

X.

Записані антисиметричні за своєю структурою рівняння для вектор-потенціалів, напруженостей та індукцій чотирьох фундаментальних полів: електромагнітного, гравітаційного, сильного і слабого. Відмічено подвійне порушення антисиметрії поля в еволюції космічних систем: на етапі виникнення молодих полів (сильного і слабого) та в зв'язку з домінуванням оберненого енергетичного каскаду (в сторону великих польових масштабів) над прямим каскадом, який веде до утворення матерії (квазістаціонарного дрібномасштабного поля). Розглядається топологія космічних польових форм руху, сформованих кооперативною взаємною трансформацією полів на основі збереження спіральності, градієнтності та змішаності поля. Нетривіальність такої топології виражається у здатності польових форм змінювати власні границі, формуючи свою еволюцію в контексті еволюції всіх. Це кардинально відрізняється від існуючих концепцій квантованих полів з тривіальною топологією та детермінованою еволюцією. Принцип динамічної кооперації виступає як альтернатива когерентності (сфазованості) та конкуренції мод, що нерідко ведуть до динамічного самознищення системи – флаттеру та баффтінгу (в технічній термінології)

Ключові слова: фундаментальні поля, порушена антисиметрія, нетривіальна топологія, недетермінована еволюція, спіральність, градієнтність, змішаність, взаємоіндукція, динамічна кооперація, когерентність, сфазованість, конкуренція мод, флаттер, баффтінг.

YU. P. ZASPA

Khmelnytsky National University, e-mail: zaspа_yuriy@ukr.net

CONTACT DYNAMO AS A GENERATOR OF COOPERATIVE COSMIC FORMS OF MOTION AND THE MECHANISM OF UNIFICATION OF THE ELECTROMAGNETIC, GRAVITATIONAL, STRONG AND WEAK FIELDS. PART X. ARE DISTURBED ANTISYMMETRY, NONTRIVIAL TOPOLOGY, AND NONDETERMINISTIC EVOLUTION

Antisymmetric by their structure of equation for the vector of potentials, strengthes and inductions of four fundamental fields are written: electromagnetic, gravitational, strong and weak. A double disturbance of the field's antisymmetry in the evolution of space systems has been noted: at the stage of the originating of new fields (strong and weak) and in the connection with the dominance of the inverse energy cascade (in the direction of large field scales) over a direct cascade that is leading to the formation of matter (a quasi-stable small-scale field). The topology of cosmic field forms of motion, formed by co-operative mutual transformation of fields, on the basis of the preservation of spirality, gradientness and field confinement is considered. The non-triviality of such a topology is expressed by the ability of field forms to change their own limits, forming their own evolution in the context of the evolution of everything. This is fundamentally different from the existing concepts of quantized fields with trivial topology and deterministic evolution. The principle of dynamic co-operation acts as an alternative to coherence and mode competition, which often leads to a dynamic system self-destruction - flutter and buffeting (in technical terminology).

Key words: fundamental fields, disturbed antisymmetry, non-trivial topology, nondeterministic evolution, spirality, gradientness, blend, mutual induction, dynamic co-operation, coherence, mode competition, flutter, buffeting.

[1–5].

[1–5].

10].

[1, 6–

[11],

[1–5].

[11].

[11],

$$\vec{E} = -\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} - \vec{V}(\nabla^2/2), \quad \vec{B} = c \cdot \text{rot} \vec{V} \tag{1, 2}$$

$$\vec{E} = +\frac{\partial \vec{V}}{\partial t}, \quad \vec{B} = -c \cdot \text{rot} \vec{V} + \vec{V}(\nabla^2/2) \tag{3, 4}$$

(1, 2) $\vec{V} -$, (3, 4) - [11], $t -$, -

() [11].

() \vec{a} \vec{b} ,

$$\vec{a} = -(\vec{E} + \frac{1}{c}[\vec{V} \times \vec{B}]) = \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} - [\vec{V} \times \text{rot} \vec{V}] + \vec{V}(\nabla^2/2) = \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla)\vec{V}, \tag{5}$$

$$\vec{b} = +(\vec{E} - \frac{1}{c}[\vec{V} \times \vec{B}]) = \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + [\vec{V} \times \text{rot} \vec{V}] - \frac{1}{c}[\vec{V} \times \nabla(\nabla^2/2)], \tag{6}$$

(1-4)

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \tag{7}$$

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} + \frac{1}{c} \frac{\partial (\vec{V}(\nabla^2/2))}{\partial t} \tag{8}$$

(8) (7)

()

$$\vec{a} = \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} - [\vec{V} \times \text{rot} \vec{V}] + \vec{V}(\nabla^2/2) = \begin{cases} +v_{co} \cdot (\Delta \vec{V} - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial t^2}), & (9) \\ -v_{co} \cdot (\Delta \vec{V} + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial t^2}), & (10) \end{cases}$$

$$\vec{b} = \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + [\vec{V} \times \text{rot} \vec{V}] - \frac{1}{c}[\vec{V} \times \nabla(\nabla^2/2)] = \begin{cases} +v_{co} \cdot (\Delta \vec{V} + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial t^2}), & (11) \\ -v_{co} \cdot (\Delta \vec{V} - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial t^2}), & (12) \end{cases}$$

$$\frac{\partial \vec{a}}{\partial t} = \begin{cases} -v_{co} \cdot (\Delta \vec{E} - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}), & (13) \\ +v_{co} \cdot (\Delta \vec{E} + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}), & (14) \end{cases}$$

$$c \cdot \text{rot} \vec{a} = \begin{cases} +v_{co} \cdot (\Delta \vec{B} - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}), & (17) \\ -v_{co} \cdot (\Delta \vec{B} + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}), & (18) \end{cases}$$

$$\frac{\partial \vec{b}}{\partial t} = \begin{cases} +v_{co} \cdot (\Delta \vec{E} + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}), & (15) \\ -v_{co} \cdot (\Delta \vec{E} - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}), & (16) \end{cases}$$

$$c \cdot \text{rot} \vec{b} = \begin{cases} -v_{co} \cdot (\Delta \vec{B} + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}), & (19) \\ +v_{co} \cdot (\Delta \vec{B} - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}), & (20) \end{cases}$$



$$\begin{aligned}
 & v_{co} - \quad [11, 14] \quad , \quad , v_{ph} - \\
 & (9, 13, 17) \quad , \quad (10, 14, 18) - \\
 & (11, 15, 19) - \quad , \quad (12, 16, 20) - \\
 & \Delta(\bar{V}(V^2/2)) - \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2(\bar{V}(V^2/2))}{\partial t^2} = 0, \quad (21) \quad \Delta(\bar{V}(V^2/2)) + \frac{1}{v_{ph}^2} \frac{\partial^2(\bar{V}(V^2/2))}{\partial t^2} = 0, \quad (22) \\
 & (21) \quad , \quad (22) -
 \end{aligned}$$

$\epsilon, \mu,$
[11].

$$v_{ph}^2 = \tilde{n}^2 / (\epsilon\mu), \quad (23)$$

$$\varphi = \varphi_0 + V^2/2, \quad (24)$$

$\varphi_0,$

$$\bar{E} = -\frac{\partial \bar{V}}{\partial t} - \bar{V}\varphi, \quad \bar{B} = c \cdot rot \bar{V} \quad (25, 26)$$

$$\bar{E} = +\frac{\partial \bar{V}}{\partial t}, \quad \bar{B} = -c \cdot rot \bar{V} + \bar{V}\varphi \quad (27, 28)$$

$$\begin{aligned}
 & \bar{a} \quad \bar{b} \\
 & \bar{a}' = -(\bar{E} + \frac{1}{c}[\bar{v} \times \bar{B}]), \quad \bar{b}' = +(\bar{E} - \frac{1}{c}[\bar{v} \times \bar{B}]) \quad (29, 30)
 \end{aligned}$$

$\bar{v} -$

$$\bar{j}'_{co} = -\sigma'_{co} \cdot \bar{a} \quad (31)$$

$$\bar{j}'_{co} = +\sigma'_{co} \cdot \bar{b} \quad (32)$$

$$\sigma'_{co} - \sigma'_{co}$$

$$v'_{co} = \frac{c^2}{4\pi\mu k_g \sigma'_{co}} \quad (33)$$

$k_g,$
[11].

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \bar{a}'}{\partial t} - \frac{1}{\sigma'_{co}} \cdot \frac{\partial \bar{j}'_{cv}}{\partial t} &= \left[-v'_{co} \cdot (\Delta \bar{E} - \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2} - \bar{V}(\bar{V}\bar{E})), (34) \right. \\
 & \left. + v'_{co} \cdot (\Delta \bar{E} + \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2} - \bar{V}(\bar{V}\bar{E})), (35) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c \cdot rot \bar{a}' - \frac{c}{\sigma'_{co}} \cdot rot \bar{j}'_{cv} &= \left[+v'_{co} \cdot (\Delta \bar{B} - \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{B}}{\partial t^2}), (38) \right. \\
 & \left. -v'_{co} \cdot (\Delta \bar{B} + \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{B}}{\partial t^2}), (39) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \bar{b}'}{\partial t} + \frac{1}{\sigma'_{co}} \cdot \frac{\partial \bar{j}'_{cv}}{\partial t} &= \left[+v'_{co} \cdot (\Delta \bar{E} + \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2}), (36) \right. \\
 & \left. -v'_{co} \cdot (\Delta \bar{E} - \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2}), (37) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c \cdot rot \bar{b}' + \frac{c}{\sigma'_{co}} \cdot rot \bar{j}'_{cv} &= \left[-v'_{co} \cdot (\Delta \bar{B} + \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{B}}{\partial t^2} - \bar{V}(\bar{V}\bar{B})), (40) \right. \\
 & \left. +v'_{co} \cdot (\Delta \bar{B} - \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{B}}{\partial t^2} - \bar{V}(\bar{V}\bar{B})), (41) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{j}'_{cv} &= \rho \cdot \bar{v} - \\
 \sigma'_{co} & \quad \rho.
 \end{aligned} \quad (34-41)$$

$$\Delta(\bar{\nabla}\varphi) - \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2(\bar{\nabla}\varphi)}{\partial t^2} = -\bar{\nabla}(\bar{\nabla}E), \quad (42)$$

$$\Delta(\bar{\nabla}\varphi) + \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2(\bar{\nabla}\varphi)}{\partial t^2} = +\bar{\nabla}(\bar{\nabla}B), \quad (44)$$

$$\Delta(\bar{\nabla}\varphi) + \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2(\bar{\nabla}\varphi)}{\partial t^2} = -\bar{\nabla}(\bar{\nabla}E), \quad (43)$$

$$\Delta(\bar{\nabla}\varphi) - \frac{\epsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2(\bar{\nabla}\varphi)}{\partial t^2} = +\bar{\nabla}(\bar{\nabla}B), \quad (45)$$

(35, 39, 43) – (34, 38, 42), (36, 40, 44) – (37, 41, 45)

() (34–41), () [1, 2]

" " – " [12, 13] (9–22) (34–45)

(9–12)

() [11, 14]:

$$\bar{\mathbf{V}}(t, \vec{r}) = \bar{\mathbf{V}}_A \cdot e^{i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}, \quad (46)$$

() , \vec{r} – () , $\bar{\mathbf{V}}_A$ – () , ω, \vec{k} – [11, 14]

$$(9-12): \quad \vec{a} = 0, \quad \vec{b} = 0 \quad (47, 48)$$

$$(46) \quad (47), \quad (5) \quad \omega = \vec{k} \cdot \bar{\mathbf{V}} = k \cdot V \cdot \cos\alpha, \quad (49)$$

$$\alpha - \vec{k} \quad \bar{\mathbf{V}}.$$

$$v_{ph} = \frac{\omega}{k} = V \cdot \cos\alpha, \quad \frac{\partial\omega}{\partial k} = \bar{\mathbf{V}} \quad (50, 51)$$

[11, 14].

1. $V \ll c$ (52)

(6) (46, 48)

$$\omega \bar{\mathbf{V}} - \vec{k} \cdot V^2 + (\vec{k} \cdot \bar{\mathbf{V}}) \cdot \bar{\mathbf{V}} = 0 \quad (53)$$

$$(53) \quad \vec{k}, \quad (\vec{k} \cdot \bar{\mathbf{V}})^2 + \omega \cdot (\vec{k} \cdot \bar{\mathbf{V}}) - k^2 V^2 = 0 \quad (54)$$

$$\omega = k \cdot V \cdot \sin\alpha \cdot \text{tg}\alpha, \quad v_{ph} = V \cdot \sin\alpha \cdot \text{tg}\alpha \quad (55, 56)$$

(54) $(\vec{k} \cdot \bar{\mathbf{V}})$

$V \ll c$:

$$\frac{\partial\omega}{\partial k} = \frac{2\bar{\mathbf{V}}}{-1 + \sqrt{1 + \frac{4}{\sin^2\alpha \cdot \text{tg}^2\alpha}}} \quad (57)$$

(56) $\alpha \rightarrow \pi/2$:

$$\frac{\partial\omega^+}{\partial k} \rightarrow +\infty, \quad \frac{\partial\omega^-}{\partial k} \rightarrow -\bar{\mathbf{V}} \quad (58, 59)$$

(58) (59) – (51).

2. $V \gg c$ (60)

(48) (6). (46)

:

$$i\omega\bar{V} = -\frac{1}{c}[\bar{V}(V^2/2) \times \bar{V}] \tag{61}$$

$$\bar{V}(V^2/2), \tag{61}$$

$$((\bar{V}(V^2/2))^2 - c^2\omega^2) \cdot \bar{V} = (\bar{V} \cdot \bar{V}(V^2/2)) \cdot \bar{V}(V^2/2) \tag{62}$$

$$\bar{V}(V^2/2) = -i\vec{k} \cdot V^2 \tag{63}$$

$$\omega = \pm ik \frac{V^2}{c} \sin \alpha, \quad v_{ph} = i \frac{\omega}{k} = \mp \frac{V^2}{c} \sin \alpha, \tag{64, 65}$$

[11, 14]

$$i \frac{\partial \omega}{\partial k} = \pm \frac{V}{c} \cdot \bar{V} \cdot \text{tg} \alpha \tag{66}$$

(6)

$$i \frac{\partial \omega}{\partial k} = \frac{i \cdot 2 \frac{V^2}{c^2} \cdot \bar{V}}{1 \pm \sqrt{1 - 4 \frac{V^2}{c^2} \text{ctg}^2 \alpha}} \tag{67}$$

$$\frac{V^2}{c^2} \rightarrow \infty$$

(66).

(55-57):

$$\omega = \left(1 + \frac{V^2}{c^2}\right) k V \sin \alpha \text{tg} \alpha, \quad v_{ph} = \frac{\omega}{k} = \left(1 + \frac{V^2}{c^2}\right) V \cdot \sin \alpha \text{tg} \alpha \tag{68, 69}$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial k} = \frac{2 \left(1 + \frac{V^2}{c^2}\right) \cdot \bar{V}}{-1 \pm \sqrt{1 + \frac{4}{\sin^2 \alpha \cdot \text{tg}^2 \alpha}}} \tag{70}$$

$$\left(1 + \frac{V^2}{c^2}\right) -$$

[1, 2].

$$\omega \frac{(\quad)}{\bar{k}} \tag{47, 48}$$

[11, 14].

[6-8].

$$\int_D (\bar{a})^2 dV_D \geq v_{ph} \cdot \left| \int_D s dV_D \right| = v_{ph} \cdot |S| \tag{71}$$

$$\int_D (\bar{a})^2 dV_D \geq \left| \int_D g dV_D \right| = |G| \tag{72}$$

$$\left| \int_D (\bar{a})^2 dV_D \right| \geq \frac{L_a}{v_{ph}} \cdot \left| \int_D m dV_D \right| = \frac{L_a}{v_{ph}} \cdot |M| \tag{73}$$

$L_a, L_b -$

$$s = \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \cdot \text{rot} \bar{V}, \quad g = \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \cdot \bar{V}(V^2/2), \quad m = \text{rot} \bar{V} \cdot \left[\frac{\partial \bar{V}}{\partial t} \times \bar{V}(V^2/2) \right] \tag{74-76}$$

, S, G, M -

(71-73)

D

$\bar{a} \quad \bar{b}.$

(71-73)

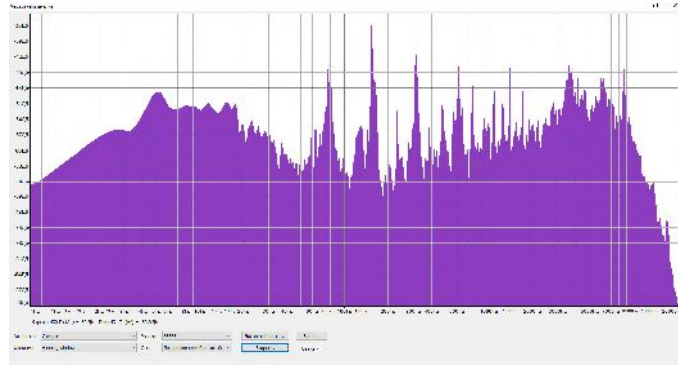
(71-73)

[6-8]

$$\omega_n = \gamma_n \cdot v_{co} \cdot k^2, \quad (77)$$

[11, 14]. γ_n –

, k –



.2.



.3.

(), (), :

. 2

(71)), () (72)) : ((73).

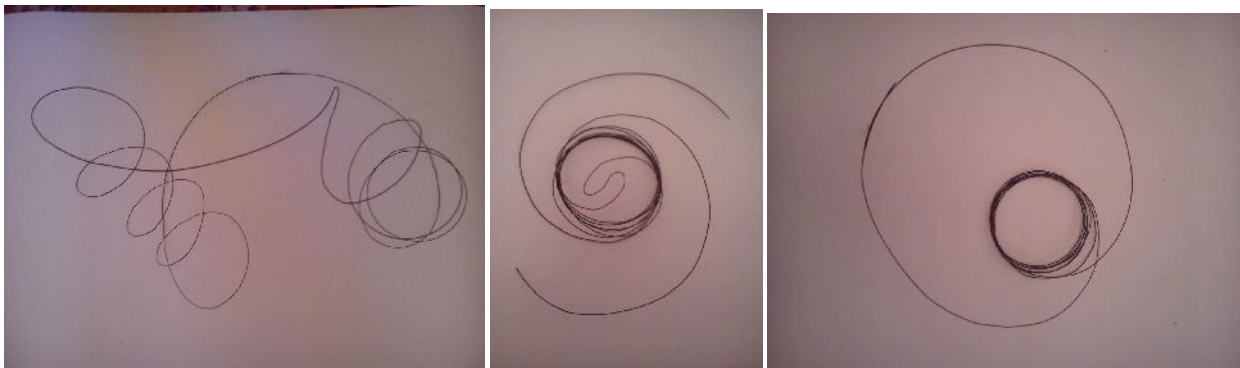
[11].

D

. 3.

[1, 6–10].

[15, 16],



.4.

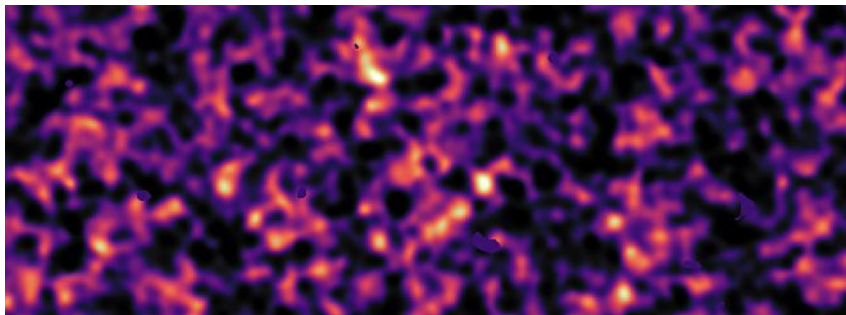
*

" " S – .4.

3.

« » [1, 2].

[17],



.5.

[19]

18, 19] – .5.

() [16,

1. : 5 . / – . : , 1999. – 760 .
2. . . . / – . : . , 1980. – 528 .
3. The BEH-mechanism, Interactions with Short Range Forces and Scalar Particles. Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2013. URL: <http://kva.se>
4. . . . CMS: . . . // . – 2014. – . 184, 9. – . 996–1004.
5. . . . : ? / . . . // . – 2014. – . 184, 9. – . 1004–1016.
6. . . . : . . . // . – 2006. – . 2, 4. – . 401–410.
7. Moffatt H.K. Helicity in Laminar and Turbulent Flow / H.K. Moffatt, A. Tsinober // Annu. Rev. Fluid Mech. – 1992. – V. 24. – P. 281–312.
8. Berger M.A. Topological Methods in Astrophysics / M.A. Berger // Phil. Trans. R. Soc. Lond. A. – 2001. – V. 359. – P. 1439–1448.
9. Hardee P. AGN jets: From Largest to Smallest Angular Scales / P. Hardee // J. Phys.: Conf. Ser. – 2008. – V. 131, N 012052. – P. 1–14.
10. Zhang H. Current Helicity of Active Regions as a Tracer of Large-scale Solar Magnetic Helicity / H. Zhang, D. Moss, N. Kleeorin et al. // The Astrophys. J. – 2012. – V. 751, N 47. – P. 1–10.
11. . . . (. . .) / . . . // . – 2017. – 6. – . 293–306.
12. . . . / – . : . , 1991. – 328 .
13. . . . / – . : . , 1988. – 512 .
14. . . . (. . .) VII / . . . // – 2017. – 5. – . 226–239.
15. Beck R. Magnetic Fields in Spiral Galaxies / R. Beck // Astron. Astrophys. Rev. – 2016. – V. 24, N 4. – P. 1–57.
16. . . . / , , // . – 2017. – . 187, 1. – . 3–44.
17. . . . IV / // . – 2016. – 3. – . 115–128.
18. . . . / , // . – 2008. – . 178, 11. – . 1129–1164.
19. « . . . », [. . . .] . – : <https://ria.ru/science/20161207/1483035197.html?inj=1>

References

1. Fizicheskaya entsiklopediya : v 5 t. / pod. red. A.M. Prohorova. – M. : Bolshaya ross. ents., 1999. – 760 s.
2. Fizika mikromira. Malenkaya entsiklopediya / pod red. D.V. Shirikova. – M. : Sov. Ents, 1980. – 528 s.
3. The BEH-mechanism, Interactions with Short Range Forces and Scalar Particles. Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2013. URL: <http://kva.se>
4. Lanev A.V. Rezultaty kollaboratsii CMS: bozon Higgsa i poiski novoy fiziki / A.V. Lanev // UFN. – 2014. – T. 184, 9. – S. 996–1004.
5. Kazakov D.I. Higgsoskiy bozon otkryit: chto dalshe? / D.I. Kazakov // UFN. – 2014. – T. 184, 9. – S. 1004–1016.
6. Moffatt K. Vykhevaia dynamika: nasledye Helmholtza y Kelvyna / K. Moffatt // Nelyneinaia dynamika. – 2006. – T. 2, 4. – S. 401–410.
7. Moffatt H.K. Helicity in Laminar and Turbulent Flow / H.K. Moffatt, A. Tsinober // Annu. Rev. Fluid Mech. – 1992. – V. 24. – P. 281–312.
8. Berger M.A. Topological Methods in Astrophysics / M.A. Berger // Phil. Trans. R. Soc. Lond. A. – 2001. – V. 359. – P. 1439–1448.
9. Hardee P. AGN jets: From Largest to Smallest Angular Scales / P. Hardee // J. Phys.: Conf. Ser. – 2008. – V. 131, N 012052. – P. 1–14.
10. Zhang H. Current Helicity of Active Regions as a Tracer of Large-scale Solar Magnetic Helicity / H. Zhang, D. Moss, N. Kleeorin et al. // The Astrophys. J. – 2012. – V. 751, N 47. – P. 1–10.
11. Zaspas Yu.P. Kontaktne dynamo yak henerator koherentnykh (kooperatyvnykh) kosmichnykh form rukhu ta mekhanizm obiednannia elektromagnitnoho, hravitatsiinoho, sylnoho i slabkoho poliv. Chastyna IX. Nova stara fizyka / Yu.P. Zaspas // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2017. – Issue 6. – S. 293–306.
12. Pauli V. Teoria otositelnosti / Pauli V. – M. : Nauka, 1991. – 328 s.
13. Landau L.D. Teoriya polya / Landau L.D., Lifshits E.M. – M. : Nauka, 1988. – 512 s.
14. Zaspas Yu.P. Kontaktne dynamo yak henerator koherentnykh (kooperatyvnykh) kosmichnykh form rukhu ta dzherelo planetarnoi, soniachnoi, halaktychnoi ta metahalaktychnoi enerhii ta elektromagnetyzmu. Chastyna VIII / Yu.P. Zaspas // Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. – 2017. – Issue 5. – S. 526–539.
15. Beck R. Magnetic Fields in Spiral Galaxies / R. Beck // Astron. Astrophys. Rev. – 2016. – V. 24, N 4. – P. 1–57.

16. Zasov A.V. Temnaya materiya v galaktikah / A.V. Zasov, A.S. Saburova, A.V. Hoperskov, S.A. Hoperskov // UFN. – 2017. – Т.187, 1. – С. 3–44.
17. Zaspа Yu.P. Kontaktne dynamo yak henerator koherentnykh kosmichnykh form rukhu ta dzhereło planetarnoho, soniachnoho i halaktychnoi i metahalaktychnoi enerhii. Chastyna IV / Yu.P. Zaspа // Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. – 2016. – 3. – С. 115–128.
18. Ryabov V.A. Poiski chastits temnoy materii / V.A. Ryabov, V.A. Tsarev, A.M. Tshovrebov // UFN. – 2008. – Т. 178, 11. – С. 1129–1164.
19. Temnaya materiya okazalas bolee «gladkoj», chem schitali uchenyie [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu : <https://ria.ru/science/20161207/1483035197.html?inj=1>

/Peer review : 19.02.2018 .

/Printed :28.03.2018 .

Повні вимоги до оформлення рукопису
<http://vestnik.ho.com.ua/rules/>

протокол № 11 від 22.02.2018 р.

28.03.201848,98 .- . .46,12
 30 42/4, . . .
 100, . . _____

“ ”
 29016, . . . , 7/1. (0382) 72-83-63