IN 2020

Dariya Polishchuk – 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky
Viktoriya Dumenko – PhD, Associate Professor

The article describes the most interesting meteorological streams that can be observed in Ukraine, presents the results of observations of the gemindes and Dracorid streams in 2019; It

provides instructions for organizing astronomical observations of meteorological streams and describes interactive applications.

Key words: Meteor shower, radiant, magnitude, interactive app.

МЕРКУРІЙ: ВІДКРИТТЯ, ВИВЧЕННЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Анна Бояновська – учениця 10 класу НВК №30, гуртківець ОЦТТУМ

В роботі йдеться про найменшу та найшвидшу планету в Сонячній системі - Меркурій. Описано дослідження проведені космічними посланцями до нього. Спостереження проходження Меркурія перед диском Сонця 11 листопада 2019 року та аналіз його транзитів у XXI столітті.

Ключові слова: Меркурій, спостереження, дослідження, елонгація, диск Сонця.



Меркурій - обпалена Сонцем планета

Один оберт навколо світила він робить за 88 земних діб. Відстань найближчої до Сонця планети змінюється: в перигелії 46 млн. км, в афелії 70 млн. км. Період обертання Меркурія навколо своєї осі — 59 діб. За один оберт навколо Сонця він робить 1,5 оберти навколо своєї осі. Відстань Меркурія від Землі змінюється від 82 до 217 млн. км [1].



Рис. 1. Меркурій

Сонячна меркуріанська доба триває 3 роки. Добовий перепад температур на ньому рекордний - денна сторона розжарюється до +467°C, а нічна охолоджується до -183°C. За температурою поверхні Меркурій поступається лише Венері. Атмосфера Меркурія — надзвичайно розріджена, головним її джерелом є сонячний вітер.

5 лютого 2008 р. астрономи з Бостонського університету відкрили у Меркурія кометоподібний хвіст довжиною понад 2,5 млн. км [2].

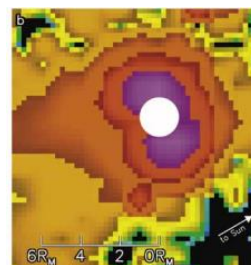


Рис. 2. Зображення натрієвого хвоста Меркурія з телескопа обсерваторії Макдональд

Актуальність дослідження кометоподібного хвоста Меркурія: 1) вивчення екзосфери планети; 2) з'ясування взаємозв'язку цієї газоподібної оболонки з міжпланетним середовищем, Сонцем та міжпланетним пилом.

Походження назви Меркурія



Планету древніми римлянами названо на честь швидкого бога торгівлі Меркурія, за те, що рухається вона по небу найшвидше.

Давньослов'янська назва «Добропан» згадується в середньовічному словнику «Mater Verborum». У давньоруському Ізборнику Святослава його називали «Єрмис» [3].

Рис.3. Прудконогий бог Меркурій

Транзити Меркурія

Проходження Меркурія перед диском Сонця - астрономічний транзит, при якому Меркурій проходить точно між Сонцем і Землею.

Це явище відбувається в середньому — 13 разів на століття, в травні або в листопаді. Травневі транзити мають періоди 13 років або 33 роки, листопадові — 7 потім 13, або 33 роки, зазвичай тривають по 5 годин [4].

Висновок: 1) ми можемо спостерігати транзити Меркурія тільки тоді, коли планета перетинає орбіту Землі, а нахил орбіти до площини екліптики Землі складає кут в 7° ;
2) в моменти нижнього сполучення, тобто нижнього протистояння, ми не бачимо Меркурій на тлі диску Сонця, бо до нас повернута його нічна сторона;
3) у верхніх сполученнях планету не видно, між нею і Землею знаходиться Сонце;
4) взагалі Меркурій на небі Землі можна спостерігати коли він в елонгації – відхиленні від Сонця від 18° до 28° .

Значення транзитів для дослідження космосу

Проходячи перед диском Сонця, Меркурій блокує крихітну частинку сонячного світла та спричиняє невелике зниження яскравості зірки. Явище транзитів використовують для пошуку екзопланет. Подібно до вивчення екзосфери Меркурія, вивчають атмосфери екзопланет. Спостерігаючи спектри – вивчаємо міру інтенсивності світла і довжину хвиль – які проходять через атмосферу екзопланет.

В результаті розуміємо їх еволюцію і склад атмосфери, а також вплив вітрів і магнітних полів материнської зорі [5].

Проходження Меркурія перед диском Сонця у XXI століті

7 травня 2003 р. відбулося перше з 14 проходжень Меркурія перед диском Сонця XXI століття. Проходження тривало більше п'яти годин. 23 зафіксованих дослідниками знімки були отримані з проміжком приблизно 15 хвилин. Близько центру і на правому краю видно сонячні плями [6].

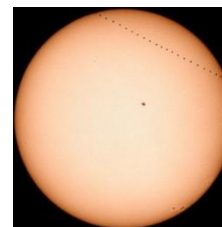
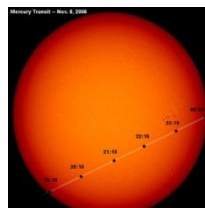


Рис. 4. Транзит Меркурія 07. 05. 2003 року



Проходження Меркурія перед диском Сонця 08. 11. 2006 р. друге в XXI столітті. Спостерігали Меркурій трохи нижче екватора в лівій частині диску Сонця. Сонячні плями видно на екваторі в правій частині сонячного диску [7].

Рис. 5. Транзит 08. 11. 2006 року

Проходження Меркурія перед диском Сонця 09. 05. 2016 року.

В цей день швидка планета вступила в нижнє з'єднання з Сонцем. Весною планета знаходиться в афелії, і рухається найповільніше, тому Меркурій спостерігали перед диском Сонця довше порівняно з листопадowymi транзитами. Він тривав 7,5 годин. Наступний такий транзит буде у 2049 році [8].

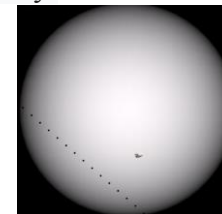
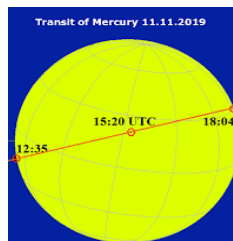


Рис. 6. Транзит Меркурія 09. 05. 2016 року



Я з друзями - астрономами Вінницького ОЦТТУМ спостерігала проходження Меркурія перед диском Сонця 11. 11. 2019 р. Це був четвертий його транзит у XXI ст. Меркурій у 300 разів менший за Сонце, тому відшукати його на диску Сонця було не просто. Він пройшов дуже близько до центра Сонця, це сприяло спостереженням і було справжнім святом для астрономів.

Рис. 7. Транзит Меркурія 11. 11. 2019 року

За допомогою програми Stellarium я визначила точний час видимості Меркурія у Вінниці. І контакт - планета з'явилася на краю диску Сонця у Вінниці о 13:45 за київським часом. II - через 2 хвилини планета повністю опинилася на диску Сонця. Закінчився транзит о 20:03. Сонце вже було під горизонтом, тому закінчення транзиту не було видно.

Для спостережень я використовувала телескоп з спеціальним світوفільтром:

1) впіймавши Сонце на приціл телескопа, налаштовувала чіткість зображення та спостерігала транзит; 2) щоб зробити фото я проектувала отримане зображення на екран. Так Меркурій було краще спостерігати та зручніше фотографувати. Планета виглядала як невелика чорна цятка, яка повільно рухалася перед диском зірки.

Проаналізувавши минулі та майбутні проходження Меркурія перед диском Сонця можна зробити висновок: травневі проходження Меркурія сприятливіші для спостережень: 1) тривають довше, 2) видимі чіткіше, 3) травневий світловий день довший за листопадовий, тому можна у наших північних широтах спостерігати весь транзит, а листопадовий – частково. Сприятливі для спостережень проходження Меркурія трапляються в 2 рази рідше несприятливих.

Висновок: спостереження проходження Меркурія перед диском Сонця дозволяє уточнити орбіту планети, її кутові діаметри, розміри та будову атмосфери. Сприяє кращому розумінню геометрії Сонячної системи.

Проходження Меркурія перед диском Сонця можливі з 6 по 14 листопада і з 6 по 10 травня. Якщо проходження Меркурія припадає на 10 листопада або 8 травня планета перетинає сонячний диск точно по діаметру. Наприклад, таким буде проходження 10 травня 2062 року.

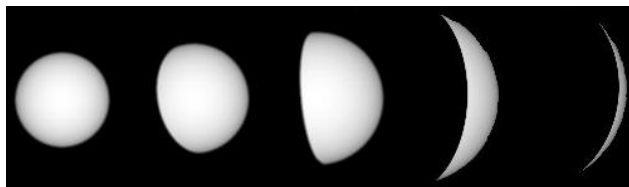
Коли проходження відбувається у сусідні дати, тоді шлях планети - хорда. Наприклад, проходження 07. 05. 2003 року. Приблизний час проходження планети перед диском Сонця можна визначити за періодичністю з якою повторюються ці небесні явища. Так як планета жодного разу за історію спостережень не перетинала диск Сонця по діаметру, то знімка цього унікального явища не існує. Але, проаналізувавши світлини минулих проходжень, роблю висновок: проходження Меркурія 11. 11. 2019 року було максимально наближене до діаметра світила.

Елонгації Меркурія

Меркурій складний об'єкт для спостережень. Його орбіта проходить занадто близько до Сонця, від якого він відхиляється на кут від 18° до 28° . Видима зоряна величина Меркурія коли змінюється від $-1,9^m$ до 5^m .

Широта Вінниці $49^{\circ}14'$, у східній елонгації – Меркурій можна бачити не довго на заході, трохи вище горизонту, одразу після заходу Сонця. У західній елонгації - його видно у східній частині неба, дуже низько над горизонтом, перед сходом Сонця.

Рис. 8. Фази Меркурія



У середніх широтах Меркурій спостерігають тільки в період максимального віддалення від Сонця; у високих - тільки під час затемнень Сонця.

Меркурій - для земного спостерігача змінює свої фази подібно до фаз Місяця.

Найкраще спостерігати за фазами, коли Меркурій перебуває в західній елонгації і з'являється в ранкових сутінках.

Існує легенда, ніби Микола Коперник за усе своє життя жодного разу не бачив Меркурій, який постійно ховається в променях Сонця. Однак, Коперник писав: "... все-таки можна зловити і його, якщо тільки взятися за це з дещо більшою хитрістю". З цих слів можна зробити висновок, що Коперник все ж таки спостерігав Меркурій [9].

Історія дослідження Меркурія

1610 року Галілео Галілей першим побачив Меркурій у телескоп. Вісь Меркурія поступово повертається у бік орбітального руху. Відбувається «прецесія перигелію», вона складає близько 43" за 100 земних років. У 1859 році Урбен Левер'є повідомив про прецесію перигелію Меркурія. Левер'є припустив, що існує планета або пояс невеликих астероїдів, які мають збурювальний вплив на Меркурій.



Рис. 9. Левер'є Урбен

Вулканоїди — це до недавнього часу гіпотетичні астероїди, яких безуспішно шукали астрономи XIX століття, в тому числі і Урбен Левер'є. Цей ефект пояснюється загальною теорією відносності, а значить, гіпотеза про існування Вулкана не має підстав [10]. Астрономи з Каліфорнійського технологічного інституту 4 січня 2019 р. виявили астероїд - 2019 AQ3, його діаметр майже 1,6 км. Один оберт навколо Сонця робить за 164 дні, а Меркурій - за 176 днів. Астероїд належить до сімейства Атірі, в якому відомо 19 подібних об'єктів. Вважають, що астероїд 2016 ХК24, який обертається з періодом в 161 день, може бути ще ближчим до Сонця ніж Меркурій [11].

Я вважаю: що повільна прецесія перигелію Меркурія збурюється астероїдами Атірі, яких раніше називали Вулканоїдами. Можливо ці астероїди є залишками планети з якою колись зіштовхнувся Меркурій.

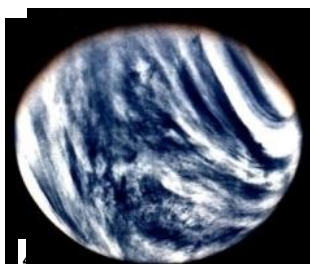
Космічні дослідження Меркурія

«Марінер-10» — перша американська автоматична міжпланетна станція, що досліджувала Меркурій, запущена 3 листопада 1973 р. ракетою-носієм Атлас-Центавр.

«Марінер-10» використав силу гравітації Венери, зігнув траєкторію польоту і опустив перигелій станції до рівня орбіти Меркурія.



Рис. 10. «Марінер-10»



«Марінер-10» пройшов повз Венеру 5 лютого 1974 року. Місія розкрила склад атмосфери Венери.

«Марінер-10» тричі пролетів біля Меркурія:

1. 29 березня 1974 р.(на відстані 703 км)
2. 21 вересня 1974р.(480 км)
3. 16 березня 1975 р. (327 км).

Рис. 11. Венера в справжніх кольорах, знімок «Марінер-10»

Рухи небесних тіл пов'язані резонансами, саме тому апарат тричі бачив одну й ту ж сторону планети.

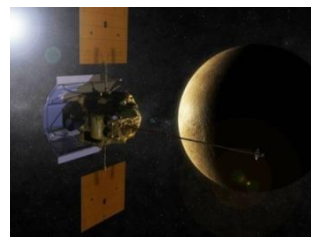
Завдяки дослідженням було: складено карту 40-45% поверхні планети; встановлено дані температури на Меркурії; передано на Землю 4000 чорно-білих знімків; виявлена доволі розріджена оболонка ізогелію; виміряне магнітне поле планети; виявлено велике багате залізом ядро.

Поверхня Меркурія сильно кратерована і схожа на місячну. Але відрізняється від неї низькою відбивною здатністю - альбедо Меркурія становить 0,056, а Місяця - 0,12. 24 березня 1975 року закінчились ресурси «Марінера-10» і він вийшов на іншу орбіту навколо Сонця [12].

«Мессенджер» — друга американська автоматична міжпланетна станція запущена 3 серпня 2004 р. ракетою-носієм «Дельта ІІ».

«Мессенджер» тричі наближався до Меркурія, як його штучний супутник: 14 січня, 6 жовтня 2008 р. та 30 вересня 2009 року.

Рис. 12. «Месенджер» на орбіті Меркурія



Місія показала: не вивчена поверхня планети менш поцяткована кратерами; в її екзосфері наявна вода; в кратерах поблизу полюсів існує вічний лід. Детальні знімки зубчастих урвищ довели, що планета стискалася при формуванні; досліджено магнітосферу планети, проте її природу так і не було встановлено.

В глибоких кратерах північного та південного полюсів наявний вічний лід. Це тому, що сонячне світло в них не проникає. Його загальну масу оцінюють у 10^{10} — 10^{12} тон [1].

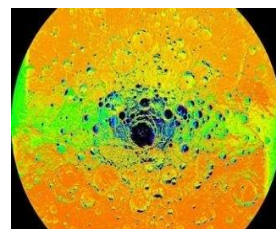


Рис. 13. Розфарбована фотографія південного полюсу Меркурія



30 квітня 2015 р. «Мессенджер» вичерпав запаси палива і завершив свою роботу.

На швидкості 3,91 км/с заплановано впади на поверхню Меркурія, від удару в північній півкулі планети утворився кратер діаметром приблизно 16 метрів. «Месенджер» 6,5 років летів до Меркурія подолавши відстань 7,9 млрд км [13].

Рис. 14. Меркурій

Місія "БепіКоломбо" стартувала до Меркурія 20 жовтня 2018 року.

«БепіКоломбо» - спільна автоматична місія Європейського (ЕКА) та Японського (JAXA) космічних агентств по дослідженню Меркурія. Названа на честь італійського математика та інженера Джузеппе Коломбо (1920-1984 роки).

Він розробив теорію гравітаційного маневру для польотів всіх космічних апаратів, що дозволяє прокладати потрібний маршрут за рахунок тяжіння інших небесних тіл.

«Бепі Коломбо» складається з двох орбіталей. Mercury Transfer Module — рухова установка, сконструйована ЄКА доставить до Меркурія два орбітальні апарати, і технічно їх підтримає під час подорожі.

Mercury Planetary Orbiter (МРО) - побудований ЄКА. Вага 1150 кг, містить 11 наукових інструментів для дослідження Меркурія.

Рис. 15. ММО та МРО



Mercury Magnetospheric Orbiter (ММО) — побудований JAXA. Оснащений чотирма провідними антенами (по 15 м) для вимірювання електричного поля та радіохвиль і двома щоглами (по 5 м) для вимірювання магнітного поля.

Завдання місії: вивчити склад поверхні Меркурія і навколишнього його простору; оцінити геологічну історію розвитку планети; вивчити хімічний склад поверхні і її внутрішню структуру; проаналізувати походження магнітного поля і досліджувати його взаємодію з сонячним вітром; дослідити водяний лід в полярних областях. Станція подорожуватиме до Меркурія 7,2 роки [14].

Космічні подорожі до Меркурія є екстремальними для космічних кораблів та важкими у проектуванні польотів, тому лише два космічних апарати побували на орбіті Меркурія, третій зараз у польоті до цілі.

Вивчення Меркурія сприяє пізнанню процесу формування Сонячної системи та Землі, глибшому розумінню процесів взаємодії нашої планети з Сонцем.

Авторські спостереження, аналіз і систематизація досліджень лягли в основу моєї статті. Вона може бути використана на уроках астрономії та на заняттях астрономічного гуртка. Вважаю, що хоч спостерігати за Меркурієм не так вже й просто, але цікаво та пізнавально. Вивчення та спостереження Меркурія значно збагатить ваші астрономічні знання та вміння, додасть наснаги та бажання продовжувати спостерігати цікаві об'єкти зоряного неба.

Список використаних джерел:

1. Меркурій (планета). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Меркурій_\(планета\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Меркурій_(планета))
2. Атмосфера Меркурія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Атмосфера_Меркурія
3. Меркурій. Назва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Меркурій_\(планета\)#Назва](https://uk.wikipedia.org/wiki/Меркурій_(планета)#Назва)
4. Проходження Меркурія перед диском Сонця. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Проходження_Меркурія_по_диску_Сонця
5. Транзит Меркурія, 2006-11-08 2. Вікісховище. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/tranzit-merkuriya-ce-yavishe-vidbuvayetsya-tilki-1/>
6. Проходження Меркурія по диску Сонця. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1190060>
7. Транзит Меркурія, 2006-11-08 2. Вікісховище. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transit_of_Mercury,_2006-11-08_2.jpg
8. Проходження Меркурія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1361995>
9. Сонячна система. Спостереження Земної групи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://aerospace.klasna.com/uk/site/sonyachna-sistema-sposter.html>
10. Зсув перигелію Меркурія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зсув_перигелію_Меркурія
11. Астрономи знайшли рекордно близький до Сонця астероїд. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://day.kyiv.ua/uk/news/100219-astronomy-znayshly-rekordno-blyzkyy-do-soncy-a-asterovid>
12. Марінер-10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Марінер-10>
13. Messenger. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/MESSENGER>
14. BepiColombo. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/BepiColombo>

MERCURY: RESEARCH, STUDY, OBSERVATION

Anna Boyanovska – student of 10 grade, School-gymnasium №30, RCTCSY

This work is dedicated to the observation of the sun-burned planet, the passage of Mercury before the Sun's disk in general, and my observations of this phenomenon on November 11, 2019. Aspects of this phenomenon and its importance for exoplanet discovery and exploration are analyzed.

Key words: Mercury, observation, research, elongation, disk of the Sun.

ОСНОВНІ ЧАСОВІ КОНЦЕПЦІЇ АСТРОНОМІЇ

Аліна Данилевич – студентка 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М.Коцюбинського
Анастасія Ковтун – студентка 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М.Коцюбинського

У статті подається огляд розвитку уявлень про час. Причини виникнення часу і способи його визначення. Дослідження астрономічних періодів та визначення доби за допомогою допоміжних точок. Також розповідається про системи розрахунку зоряного часу та зв'язок з середнім сонячним часом.

Ключові слова: зоряний час, зоряна доба, верхня і нижня кульмінація, справжній сонячний час, середнє сонце, середній сонячний час, середня сонячна доба, рівняння часу.

“Ми всі використовуємо час, але ніхто не знає, котра година”, - сказав доктор-астрофізик Станіслав Байтлік під час лекції.

Концепція часу давно турбує людство. І стурбований Геракліт писав, що ви не можете увійти в одну і ту ж річку двічі. Фізичні процеси беруть свій початок в минулому і знаходять своє завершення в майбутньому. Тобто в тих сферах, які не існують тут і зараз. “Якщо фізичні процеси відбуваються в чомусь, що не існує, і закінчуються чимось, що не існує, чи відбуваються вони взагалі?” - Станіслав Байтлік висловив ці побоювання.

Люди почали вимірювати час задовго до перших уявлень про те, що Земля обертається навколо Сонця. Проте переміщення об'єктів, що мали місце на зоряному небі, перебували під пильним оком спостерігачів багатьох давніх культур.

Стародавні єгиптяни винайшли сонячні годинники та пісочний годинник. На рубежі тринадцятого і чотирнадцятого століть були побудовані перші механічні годинники, але годинники на руку - це лише винахід 16 століття. У той час були створені перші кишенькові годинники, але вони не стали популярними лише в XIX столітті. На рубежі XIX-го і XX-го століть з'явилися перші кварцові годинники. Вони використовують п'єзоелектрику для вимірювання часу. Електрична напруга, прикладена до бічних стінок кварцового кристала, викликає його вібрації, які підраховуються системою годинника. Таке вимірювання набагато точніше, ніж у випадку з механічними таймерами. Атомні годинники з'явилися у другій половині XX століття, вони вимірюють час, використовуючи коливання атома, і досягають точності 10^{-7} секунд на рік.

Що таке час? Ньютон вважав, що простір і час незалежні від матерії. Кант вважав, що час і простір - це апіорні категорії для вираження досвіду, якому ми піддаємось. Шопенгауер зауважив, що час дозволяє впорядкувати послідовності подій, щоб вони не відбувалися одночасно. Як зауважив Станіслав Байтлік, усі ці концепції припускали, що час абсолютний і тече однаково для всіх. Лише в 1905 році Ейнштейн показав, що час і простір залежать від спостерігача. Ці відмінності в повсякденному житті майже непомітні, але для предметів, які рухаються з близькою швидкістю світла, вони величезні.

У 1916 році Ейнштейн опублікував працю, за її словами, темп годинника залежить не тільки від його руху, але і від гравітаційного поля, що впливає на нього. Годинник на рівні моря ходить повільніше, ніж на вершині високої гори, тому що вплив гравітаційного поля нижче. Точність атомних годин настільки велика, що коли їх підняти на 15 сантиметрів вгору, вони починають швидше ходити.

Описані вище часові властивості використовуються в роботі системи GPS. Близько 30 штучних супутників орбіти з атомними годинниками на борту. Вимірюючи різниці в надходженні сигналів від різних супутників, пристрій, що приймає сигнал, здатний визначити його місцезнаходження. Оскільки супутники, що обертаються навколо еліпса, необхідно враховувати відмінності у швидкості ходіння годин, що виникають із загальної теорії відносності Ейнштейна [1].

Саме спостереження за видимим рухом Сонця, Місяця, планет і зірок заклали фундамент для вимірювання проміжків часу, що базувалися на астрономічних періодах. Ними стали вже звичайні для нас *день, місяць, рік*.

Але в астрономії ці періоди, а також способи їх визначення, є трохи специфічними. Так, існує декілька різновидів дня, місяця і року [2].

В основу визначення одиниці часу покладено періодичне явище в природі, за який небесна сфера здійснює повний оберт навколо Землі, а отже повторення явищ сходу й заходу світил і їх кульмінацій, дали людям природну одиницю лічби часу – **добу**.

Добове обертання Землі, визначаючи закономірність зміни дня та ночі, є не ідеально рівномірне. Відбувається вікове уповільнення внаслідок приливного тертя, спричиненого Місяцем і Сонцем. Від цього доба що століття збільшується на 0,0016 с.

Але астрономічні методи визначення часу не втратили свого значення, бо життя людей «прив'язане» до Землі. Тобто показники дуже точних годинників потрібно в багатьох випадках узгоджувати з природним процесом – тривалістю добового обертання Землі. Оскільки це обертання легко фіксувати з огляду на явище видимого обертання небесної сфери, то залежно від того, що беруть за орієнтир на небесній сфері, розрізняють різні точки відліку для основних систем лічби часу [3].

Для **визначення доби**, за допомогою світила або точки, фіксуючи моменти двох послідовних кульмінацій, якщо відомі їх положення на зоряному небі, в наш час користуються трьома допоміжними точками, а саме: *точкою весняного рівнодення, центром справжнього Сонця, точкою середнього Сонця*.

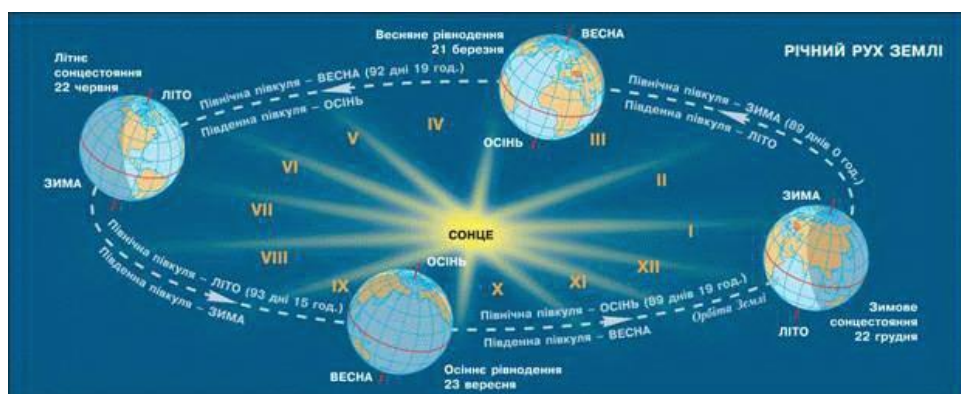


Рис. 1. Річний рух Землі

Тривалість доби, що визначена допомогою кожної з трьох точок, — різна, і тому доводиться вживати всі три одиниці часу — *зоряну добу, справжню сонячну добу і середню сонячну добу*. Вимірюваний ними час називається відповідно **зоряним, справжнім сонячним і середнім сонячним часом** [4].

Зоряна доба - це проміжок часу між двома послідовними верхніми кульмінаціями точки весняного рівнодення.

Зоряний час - це час s , що минув від верхньої кульмінації точки весняного рівнодення.

Зоряну добу розділено на 24 зоряних години, у кожній годині - 60 зоряних хвилин, у кожній хвилині - 60 зоряних секунд. Оскільки повний оберт Землі відносно точки γ становить 360° , то маємо таке співвідношення: $1 \text{ год} = 15^\circ$, $1^\circ = 4 \text{ хв}$.

Зоряний час залежать від спостерігача, оскільки Земля обертається навколо своєї осі і на різних географічних меридіанах кульмінація точки весняного рівнодення настає в різні моменти. Для визначення зоряного часу у будь-якому моменті, вводять величину s_0 – зоряний час на нульовому гринвіцькому меридіані. Для спостерігача, який знаходиться на схід від Гринвіча зоряний час буде рівний:

$s = s_0 + \lambda$, де λ – географічна довгота [5].

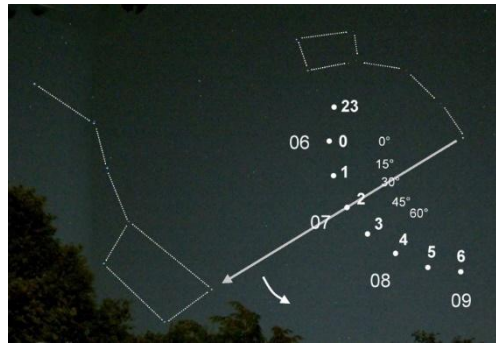


Рис. 2. Ілюстрація визначення зоряного часу

Вимірювати час, користуючись зоряною добою, найпростіше, проте повсякденний розпорядок життя людини пов'язаний з видимим положенням Сонця, його сходом, кульмінацією і заходом [5].

Початок справжньої сонячної доби на певному меридіані відлічують від моменту нижньої кульмінації Сонця.

Тривалість справжньої сонячної доби не є сталою величиною з двох причин: по-перше, Земля впродовж року рухається навколо Сонця по еліптичній орбіті, тобто нерівномірно, а отже, є нерівномірним і видимий річний рух Сонця серед зір; по-друге, Сонце рухається не вздовж небесного екватора, а по екліптиці, нахилений до небесного екватора під значним кутом.

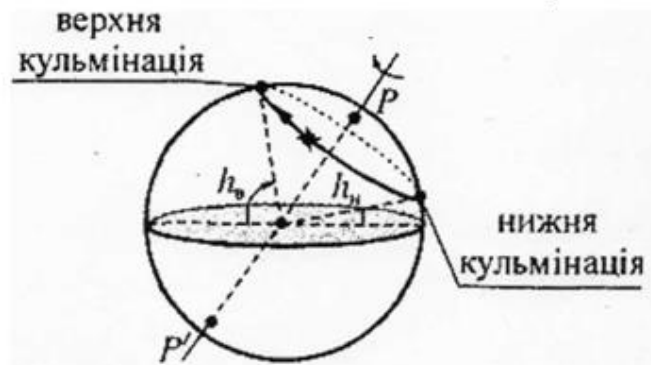


Рис. 3. Схема верхньої та нижньої кульмінації

Налаштувати точно годинник, щоб він показував справжній сонячний час – неможливо, тому виникла потреба запровадити сталу одиницю часу, пов'язану з Сонцем і яка мало відрізняється від справжньої сонячної доби. Для цього було введено поняття середнього сонця.

Середнє Сонце – фіктивна точка, що рівномірно рухається вздовж небесного екватора, і як і Сонце, за той самий проміжок часу (рік) повертається до точки весняного рівнодення Υ .

Час, визначений за середнім сонцем, називають **середнім сонячним часом** [3].

Справжня **сонячна доба** – це проміжок часу між двома послідовними однойменними кульмінаціями (верхніми і нижніми) центра Сонця на одному і тому ж географічному меридіані [7].

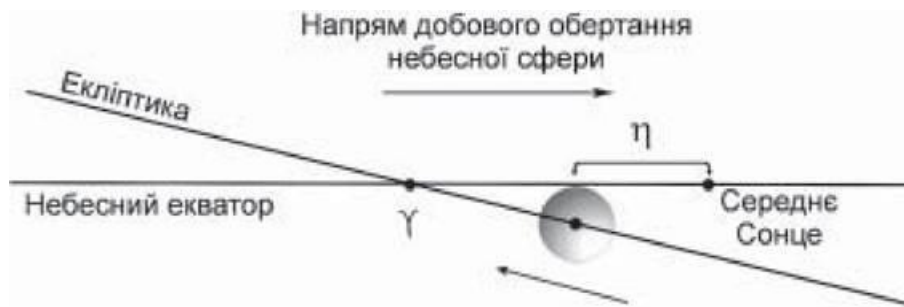


Рис. 4. Положення справжнього Сонця і середнього екваторіального Сонця в середині березня

Середня сонячна доба – це проміжок часу між двома послідовними нижніми кульмінаціями середнього Сонця.

Відомо, що сонячна доба має рівно 24 години сонячного часу, але тривалість сонячної доби довша, ніж зоряної.

21 березня центр диска Сонця збігається з точкою весняного рівнодення в момент її верхньої кульмінації.

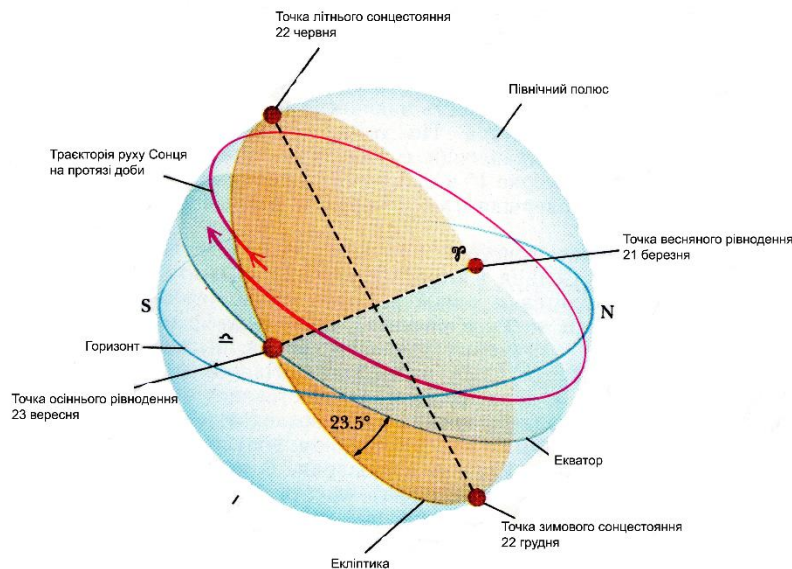


Рис. 5. Друга небесна екваторіальна система координат

Отже, **середній сонячний час** $[T_\lambda]$ – це час, що минув від нижньої кульмінації середнього сонця.

Оскільки це фіктивна точка, то визначити середній сонячний час зі спостережень неможливо. Його можна лише обчислити.

Різницю між середнім сонячним часом T_λ і справжнім сонячним часом T називають **рівнянням часу** $h = T_\lambda - T_\odot$ [6].

Рівняння часу – це різниця часових кутів середнього Сонця і справжнього Сонця. Рівняння часу – це кількість хвилин і секунд, які слід додати до справжнього (істинного) сонячного часу, щоб отримати середній час.

Оскільки Сонце кульмінує то раніше, то пізніше за середнє Сонце, рівняння часу може бути як додатною, так і від'ємною величиною.

Рівняння часу обертається в нуль чотири рази за рік – 15 квітня, 14 червня, 1 вересня і 24 грудня.

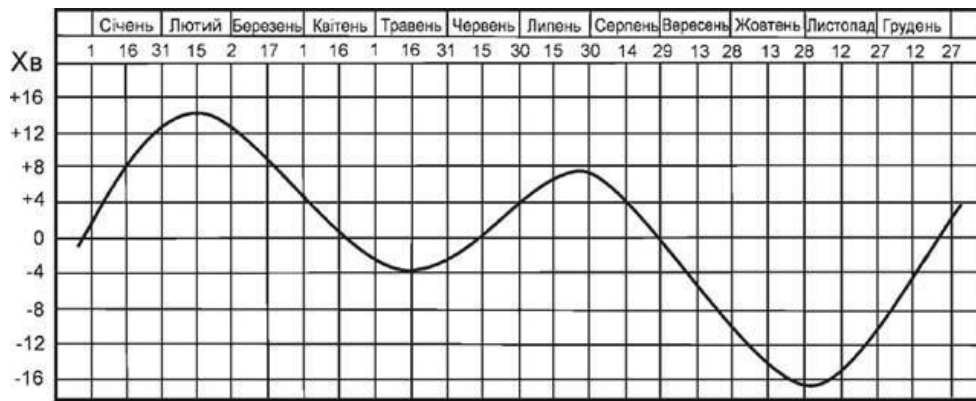


Рис. 6. Графік рівняння часу

З визначення часу T_0 і T_λ , а також з домовленості про напрям відліку прямого піднесення α бачимо, що виконується рівність: $\eta = \alpha_0 - \alpha_m$, тобто рівняння часу дорівнює різниці між прямим піднесенням Сонця α_0 і прямим піднесенням «середнього Сонця» α_m [8].

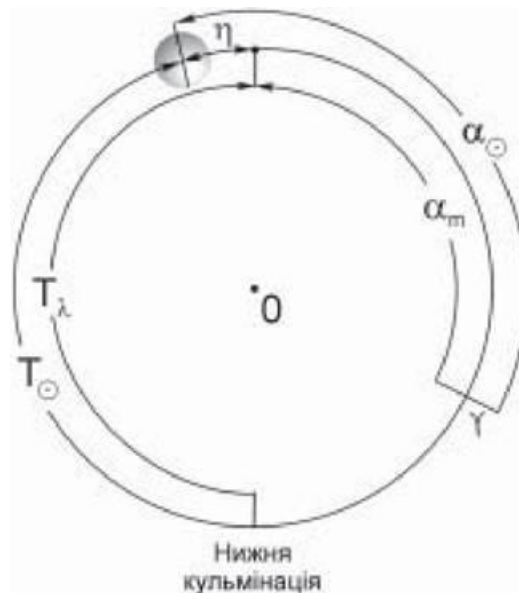


Рис. 7. Визначення рівняння часу через пряме піднесення справжнього Сонця і середнього екваторіального Сонця

Також вводять такі величини, як зоряний, тропічний, місцевий рік та інші.

Отже, з давніх давен людина сприймала час як періодичну зміну дня і ночі, а згодом і пів року. Саме тому вимірювали час спираючись на ці виміри. Періодичне обертання небесної сфери, повторення явищ сходу й заходу світил та їх кульмінацій дали людям природну одиницю часу - добу. Що і дало можливість визначати будь-яку систему лічби значних проміжків часу з поділом на окремі періоди (роки, місяці, дні). Власне астрономія виявила природні одиниці часу, які ми використовуємо й нині, а одним з її найважливіших завдань було і є визначення часу зі спостережень за світилами.

Список використаних джерел:

1. Co to jest czas? Wszechnica [Zasób elektroniczny]. - Tryb dostępu: <https://wszechnica.org.pl/wykład/co-to-jest-czas/>.
2. Астрономія: для дітей серед. шк. віку / [авт.-упоряд. Д. А.Свечкар'юв]. - Харків : Фоліо, 2013. - 318, [10] с. : іл. - (Шкільна бібліотека. Дитяча енциклопедія). - Бібліогр.: с. 308-315.

3. Астрономія: навчальний посібник / М. В. Головко, І. П. Крячко. – К. : ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. – 272 с.
4. Вимірювання часу. *Астрономічний сайт ІФМІ* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://astro-ifmi.org.ua/content/view/23/3/>
5. Климишин І. А., Крячко І.П. Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів – К.: Знання України, 2002. – 192 с.
6. АСТРОНОМІЯ - Навчальний посібник для профільної школи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://subject.com.ua/astronomy/golovko/12.html>.
7. Український астрономічний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.astrosvit.in.ua/astroslovnyk/spravzhnia-soniachna-doba>.
8. КУРС ЗАГАЛЬНОЇ АСТРОНОМІЇ - С. М. Андрієвський. Частина І. Рух Сонця. Вимірювання часу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://subject.com.ua/astronomy/total/20.html>.

BASIC TIME CONCEPTS OF ASTRONOMY

Alina Danylevych – 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky
Anastasiia Kovtun – 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

The article provides an overview of the development of ideas about time. Causes the origin of time and ways to determine it. Research of astronomical periods and determination of the day with the help of auxiliary points. Also discusses star time calculation systems and the connection to average solar time.

Key words: stellar time, upper and lower culmination, true solar time, average sun, average solar time, average solar time, time equation.

Додаток (Список використаних джерел)

1. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N. (2016) Observations of twilight fireballs over Kiev in 2013-2015 // 5 Interregional Scientific Conference, Astronomy and present. April 12 2016. Vinnytsia, Ukraine. Materials. P. 33-37.
2. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N. (2016) Several twilight bolides over Kiev in 2013-2015 - fragments of comets nuclei // International conference Meteoroids 2016, at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk, the Netherlands from 6-10 June 2016. Poster 63.
3. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Steklov E. A., Slipchenko A. S., Romaniuk Ya. O. (2016) Four possible types of dangerous viruses in aerospace traces of invasions in conditions of modern hybrid wars // Materials of the International scientific-practical conference devoted to the 100th anniversary of astrophysicist I.S. Shklovskii "The problems of modern astronomy and method of its teaching." 6-8 October 2016 Glukhiv, Ukraine. – Sumy, LLC "Publishing house" Eldorado", 2016. - 128 p. P. 122-124.
4. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Steklov E. A., Slipchenko A. S., Romaniuk Ya. O., Nevodovskyi P. V. (2016) Structures of twilight patrol in the "Churyumov's Unified network" to ensure continuous monitoring // Materials of the International scientific-practical conference devoted to the 100th anniversary of astrophysicist I.S. Shklovskii "The problems of modern astronomy and method of its teaching." 6-8 October 2016 Glukhiv, Ukraine. – Sumy, LLC "Publishing house" Eldorado", 2016. - 128 p. P. 94-97.
5. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Stepahno I. V., Steklov E. A., Slipchenko A. S., Romaniuk Ya. O. (2016) The role of large and small cometary showers in the changes of living conditions on the Earth // Materials of the International scientific-practical conference devoted to the 100th anniversary of astrophysicist I.S. Shklovskii "The problems of modern astronomy and method of its teaching." 6-8 October 2016 Glukhiv, Ukraine. – Sumy, LLC "Publishing house" Eldorado", 2016. - 128 p. P. 108-112.
6. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Stepahno I. V., Steklov E. A., Slipchenko A. S., Romaniuk Ya. O. (2016) Accommodation Rules of video recorders in "Churyumov's Unified Network" // Materials of the International scientific-practical conference devoted to the 100th anniversary of astrophysicist I.S. Shklovskii "The problems of modern astronomy and method of its teaching." 6-8 October 2016 Glukhiv, Ukraine. – Sumy, LLC "Publishing house" Eldorado", 2016. - 128 p. P. 118-120.
7. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Steklov E. A. (2016) Traces on sky. Unexpected results of regular observations // 16-th Gamow Summer School "Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology". Odessa, Ukraine. Agenda. 17 August 2016. Section session Solar system. Poster presentation 4. P. 16.
8. Churyumov K. I., Vidmachenko A. P., Steklov A. F., Dashkiev G. N., Steklov E. A., Stepahno, I. V. (2016) Experience of monitoring of the twilight bolides in 2013-2016 and the program of future observations // 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May, 26-27, 2016. P. 93-94.
9. Churyumov K. I., Vidmachenko A. P., Steklov A. F., Dashkiev G. N., Steklov E. A. (2016) «Churyumov Unified Network»: new, important tasks for astronomical observatories to protect society in the era of modern hybrid wars // Odessa Astronomical Publications. 2016, vol. 29, p. 200-202.
10. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2015) Observations of fragment of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev // Astronomical School's Report. Vol. 11, no. 2, p. 99-102.
11. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2016) Observations of twilight fireballs over Kiev in 2013-2015 // Astronomy and present: materials of 5 Interregional Scientific Conference, April 12 2016. Vinnytsia, Ukraine. Science editor A.V. Mozhovyi. Vinnytsia. FOP "Kostiuk N.P." -241 p. P. 33-37.
12. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2015) Observations of fragments of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev in the summer of 2014 // 17 International

- scientific conference Astronomical School of Young Scientists, held May 20-22, 2015 in Zhytomyr, Ukraine. The program and abstracts, p. 84-85.
13. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2016) Several twilight bolides over Kiev in 2013-2015 – fragments of comets nuclei // International conference Meteoroids 2016, at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC). Noordwijk, the Netherlands. 6-10 June 2016. Poster 63.
 14. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2016) «Churyumov Unified Network»: new tasks for astronomical observatories to protect society // Astronomical School's Report, 12(1), p. 72–76.
 15. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov E.A. (2017) Traces of different invasion in sky over Kiev and Odessa in 2016-2017: Payment of fines as source of financing observatory // 17-th Odessa International Astronomical Gamow Conference-School “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology”. Ukraine, Odessa, Chernomorka, August 13-20, 2017. P. 36-37.
 16. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev N.G. (2016) "Churyumov Unified Network": new tasks for astronomical observatories to protect society // Astronomical School's Report. Vol. 12, no. 1, p. 72-76.
 17. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev N.G., Steklov E.A. (2016) Traces on sky. Unexpected results of regular observations // 16-th Odessa International Astronomical Gamow Conference-School “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology”. Ukraine, Odessa, Chernomorka. 14-20 August 2016. P. 39-40.
 18. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev N.G., Steklov E.A. (2016) «Churyumov Unified Network»: new tasks for astronomical observatories to protect society in the era of modern hybrid wars // 16-th Odessa International Astronomical Gamow Conference-School “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology”. Odessa, 14-20 August 2016. P. 39.
 19. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev N.G., Steklov E.A. (2016) Traces on sky. Unexpected results of regular observations // 16-th Odessa International Astronomical Gamow Conference-School “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology”. Ukraine, Odessa, Chernomorka. 14-20 August 2016. P. 39-40.
 20. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A. (2014) Some results of regular observations of the twilight bolides // In: Book of selected papers and abstracts of Memorial International Conference “Comets Asteroids Meteors Meteorites Astroblemes Craters (CAMMAC2014)”, September 29 – October 2, 2014. Edited by K.I. Churyumov. Vinnytsia, Ukraine. P. 98-108.
 21. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A. Dashkiev G.N. (2015) The results of observations of the twilight fireballs over Kiev and their classification // «Near - Earth Astronomy – 2015». Proceedings of the International conference. 31 August – 5 September 2015, г. Terskol – M.: Yanus-K., 2015, –324 p. P. 156-159.
 22. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A., Dashkiev G.N. (2015) The results of observations of the twilight fireballs over Kyiv and their classification // In: Book "Near-Earth Astronomy 2015." Abstracts of IX International conference Near-Earth Astronomy, Terskol, August 31 - September 5, 2015. Nalchik: Publishing KBSC RAS. P. 22.
 23. Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A. (2014) Traces on sky: the classification and the results of regular observations of twilight fireballs // Astronomical School's Report. Vol. 10, no. 1, p. 37-42.
 24. Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2015) On possible search of cometary material on the Earth surface // In: Book "Near-Earth Astronomy 2015." Abstracts of IX International conference Near-Earth Astronomy, Terskol. August 31 - September 5 2015. Nalchik: Publishing KBSC RAS. 30-31.
 25. Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Dashkiev G.N., Romanyuk Ya.O., Stepahno I.V. (2016) "Churyumov Unified Network": New, Important Tasks for Astronomical Observatories to Protect Society in the Era of Modern Hybrid Wars // Odessa Astronomical Publications, vol. 29, p. 200.

26. Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Dashkiev G.N., Steklov E.A., Stepahno I.V. (2016) Experience of monitoring of the twilight bolides in 2013-2016 and the program of future observations // 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. May 26-27 2016. National Aviation University, Kyiv. P. 93-94.
27. Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Dashkiev G.N., Steklov E.A., Stepahno I.V. (2016) "Unified Network of Churyumov": new, important tasks of astronomical observatories for the protection of the society and state in the era of modern hybrid wars // 5 Interregional Scientific and Practical Conference "Astronomy and present." 12 April 2016. Institute of Mathematics, Physics and Technology Education, Vinnitsa, p. 2-3.
28. Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Dashkiev G.N., Steklov E.A., Stepahno I.V. (2016) "Unified Network of Churyumov": new, important tasks of astronomical observatories for the protection of the society and state in the era of modern hybrid wars // Astronomy and present: materials of 5 Interregional Scientific Conference, April 12, 2016, Vinnytsia, Ukraine. / Science editor A.V. Mozhovyi. - Vinnytsia: FOP "N.P. Kostiuk" 2016. P. 37-43.
29. Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Steklov E.A. (2013) Three bright bolides in Kiev sky on 29 March 2013 // 8th Conference «Meteoroids 2013». Program and abstracts. 26-30 Aug. 2013, Poznań, Poland. P. 77.
30. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Beskin G. M. (2016) Monitoring of twilight bolides in the sky // International Conference "Astronomy and Space Physics in Kyiv University". May 24-27 2016. Book of abstracts. – Kyiv, Ukraine. – P. 90-91.
31. Dashkiev G. N., Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2017) Space Virusology and Active Experiments to Simulate Intrusion of Fragments Comet Nuclei into the Earth's Atmosphere // 48th Lunar and Planetary Science Conference, held 20-24 March 2017, at The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1964, id.1135.
32. Dashkiev G. N., Vidmachenko A. P., Steklov A. F., Steklov E. A., Nevodovskyi P. V. (2018) Registration of Traces of Electrophonic Fireballs in the "Unified Churyumov Network" // 49th Lunar and Planetary Science Conference 19-23 March, 2018, held at The Woodlands, Texas LPI Contribution No. 2083, id.1107.
33. Dashkiev G. N., Zhilyaev B. E., Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2019) Interesting fireball invasion in the sky over Kiev // 50th Lunar and Planetary Science Conference, held 18-22 March, 2019 at The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 2132, id.1195.
34. Dashkiev G.N., Steklov A.F., Vidmachenko A.P. (2017) Space Virusology and Active Experiments to Simulate Intrusion of Fragments Comet Nuclei into the Earth's Atmosphere // 48th Lunar and Planetary Science Conference, held 20-24 March 2017, at The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1964, id.1135.
35. Grudin B.A., Kruchinenko V.G., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov E.A. (2017) Monitoring of space invasions: the historical aspect // Proceedings of the 6 Interregional Scientific Conference "Astronomy and present". Vinnytsia / Science editors Zabolotnyi V.F., Mozhovyi O.V.: FOP "Pyshnyi O.A." P. 68-78.
36. Kruchynenko V. G., Churyumov K.I., Churyumova T.K. (2011) An explosion of a comet nucleus fragment in the Earth's atmosphere // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Vol. 27, no. 3, p. 109-116.
37. Kruchynenko V. G., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., Steklov E. A. Daytime observations of Lyrids in 2017 // 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24–25 2017. The program and abstracts. – Bila Tserkva, Ukraine. – 2017. – P. 60-61.
38. Kruchynenko V.G. (2004) Thermal explosions of meteoroids in Earth's atmosphere // Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. Vol. 20, no. 3, p. 269-282.
39. Kruchynenko V.G., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov E.A. (2017) Daytime observations of Lyrids in 2017 // 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24-25 2017. The program and abstracts. - Bila Tserkva, p. 60-61.
40. Kruchynenko V.G., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov E.A. (2017) Churyumov project on annual study of fragments of Halley's Comet Nucleus during spring and autumn: first results // 17-th Odessa International Astronomical Gamow Conference-School "Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology". Odessa, Chernomorka, August 13-20, 2017. P. 39.

41. Kruchynenko V.G., Zhilyaev B.E., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov A.F. (2018) Lyrids 2018: Traces of slow “smoky” meteors in the season of daytime observations // International Conference “Astronomy and Space Physics”, Book of Abstracts, May 29 – June 01 2018. Kyiv, Ukraine, p. 65-65.
42. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Kruchynenko V.G., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) Global and local planetary protection of bioresources against space invasions // In: Mozgovyi O.V., et al. Space intrusions and planetary protection of bioresources. methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory", p. 24-36.
43. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Kruchynenko V.G., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) Registration of space invasions in Earth atmosphere // In: Mozgovyi O.V., et al. Space intrusions and planetary protection of bioresources. methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory". P.37-55.
44. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Kruchynenko V.G., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) Space intrusions and planetary protection of bioresources. methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory". -159 p.
45. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) Topics, tasks and problems of the highest rank in modern astronomy // In: Mozgovyi O.V., et al. Space intrusions and planetary protection of bioresources. methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory". P. 5-23.
46. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) Financial profitability of structures of planetary protection of bioresources against space invasions // In: Mozgovyi O.V., et al. Space intrusions and planetary protection of bioresources methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory", P. 56-88.
47. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) International work coordination for establishment of planetary protection systems for bioresources against space invasions // In: Mozgovyi O.V., et al. Space intrusions and planetary protection of bioresources. methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory". P. 88-132.
48. Mozgovyi O.V., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N. (2019) Globalization of the structures and services of the “Unified network of Churyumov” on registration of space, orbital and suborbital invasions in the Earth atmosphere // In: Mozgovyi O.V., et al. Space intrusions and planetary protection of bioresources. methodical manual. Vinnitsa-Kyiv: " Ltd. "Tvory", P. 133-153.
49. Steklov A.F., Dashkiev G.N., Vidmachenko A.P. (2017) Possible viruses from outer space fall into the Earth's atmosphere // 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24-25 2017. The program and abstracts. - Bila Tserkva, p. 73-75.
50. Steklov A.F., Kolotilov N.N., Vidmatchenko A.P. (1998) Astronomical aspects of the theory of the origin of life // Preprint of the Main astronomical observatory of NAS of Ukraine. MAO-98-1P. Ed. Morozhenko A.V. -33 p.
51. Steklov A.F., Kruchynenko V.G., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov E.A. (2017) Some conclusions from the registration of electrophonic bolides tracks in the “Unified Churyumov Network” in 2013-2017 // In: Book of selected papers and abstracts. 7 memorial international conferene CAMMAC 2017 (Comets, Asteroids, Meteors, Meteorites, Astroblemes, Craters). September 26-28 2017. Vinnytsia. Ed. by O.V. Mozgovyi, FOP “Pyshnyi O.A.” -152 p. P. 39-45.
52. Steklov A.F., Kruchynenko V.G., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Zhilyaev B.Ye., Svyatohorov O.A. (2018) Astronomical school of scientific creativity of Clim Shuryumov in poetry of space invasions // Astronomy and Present: Materials of 7th All-Ukrainian Scientific Conference, April 12, 2018, Vinnytsia / Eds.: V. F. Zabolotnyy, O. V. Mozhovyy. ISBN 978-966-924-803-9. - Vinnitsa: "Nilan-LTD", p. 96-103.
53. Steklov A.F., Kruchynenko V.G., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Steklov E.A. (2018) Three main types of space invasions into the Earth atmosphere // Astronomy and Present: Materials of 7th All-Ukrainian Scientific Conference, April 12, 2018, Vinnytsia / Eds.: V. F. Zabolotnyy, O. V. Mozhovyy. - Vinnitsa: Ltd. "Tvory", - 202 p. P. 37-43.
54. Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N., Zhilyaev B.E., Steklov E.A. (2018) Sixth special invariant of Klim Churyumov for planetary protection against asteroid hazard // Astronomy and Present: Materials of 7th All-Ukrainian Scientific Conference, April 12, 2018, Vinnytsia / Eds.: V. F. Zabolotnyy, O. V. Mozhovyy. ISBN 978-966-924-803-9. - Vinnitsa: "Nilan-LTD", - 185 p. P. 16-23.

55. Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Zhilyaev B.E., Dashkiev G.N., Svyatogorov O.A. (2017) Paradoxies and axioms of science in the creativity of Clim Ivanovich Churyumov // In: Book of selected papers and abstracts. 7 memorial international conference CAMMAC 2017 (Comets, Asteroids, Meteors, Meteorites, Astroblemes, Craters). September 26-28 2017. Vinnytsia, Ukraine. Edited by O.V. Mozgovyi, FOP "Pyshnyi O.A." -152 p. P. 17-26.
56. Steklov A.F., Zhilyaev B.E., Vidmachenko A.P. (2018) Space invasion. As Is // 18-th Gamow Summer School "Astronomy and beyond: astrophysics, cosmology, cosmomicrophysics, astroparticle physics, radioastronomy and astrobiology". August 12-18, 2018, Odessa, Ukraine. P. 49.
57. Steklov E. A., Kruchynenko V. G., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N. (2017) Successful twilight observations of eta-Aquarid shower in "Unified Churyumov Network" // 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24–25 2017. The program and abstracts. – Bila Tserkva, Ukraine. – 2017. – P. 75-76.
58. Steklov E. A., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N. (2017) Observations of Twilight Bolide with Using of "Churyumov Fireball Network" // 48th Lunar and Planetary Science Conference, held 20-24 March 2017, at The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1964, id.1327.
59. Відьмаченко А.П., Стеклов О.Ф., Колотілов М.М. (2010) Астрономічні аспекти теорії походження життя // Світогляд. 21, № 1, с. 48-55.
60. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2019) Material of cometary nuclei and asteroids can be studied in the Earth's orbit. Odessa Astronomical Publications, vol. 32. P. 176-177.
61. Vidmachenko A.P. (2006) Sedna: the history of the discovery and its features // Astronomical almanac. Vol. 52, p. 201-212.
62. Vidmachenko A.P. (2016) Is there 9-th planet in our solar system? // 16-th Odessa International Astronomical Gamow Conference-School "Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology". Ukraine, Odessa, Chernomorka. 14-20 August 2016. P. 46.
63. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2014) The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies // Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, Publishing House "Profi". -388 p. Vid'Machenko, A. P.; Vashchenko, E. P.; Ivchenko, V. N.; Sandakova, E. V. Television Observations of Meteors // Solar System Research. 1977, vol. 10, no. 4, p. 194-197.
64. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2014) The study Earth-like planets using spacecraft // Astronomical School's Report. Vol. 10, no. 1, p. 6-19.
65. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2013) The study of cometary material on the surface of the Earth // Astronomical School's Report. Vol. 9, no 2, p. 146-148.
66. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2018) Proposal for an active space experiment on the "catching" of astromaterials in the earth's orbit // 18 Ukrainian Conference on Space Research. Abstracts. 17-20 September 2018. Kyiv, Ukraine. P. 121.
67. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2018) Space experiment on the "catching" of astromaterials in near space to search for extraterrestrial life // Astronomical School's Report, vol. 14, no. 1, p. 15-22.
68. Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Dashkiev G.N., Steklov E.A., Stepahno I.V. (2016) "Unified Network of Churyumov": new, important tasks of astronomical observatories for the protection of the society and state in the era of modern hybrid wars // Astronomy and present: materials of 5 Interregional Scientific Conference, April 12, 2016, Vinnytsia, Ukraine. / Science editor A.V. Mozhovyi. - Vinnytsia: FOP "NP Kostiuk". P. 37-43.
69. Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A. (2007) Is it dangerous asteroids? // Astronomical almanac. Vol. 53, p. 195-207
70. Zhilyaev B. E., Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2019) Observations of bolides in the sky over Kiev // 6-th Gamow International Conference in Odessa "New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamow" and 19-th Gamow Summer School "Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Radioastronomy and Astrobiology", Ukraine, Odessa, August 11-18 2019, p. 62.
71. Zhilyaev B.E., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Cherkasova A.D. (2018) Registration of bolide tracks in the sky over Kiev // Astronomy and Present: Materials of 7th All-Ukrainian Scientific Conference, April 12, 2018, Vinnytsia / Eds.: V. F. Zabolotnyy, O. V. Mozhovyy. - Vinnitsa: " Ltd. "Tvory", - 202 p. P. 48-52.

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

Андрєєва Анастасія Михайлівна – студентка СВО бакалавра Національного педагогічного університету імені М.П Драгоманова

Арешкіна Тетяна Олександрівна – студентка СВО бакалавра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Банак Віталій Данилович - студент 1 року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Басараба Ольга Русланівна - учениця 10 класу комунального закладу «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 16 ВМР», гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Бояновська Анна Ігорівна - учениця 10 класу комунального закладу «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 30 імені Тараса Шевченка ВМР», гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Бродзь Олексій Сергійович — учень 10 класу Комунального закладу «НБК: ЗШ І-ІІІ ст.- гімназія № 23 ВМР», гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Бузенюк Лілія Григорівна - вчитель фізики, інформатики та астрономії Стрижавської ЗОШ І-ІІІ ст., смт Стрижавка Вінницького району

Борисюк Анастасія Сергіївна - студентка СВО бакалавра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Вернидуб Роман Михайлович – доктор філософських наук, професор кафедри педагогіки вищої школи, проректор з навчально-методичної роботи Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Відьмаченко Анатолій Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, зав. відділом фізики планетних систем, Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Вінтонюк Владислав Вікторович - учень 10 класу Вороновицького ліцею.

Голубаєв Олександр Володимирович - кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник НДІ астрономії, завідувач Чугуївської спостережної станції НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Данилевич Аліна Володимирівна - студентка СВО бакалавр Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Дашкієв Григорій Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Дерманська Наталя Василівна - студентка СВО бакалавра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Думенко Вікторія Петрівна – кандидат технічних наук, доцент Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Жиляєв Борис Єфимович – доктор фізико-математичних наук, завідувач лабораторії швидкозмінних процесів у зорях Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Заведія Вероніка Віталіївна - учениця 10 класу Стрижавської ЗОШ І-ІІІ ст., смт Стрижавка Вінницького району

Кириленко Олена Іванівна – кандидат педагогічних наук, доцент Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова

Ковтун Анастасія Олександрівна - студентка СВО бакалавра Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Кондратюк Ростислав Романович– заступник директора ГАО НАН України

Кордонська Дар'я Валеріївна - учениця 9 класу «Навчально-виховний комплекс: загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів – гімназія № 30 імені Тараса Шевченка ВМР»,

гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Коржан Наталія Петрівна - студентка 2-го року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Краснобокий Юрій Миколайович – кандидат фізико-математичних наук, доцент Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Криводубський Валерій Никифорович - доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Криворучко Анастасія Богданівна - учениця 10 класу Комунального закладу «Навчально-виховний комплекс: загальноосвітня школа I-III ступенів – гімназія № 30 імені Тараса Шевченка ВМР», гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Кугай Ілля Андрійович – учень Технологічно - промислового коледжу ВНАУ, гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Кузьминський Олександр Володимирович – кандидат педагогічних наук, викладач Вінницького обласного комунального гуманітарно-педагогічного коледжу

Кульматицький Валерій Інокентійович - доктор філософії з технічних наук, дійсний член «Української академії інноваційних технологій», віце президент «Української академії інноваційних технологій», ГО «Українська академія інноваційних технологій»

Кущенко Тетяна Янівна – студентка 1 року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Міняйло Дмитро Миколайович - інженер-теплотехнік, ТОВ «УКРГАЗБУДПРОЕКТ»

Мірошник Ірина Леонідівна - студентка 2 року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Мозгова Альона Михайлівна – кандидат фізико-математичних наук, провідний інженер сектору астрометрії та малих тіл Сонячної системи Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Мозговий Олександр Васильович – кандидат технічних наук, доцент, заступник з навчальної роботи декана факультету Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Мойсеєнко Наталія Андріївна – студентка 1 року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Морозова Оксана Валеріївна - студентка 2 року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Оліх Віоріка Іванівна – учениця 10 класу «Навчально-виховного комплексу: загальноосвітня школа I-III ступенів – гімназія № 30 імені Тараса Шевченка ВМР», гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Патон Марія Олексіївна – здобувач першого рівня вищої освіти, Міжрегіональної Академії Управління персоналом, Київ

Підгорний Олександр Васильович – викладач Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Поліщук Дарія Сергіївна - студентка СВО бакалавра Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Почапська Надія Іванівна – керівник астрономічного гуртка – методист Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Пусь Олена Андріївна - студентка СВО бакалавра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Пучко Анастасія Володимирівна – студентка 2 - го року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Семенюк Дарина Сергіївна – студентка СВО бакалавра Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Сисуєв Віктор Георгійович - студент СВО бакалавра Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова

Солоненко Володимир Іванович - доктор філософії з фізико-математичних наук, професор «Української академії інноваційних технологій», президент «Української академії інноваційних технологій», ГО «Українська академія інноваційних технологій»

Стеклов Олексій Федорович – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Стеклов Єгор Андрійович – здобувач першого рівня вищої освіти, Міжрегіональної Академії Управління персоналом

Ткаченко Ігор Анатолійович – доктор педагогічних наук, професор Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Томащук Микола Володимирович - вчитель інформатики Гулівського НВК «ЗЗСО І – ІІ ст. – ЗДО», викладач фізики та астрономії Михайловецького професійного аграрного ліцею

Челнокова Софія Миколаївна - студентка 2-го року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Черненко Дмитро Юрійович - студент СВО бакалавра Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Черня Ярослава Андріївна – студентка 1-го року навчання СВО магістра Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова

Черкасова Аліна Дмитрівна - студентка СВО бакалавра Міжрегіональна академія управління персоналом

Федченко Ярослав Олегович – учень 11 класу Комунального закладу «Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. №16 ВМР», гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

ЗМІСТ

СТАН СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОСМОСУ

ALTERNATIVE AMPLITUDES OF THE MAGNETIC CYCLES OF THE SUN Valery Krivodubskij	4
НАЙБЛИЖЧІ ПЕРСПЕКТИВИ КОСМІЧНОЇ ПРОГРАМИ «ARTEMIS» Ігор Ткаченко, Юрій Краснобокий, Олександр Підгорний	10
МЕТЕОРНІ ЯВИЩА ТА ЇХ СПЕКТРИ Олександр Голубаєв, Альона Мозгова	13
ТРОПОСФЕРНІ МЕТЕОРИ Олександр Мозговий, Ростислав Кондратюк, Борис Жилиєв, Анатолій Відьмаченко, Григорій Дашкієв, Олексій Стеклов	18
МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ КОСМІЧНИХ ПРОМЕНІВ Ірина Мірошник	23
ВІДКРИТТЯ ПЛАНЕТ, НА ЯКИХ МОЖЛИВЕ ЖИТТЯ Наталя Дерманська	25
ДИВНА ПОВЕДІНКА ЧЕРВОНОГО НАДГІГАНТА БЕТЕЛЬГЕЙЗЕ Надія Почапська	29
ПОГЛЯДИ ЛЮДСТВА НА ВСЕСВІТ І ВЕЛИКИЙ ВИБУХ. БАЧЕННЯ СТІВЕНА ХОКІНГА ТА ЙОГО ТЕОРІЯ Анастасія Пучко	35
СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ВЕЛИКОМАСШТАБНУ СТРУКТУРУ ВСЕСВІТУ Наталія Коржан	38
ТЕОРІЯ ГРАВІТАЦІЇ НА ОСНОВІ ІННОВАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК Володимир Солоненко, Валерій Кульматицький	41
ВСЕСВІТ ФРІДМАНА Софія Челнокова	44
СТАТИЧНА МОДЕЛЬ ВСЕСВІТУ Оксана Морозова	46
NASA INSIGHT НА МАРСІ Віталій Банак	48
САТУРН: ВІДКРИТТЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ Анастасія Криворучко	50
ПЛАЗМА НА ЗЕМЛІ ТА В КОСМОСІ Олексій Бродзь	56
КОСМІЧНЕ СМІТТЯ Ольга Басараба	62
ВИКОРИСТАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ АСТРОНОМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ Віктор Сисуєв	71

НЕЙТРИНО НА СЛУЖБЫ НАУКИ

Віоріка Оліх 75

КОМЕТИ. СПЕКТРИ КОМЕТ

Микола Томашук 80

ДОСЛІДЖЕННЯ КАРЛИКОВОЇ ПЛАНЕТИ ПЛУТОН

Дмитро Черненко 85

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АСТРОНОМІЇ

ЛЕГЕНДИ ПОХОДЖЕННЯ НЕБЕСНИХ ТІЛ

Вероніка Заведія, Лілія Бузенюк 90

ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНИХ ПРОМЕНІВ: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ

Тетяна Куценко 96

МУЗИКА КОСМОСУ

Дар'я Кордонська 99

МІЖНАРОДНА КОСМІЧНА СТАНЦІЯ: ІСТОРІЯ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ЇЇ СТВОРЕННЯ, ЗАПУСК, ВІДКРИТТЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Ярослав Федченко 104

ПРАВОВІ ПИТАННЯ ОСВОЄННЯ КОСМОСУ

Ілля Кугай 110

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 1. Аэрокосмическая фотоохота и материаловедение в метеоритике как особая тема университетской науки для студентов и преподавателей

Александр Мозговой, Борис Жилиев, Анатолий Видьмаченко, Григорий Дашкиев,
Алексей Стеклов 117

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 2. Два международных учебно-научных туристических маршрута для бизнес – проекта «Карпатская Орбиталь»

Александр Мозговой, Анатолий Видьмаченко, Егор Стеклов, Григорий Дашкиев,
Алексей Стеклов 122

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 3. Аэрокосмическая логика в создании и в эволюции Астрономических Обсерваторий на планете Земля и в Космосе... в свете общей теории катастроф

Александр Мозговой, Борис Жилиев, Анатолий Видьмаченко, Григорий Дашкиев,
Алексей Стеклов 126

СТУДЕНЧЕСКИЕ МЕРИДИАНЫ И КОЛЛЕГИУМ – КЛУБЫ. Часть 4. Аксиомы планетарной защиты, зоны строгого ракетно-ядерного контроля и простые принципы колонизации планет Солнечной системы в свете общей теории катастроф

Мария Патон, Егор Стеклов, Александр Мозговой, Анатолий Видьмаченко,
Алексей Стеклов, Дмитрий Миняйло 132

ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ СТУДЕНТАМИ НПУ ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА В УМОВАХ КАРАНТИНУ	
Олена Кириленко	138
ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З АСТРОНОМІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ В УМОВАХ КАРАНТИНУ	
Анастасія Борисюк, Олена Кириленко, Олена Пусь	143
ВІРТУАЛЬНІ ПРАКТИЧНІ РОБОТИ З АСТРОНОМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМ: «НАША ПЛАНЕТНА СИСТЕМА», «ЗАКОНИ РУХУ НЕБЕСНИХ ТІЛ»	
Владислав Вінтонюк, Вікторія Думенко	147
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ MOZAİK В СИСТЕМІ АСТРОНОМІЧНОЇ ОСВІТИ	
Олександр Кузьминський	152
ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ СУЗІР'ІВ ЗОРЯНОГО НЕБА	
Наталія Мойсеєнко, Ярослава Черня	155
ВИКОРИСТАННЯ ONLINE ПЛАТФОРМ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «АСТРОНОМІЯ» В 11 КЛАСІ	
Анастасія Андреева	157
РОЗВИТОК ІНФОРМАЦІЙНО – КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ АСТРОНОМІЇ КРИЗЬ ПРИЗМУ STEM – ОСВІТИ	
Тетяна Арешкіна	161
ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕРНЕТ-ПОВІДОМЛЕНЬ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ	
Дарина Семенюк	163
СПОСТЕРЕЖЕННЯ МЕТЕОРНИХ ПОТОКІВ У 2020 РОЦІ	
Дарія Поліщук, Вікторія Думенко	168
МЕРКУРІЙ: ВІДКРИТТЯ, ВИВЧЕННЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ	
Анна Бояновська	175
ОСНОВНІ ЧАСОВІ КОНЦЕПЦІЇ АСТРОНОМІЇ	
Аліна Данилевич, Анастасія Ковтун	181
ДОДАТОК (Список використаних джерел)	187
ДАНІ ПРО АВТОРІВ	192

Наукове видання

VIII Всеукраїнська наукова конференція «Астрономія і сьогодення» Збірник наукових праць

Збережено особливості мовного стилю авторів

Тематика конференції:

1. Стан сучасних досліджень космосу
2. Космічні вторгнення в атмосферу Землі
3. Теорії походження небесних тіл
4. Науковий пошук юних астрономів
5. Історичні аспекти розвитку астрономії
6. Методика навчання астрономії в середніх та вищих навчальних закладах

Відповідальний за випуск: Мозговий О.В.

Дизайн обкладинки: Кузьминський О.В.

Підписано до друку 16.04.2020

Формат 64х90/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Умов. друк. арк. 15,50. Обл.-вид. арк. 14,41.

Наклад 70 прим. Зам. № 4426.

Віддруковано з оригіналів замовника.

ФОП Корзун Д.Ю.

Свідоцтво про державну реєстрацію фізичної особи-підприємця
серія В02 № 818191 від 31.07.2002 р.

Видавець ТОВ «ТВОРИ».

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. Келецька, 51а.

Тел.: (0432) 69-67-69, 603-000,
(096) 97-30-934, (093) 89-13-852.

e-mail: tvoru@tvoru.com.ua

<http://www.tvoru.com.ua>