



Russian Journal Astrophysical Research. Series A

Has been issued since 2015.
ISSN 2410-9347
2016. Vol.(2). Is. 1. Issued 1 times a year

EDITORIAL BOARD

Dr. Prokopiev Evgeny – Kurchatov Institute, Institute of Theoretical and Experimental Physics, Russian Federation (Editor in Chief)

Dr. Bisnovaty-Kogan Gennady – Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Dr. Blinnikov Sergei – Kurchatov Institute, Institute of Theoretical and Experimental Physics, Moscow, Russian Federation

Dr. Md Azree Othuman Mydin – University Sains Malaysia, Penang, Malaysia
Dr. Moskalenko Igor – Stanford University, Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology, Stanford, USA

Dr. Nakariakov Valery – University of Warwick, Coventry, United Kingdom

Dr. Sokoloff Dmitry – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Dr. Suntola Tuomo – Physics Foundations Society, Espoo, Finland

Dr. Tsvetkov Viktor – Institute for Scientific Research of Aerospace Monitoring AEROCOSMOS, Moscow, Russian Federation

Journal is indexed by: **CrossRef, MIAR, OAJI, Russian Science Citation Index**

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 26/2 Konstitutcii, Office 6
354000 Sochi, Russia

Website: <http://ejournal28.com/>
E-mail: ejtd2013@mail.ru

Founder and Editor: Academic Publishing
House *Researcher*

Passed for printing 16.6.16.

Format 21 × 29,7/4.

Enamel-paper. Print screen.

Headset Georgia.

Ych. Izd. l. 4,5. Ysl. pech. l. 4,2.

Order № RJAP-2.

Russian Journal of Astrophysical Research. Series A

2016

Is. **1**



Russian Journal of Astrophysical Research. Series A

Russian Journal of Astrophysical Research. Series A

2016

Is.

1

Издается с 2015 г.
ISSN 2410-9347.
2016. № 1 (2). Выходит 1 раз в год.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Прокопьев Евгений – НИЦ «Курчатовский институт», Институт Теоретической и Экспериментальной Физики, Москва, Российская Федерация (Главный редактор)

Бисноватый-Коган Геннадий – Институт космических исследований РАН, Москва, Российская Федерация

Блинников Сергей – НИЦ «Курчатовский институт», Институт Теоретической и Экспериментальной Физики, Москва, Российская Федерация

Мд Азри Отхуман Мудин – Университет Малайзии, Пенанг, Малайзия

Москаленко Игорь – Стэнфордский Университет и Институт Кавли для Астрофизики Частиц и Космологии, Стэнфорд, США

Накаряков Валерий – Университет Варвик, Ковентри, Великобритания

Соколов Дмитрий – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

Сунтола Туоми – Физическое Общество, Эспоо, Финляндия

Цветков Виктор – Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга "Аэрокосмос", Москва, Российская Федерация

Журнал индексируется в: **CrossRef, MIAR, OAJI, Российский индекс научного цитирования**

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 354000, Россия, г. Сочи,
ул. Конституции, д. 26/2, оф. 6
Сайт журнала: <http://ejournal28.com/>
E-mail: ejtd2013@mail.ru

Учредитель и издатель: ООО «Научный
издательский дом "Исследователь"» -
Academic Publishing House *Researcher*

Подписано в печать 16.06.16.
Формат 21 × 29,7/4.
Бумага офсетная.
Печать трафаретная.
Гарнитура Georgia.
Уч.-изд. л. 4,5. Усл. печ. л. 4,2.
Заказ № RJAP-2.

CONTENTS

Star Formation via Thermal Instability of Radiative Thermally Conducting Viscous Plasma with FLR Corrections in ISM Sachin Kaothekar	4
On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial Viktor P. Savinych	23
The Problem of Asteroid-Comet Danger Viktor Ya. Tsvetkov	33
Corona Heating Problem from the Standpoint of ZPF Radiation from Vacuum Takaaki Musha	41

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 ISSN: 2410-9347
 Vol. 2, Is. 1, pp. 4-22, 2016

DOI: 10.13187/rjar.2016.2.4
www.ejournal28.com



UDC 551

Star Formation via Thermal Instability of Radiative Thermally Conducting Viscous Plasma with FLR Corrections in ISM

Sachin Kaothekar ^{a,*}^aDepartment of Physics, Mahakal Institute of Technology, India

Abstract

The process of star formation is one of the most fascinating processes in the astronomy and astrophysics. The effect of radiative heat-loss function and finite ion Larmor radius (FLR) corrections on thermal instability of infinite homogeneous viscous plasma has been investigated incorporating the effects of thermal conductivity, finite electrical resistivity and permeability for star formation. A general dispersion relation is derived using the normal mode analysis method with the help of relevant linearized perturbation equations of the problem. The wave propagation along and perpendicular to the direction of magnetic field has been discussed. Stability of the medium is discussed by applying Routh Hurwitz's criterion. We find that the presence of FLR corrections, radiative heat-loss function and thermal conductivity modifies the fundamental criterion of thermal instability. Numerical calculations have been performed to show the effect of various parameters on the growth rate of the thermal instability. From the curves we find that heat-loss function and FLR corrections have stabilizing effect on the growth rate of thermal instability. Our results are applicable in understanding the star formation in interstellar medium.

Keywords: thermal instability, star formation, radiative heat-loss function, thermal conductivity, FLR corrections.

1. Introduction

Thermal instability is one of the most prominent aspects for star formation process in interstellar medium. As soon as an affirmative temperature perturbation is finished in a thermal unbalanced medium, the perturbation develops and the emanation pace dwindles. This progression is deliberation to be probable in a quantity of astrophysical circumstances such as the gas in the interstellar medium, bunches of the galaxies and in the solar corona. The not as much of understandable is the comparative consequence of this development in an assortment of conditions. Thermal instability has lots of claims in astrophysical circumstances (e.g. star configuration, stellar environment, a cluster of interstellar medium, globular clusters and galaxy configuration and many more situations [Meerson, 1966](#)). The instability may be motivated by radiative cooling of optically skinny gas arrangement or by exothermic nuclear reactions ([Schwarzschild, Harm, 1965](#)).

Linear firmness hypothesis for a dilute gas standard with volumetric foundations and descend of liveliness in thermal equilibrium was build upped by [Field, 1965](#); he recognize three

* Corresponding author

E-mail addresses: sac_kaothekar@rediff.com, sackaothekar@gmail.com (Sachin Kaothekar)

unbalanced manners, the isobaric manner (the pressure motivated formation of condensations not engross gravitation) and the two isentropic manners (the over steadiness of acoustic wave broadcast in contradictory ways). [Hunter, 1970, 1971](#) lengthened these consequences to arbitrary non-stationary environment streams, illustrating that chilling dictates media are potentially more unbalanced than that in balance, while heating supply stabilization. The majority widespread submissions of thermal instability to interstellar standard and star configuration agreement with the isobaric manner that was utilized to give details of the scrutinized multi phase construction of the interstellar medium ([Field 1965, Pikel'ner 1968, Goldsmith, Habing, 1969, Wolfircetal, 1995](#)). In this bearing [Aggarwal, Talwar, 1969](#) have argued magneto-thermal instability in a rotating gravitating fluid. [Sharm, Prakash, 1975](#) have explored radiative transport and collisional consequences on thermal convective instability of a composit intermediate. [McCray, Stien, 1975](#) have conceded out the exploration of thermal instability in supernova shell. [Nusel, 1986](#) has argued the thermal instability in chilling flows. [Panavano, 1988](#) has studied self regulating star arrangement in isolated galaxies: thermal instability in the interstellar medium. [Iabnez, Sancher, 1992](#) have revised the propagation of sound and thermal waves in plasma with solar abundance. [Bora and Talwar, 1993](#) have examined the magneto-thermal instability with finite electrical resistivity and Hall current, both for self-gravitating and non-gravitation arrangements. [Prajapati et al., 2010](#) have argued the consequence of radiative heat-loss function and thermal conductivity on gravitational instability of fully ionized plasma with electron inertia, Hall current, rotation and viscosity. [Szunzkiewicz, Millar, 1997](#) have examined the thermal stability of transonic accretion discs. [Najad-Asghar, Ghanbari, 2003](#) have accepted out linear thermal instability and arrangement of clumpy gas clouds including the ambipolar transmission. [Vasiliev, 2012](#) has explored the thermal instability in a collisionally chilled gas. [Najad-Asghar, 2007](#) has examined the configuration of fluctuations in a molecular slab via isobaric thermal instability. [Stiele et al., 2006](#) have accepted out the problem of thermal instability in weakly ionized plasma. [Nipotic, 2010](#) has explored thermal instability in rotating galactic coronae. [Hobbs et al., 2012](#) have argued thermal instability in breezing galactic fuelling star configuration in galactic discs. [Nipoti, Posti, 2013](#) have explored thermal instability of faintly magnetized rotating plasma. [Choudhary, Sharma, 2016](#) have argued cold gas in clusture core: global constancy analysis and non linear simulations of thermal instability.

Along with this in above argued predicaments the consequence of finite ion Larmor radius is not judged. In lots of astrophysical circumstances such as in interstellar and interplanetary plasmas the estimate of zero Larmor radiuses is not applicable. Quite a lot of authors [Rosenbluth et al., 1962, Roberts and Taylor, 1962, Jeffery and Taniuti, 1966, Vandakurov, 1964](#) have positioned out the significance of finite ion Larmor radius (FLR) consequences in the form of magnetic viscosity, on the plasma instability. Recently [Ferraro, 2007](#) has exposed the steady consequence of FLR on magneto-rotational instability. [Marcu, Ballai, 2007](#) have revealed the even out consequence of FLR on thermosolutal stability of two-component rotating plasma. [Sharma, 1974](#) has exposed the even out effect of FLR on gravitational instability of rotating plasma. [Bhatia, Chhonkar, 1985](#) have examined the steady consequence of FLR on the instability of a rotating layer of self-gravitating plasma. [Herrnegger, 1972](#) has studied the effects of collision and gyroviscosity on gravitational instability in a two-component plasma and concluded that the critical wave number becomes smaller with increasing gyroviscosity for finite Alfvén numbers and showed that Jeans criterion is changed by FLR for wave propagating perpendicular to magnetic field. [Vaghela, Chhajlani, 1989](#) have examined the steady consequence of FLR on magneto-thermal stability of resistive plasma through porous medium with thermal conduction. Thus FLR consequence is a significant feature in argument of self-thermal instability and supplementary hydrodynamic instability.

In the light of above work, we find that [Bora, Talwar, 1993](#) have measured the consequence of finite electrical resistivity, electron inertia, Hall current, thermal conductivity and radiative heat-loss function, but they neglect the effect of FLR corrections, viscosity, and permeability on thermal instability. [Vaghela, Chhajlani, 1989](#) have measured the effect of finite electrical resistivity, viscosity, permeability and thermal conductivity, but they ignore the consequence of radiative heat-loss function on thermal instability. [Aggarwal, Talwar 1969](#) have measured the result of viscosity, rotation, finite electrical resistivity, thermal conductivity and radiative heat-loss function, but they neglect the effect of FLR corrections, and permeability on thermal instability. Thus we discover that in these learning, [Aggarwal, Talwar, 1969](#) and [Bora, Talwar, 1993](#), the cooperative sway of,

permeability, FLR corrections, radiative heat-loss function, viscosity, electrical resistivity, thermal conductivity and magnetic field on the thermal instability is not explored. Consequently in the at hand employment the thermal instability of magnetized plasma with FLR corrections, permeability, radiative heat-loss function, viscosity, thermal conductivity and finite electrical resistivity for thermal configuration is studied. The stability of the system is discussed by applying Routh-Hurwitz criterion. The above work is applicable to dense molecular clouds and star formation in interstellar medium.

2. Basic set of equations of the difficulty

We take for granted an infinite homogeneous, magnetized, porous, thermally conducting, radiating, viscous plasma having (FLR) corrections in the presence of magnetic field \mathbf{B} (0, 0, B). The MHD equations of the difficulty with these consequences are written as

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\nabla p - \nabla \cdot \mathbf{P} + \rho \nu \nabla^2 \mathbf{v} - \rho \nu \frac{\mathbf{v}}{K_1} + \frac{1}{4\pi} (\nabla \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B}, \quad (1)$$

$$\frac{1}{\gamma-1} \frac{dp}{dt} - \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \rho L - \nabla \cdot (\lambda \nabla T) = 0, \quad (2)$$

$$p = \rho RT, \quad (3)$$

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \nabla \cdot \mathbf{v} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \nabla \times (\mathbf{v} \times \mathbf{B}), \quad (6)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad (7)$$

where \mathbf{P} is the pressure tensor situates for finite ion gyration radius as given by Robert and Taylor (1962) is

$$\begin{aligned} P &= -\rho \nu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right), & P &= \rho \nu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right), \\ P &= 0, & P &= P = \rho \nu \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} \right), \\ P &= P = -2\rho \nu \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial y} \right), & P &= P = 2\rho \nu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial z} \right). \end{aligned} \quad (8)$$

The parameter ν_0 has the dimensions of the kinematics viscosity and called as magnetic viscosity defined as $\nu_0 = \Omega_L R_L^2/4$, where R_L is the ion-Larmor radius and Ω_L is the ion gyration frequency. Also $p, \rho, \nu, T, K, \lambda, R$, and γ indicate the fluid pressure, density, kinematic viscosity, temperature, permeability, thermal conductivity, gas constant and ratio of two specific heats respectively. $L(\rho, T)$ is the radiative heat-loss purpose and depends on local values of density and temperature of the fluid. The convective derivative operator is given as

$$\frac{d}{dt} = \left(\frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \right), \quad (9)$$

where ∂_t stands for $\partial/\partial t$.

3. Linearized perturbation equations

The perturbation in fluid velocity, magnetic field, density, pressure, temperature and heat-loss function is given as $\mathbf{u}(u_x, u_y, u_z)$, $\delta\mathbf{B}$ ($\delta B_x, \delta B_y, \delta B_z$), $\delta\rho, \delta p, \delta T$ and L respectively. The linearized perturbation equations for such standard are

$$\rho \partial_t \mathbf{v} = -\nabla \delta p - \nabla \cdot \mathbf{P} + \rho \nu \nabla^2 \mathbf{v} - \rho \nu \frac{\mathbf{v}}{K_1} + \frac{1}{4\pi} (\nabla \times \delta \mathbf{B}) \times \mathbf{B}, \quad (10)$$

$$\frac{1}{\gamma-1} \partial_t \delta p - \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{p}{\rho} \partial_t \delta \rho + \rho [L_\rho \delta \rho + L_T \delta T] - \lambda \nabla^2 \delta T = 0, \quad (11)$$

$$\frac{\delta p}{p} = \frac{\delta T}{T} + \frac{\delta \rho}{\rho}, \quad (12)$$

$$\partial_t \rho + \rho \nabla \cdot \mathbf{v} = 0, \quad (13, 14)$$

$$\partial \delta \mathbf{B} = \nabla \times (\mathbf{v} \times \mathbf{B}), \quad (15)$$

$$\nabla \cdot \delta \mathbf{B} = 0, \quad (16)$$

where L_T, L_ρ are the partial derivatives of temperature dependent heat-loss function $(\partial L/\partial T)_\rho$ and density dependent heat-loss function $(\partial L/\partial \rho)_T$ respectively.

We take for granted that all the perturbed measure vary as

$$\exp i(\sigma t + k_x x + k_z z), \quad (17)$$

where σ is the frequency of harmonic disturbance, k_x and k_z are the wave numbers of the perturbations along x and z axes.

The constituents of equation (15) may be given as

$$\delta B_x = \frac{iB}{\omega} k_z v_x, \quad \delta B_y = \frac{iB}{\omega} k_z v_y, \quad \delta B_z = -\frac{iB}{\omega} k_x v_x. \quad (18)$$

merged equations (11) and (12), we obtain

$$\delta p = \frac{(A + \omega c^2)}{(\zeta + \omega)} \delta \rho, \quad (19)$$

where $\omega = i\sigma$ and $c = (\gamma p/\rho)^{1/2}$ is the adiabatic velocity of sound in the intermediate. The stricture A and ζ are specified as

$$A = (\gamma - 1) \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right),$$

$$\zeta = (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right). \quad (20)$$

Using equations (13)-(19) in equation (10) with equation (8), we may inscribe the subsequent algebraic equations for the mechanism of equation (10)

$$\left[\omega + \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \frac{V^2 k^2}{\omega} \right] v_x + \left[\nu_0 (k_x^2 + 2k_z^2) \right] v_y + \frac{ik_x}{k^2} \Omega_T^2 s = 0, \quad (21)$$

$$-\left[\varepsilon (k_x^2 + 2k_z^2) \right] v_x + \left[\omega + \varepsilon \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \frac{V^2 k^2}{\omega} \right] v_y - 2\varepsilon \nu k_x k_z v_z = 0, \quad (22)$$

$$2\nu k_x k_z u_y + \left[\omega + \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right] u_z + \frac{ik_z}{k^2} \Omega_T^2 s = 0. \quad (23)$$

Captivating divergence of equation (10) and using equations (13) to (19), we attain as

$$ik_x \frac{V k^2}{\omega} v_x + i\nu k_x (k_x^2 + 4k_z^2) v_y - \left[\omega + \omega \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \Omega_T^2 \right] s = 0, \quad (24)$$

where $s = \delta\rho/\rho$ is the condensation of the medium.

To acquire the dispersion relative, we have made subsequent replacements in above equations

$$\begin{aligned} \Omega_T^2 &= \frac{\omega \Omega_j^2 + \Omega_T^2}{\omega + B}, & \Omega_j^2 &= c^2 k^2, & \Omega_T^2 &= k^2 (\gamma - 1) \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right), \\ N &= \omega + \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right), & Q &= N + \frac{V^2 k^2}{\omega}, & M &= N + \frac{V^2 k_z^2}{\omega}, \\ P_1 &= \omega N + \Omega_T^2, & D &= \nu_0 (k_x^2 + 2k_z^2), & E &= 2\nu_0 k_x k_z, & E_1 &= ik_x \frac{V^2 k^2}{(\omega)}, \\ N_1 &= ik_x \nu_0 (k_x^2 + 4k_z^2), & F &= \frac{ik_x}{k^2} \Omega_T^2, & F_1 &= \frac{ik_z}{k^2} \Omega_T^2, & V^2 &= B^2 / 4\pi\rho. \end{aligned} \quad (25)$$

4. Dispersion relation

The nontrivial explanation of the determinant of the matrix get hold of from equations (21) - (24) with v_x, v_y, v_z, s having various coefficients should disappear to give the subsequent dispersion relative

$$PQN M + 4NM \nu_0^2 k_x^2 k_z^2 - \frac{2\nu^2 k^2 k^2}{k^2} \Omega_T^2 Q (k_x^2 + 4k_z^2) + NP \nu_0^2 (k_x^2 + 2k_z^2) + 2\nu_0^2 k_x^2 k_z^2 (k_x^2 + 2k_z^2)$$

$$\times \frac{V^2}{\omega} \Omega_T^2 - \frac{v^2 k^2}{k^2} \Omega_T^2 (k_x^2 + 2k_z^2) N(k_x^2 + 4k_z^2) - \frac{V^2 k^2}{\omega} \Omega_T^2 NM - 4v_0^2 k_x^4 k_z^2 \frac{V^2}{\omega} \Omega_T^2 = 0. \quad (26)$$

The dispersion relation (26) symbolizes the concurrent addition of radiative heat-loss function, FLR corrections, thermal conductivity, finite electrical resistivity, viscosity, permeability and magnetic field on thermal instability of plasma. In nonexistence of radiative heat-loss function the general dispersion relation (26) is identical to that of Vaghela and Chhajlani (1989). On abandoning the consequence of thermal conductivity and radiative heat-loss function dispersion relation (26) is identical to Sanghvi and Chhajlani (1986). In lack of radiative heat-loss purpose, thermal conductivity, finite electrical resistivity and viscosity the general dispersion relation (26) is identical to Sharma (1974) for non-rotational case. In nonexistence of FLR corrections, viscosity and dispersion relation (26) is identical to Bora and Talwar (1993) neglecting Hall current and electron inertia in that case. Also in absence of FLR corrections, viscosity, finite conductivity and dispersion relation (26) reduces to that obtained by Field (1965) for non-gravitating medium. Now we argue the general dispersion relation (26) for longitudinal and transverse wave propagation.

5. Analysis of the dispersion relation

5.1. Longitudinal mode of propagation ($\mathbf{k} \parallel \mathbf{B}$)

In this case the perturbations are taken corresponding to the course of the magnetic field (*i.e.* $k_x = 0, k_z = k$). The dispersion relation (26) reduces to

$$\left[\omega + v \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right] \left\{ \left[\omega + v \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \frac{V^2 k^2}{\omega} \right] + 4v_0^2 k^4 \right\} \\ \times \left[\omega^2 + \omega v \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \frac{\omega \Omega_j^2 + \Omega_I^2}{\omega + \zeta} \right] = 0. \quad (27)$$

This dispersion relation represents the collective effect of permeability, viscosity, magnetic field strength, thermal conductivity, radiative heat-loss function and FLR corrections on thermal instability of plasma. On evaluate this dispersion relation (27) with dispersion relation (20) of Vaghela and Chhajlani (1989) we find that two features are the identical but the third feature is unlike and acquires customized because of radiative heat-loss function. Also on multiplying all the constituents of equation (27) we get the dispersion relation, which is an equation of degree eight in ω and it is awkward to inscribe such a extensive equation. If we eliminate the consequence of FLR corrections, viscosity, and permeability in the above relation then we recover the relation given by Bora and Talwar (1993) not including Hall current and electron inertia in their case. Hence the above dispersion relation is the customized form of equation (21) of Bora and Talwar (1993) due to the enclosure of, permeability, FLR corrections and viscosity, in our case and by neglecting Hall current and electron inertia in their case for longitudinal propagation in dimensional form. In at hand case we have believed the effects of, permeability, FLR corrections and viscosity, but Bora and Talwar (1993) have not believed these consequences. Thus the dispersion relation in the in attendance psychotherapy is customized due to the presence of permeability, FLR corrections and viscosity, but circumstance of instability is unchanged by the presence of FLR corrections, viscosity, and permeability. Thus we terminate that the, permeability, FLR corrections and viscosity of the medium have no effect on the situation of instability. Also it is clear that the expansion pace of dispersion relation given by Bora and Talwar (1993) gets tailored due to the attendance of FLR corrections, viscosity and permeability in the present case. Thus we bring to a close that medium, permeability, FLR corrections and viscosity, modify the development pace of

instability in the present case. Hence these are the new result in our case than that of Bora and Talwar (1993).

The dispersion relation (27) has three dissimilar constituents and we argue each constituent separately. The first constituent of the dispersion relation (27) gives

$$\omega + \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) = 0. \tag{28}$$

This symbolizes a constant clammy manner customized by the attendance of viscosity, and permeability of the intermediate. Thus viscous is competent to become constant the expansion pace of the considered organization. The above method is unmoved by the company of FLR corrections, magnetic field strength, thermal conductivity and radiative heat-loss function. This dispersion relation is the same as to Vaghela and Chhajlani (1989).

The second feature of equation (27) on sweeping statement gives

$$\begin{aligned} \omega^4 + 2 \left\{ \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right\} \omega^3 + \left\{ \left[\nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right] + 2(V^2 k^2) + 4\nu_0^2 k^4 \right\} \omega^2 + \left\{ 2 \left[\nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right] (V^2 k^2) \right. \\ \left. + 8\eta k^2 \nu_0^2 k^4 \right\} \omega + V^2 k^2 = 0. \end{aligned} \tag{29}$$

The above dispersion relation demonstrates the viscous magnetized medium having finite electrical resistivity, permeability and FLR corrections. This dispersion relation is identical to Vaghela and Chhajlani (1989). The above relation is sovereign of thermal conductivity and radiative heat-loss functions. Equation (29) is a four degree equation in power of ω having its all coefficients positive which is a required situation for the constancy of the arrangement. To accomplish the adequate circumstance the major diagonal minors of Hurwitz matrix must be constructive. On scheming we get all the principal diagonal minors encouraging. Hence equation (29) always symbolized stability.

For inviscid, infinitely conducting intermediate in nonattendance of FLR corrections ($\nu = \nu_0 = 0$) equation (29) becomes

$$\omega^2 + V^2 k^2 = 0. \tag{30}$$

This represents the pure Alfven mode.

For inviscid medium ($\nu = 0$) equation (29) becomes

$$\omega^4 + 2(V^2 k^2 + 2\nu_0^2 k^4) \omega^2 + V^4 k^4 = 0. \tag{31}$$

The roots of equation (31) are

$$\omega = \left[- \left(V^2 k^2 + 2\nu_0^2 k^4 \right) \pm 2\nu_0 k^2 \left(V^2 k^2 + \nu_0^2 k^4 \right)^{1/2} \right]. \tag{32}$$

Hence FLR corrections modify the Alfven mode by changing the growth rate of the system. Equations (31) and (32) are the customized form of Vaghela and Chhajlani (1989) by intermediate.

The third component of the dispersion relation (27) on simplifying gives

$$\omega^3 + \left[v \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right] \omega^2 + \left[(\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) v \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + (c^2 k^2) \right] \omega + \left\{ k^2 (\gamma - 1) \left(T L_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} = 0. \quad (33)$$

This dispersion relation (33) corresponds to the joint influence of permeability, radiative heat-loss function, thermal conductivity and viscosity on the thermal instability of plasma. But there is no consequence of FLR corrections, finite electrical resistivity and magnetic field on the thermal instability of the considered system. In nonattendance of radiative heat-loss function the above relation (33) is identical to Vaghela and Chhajlani (1989). If the steady term of cubic equation (33) is a smaller amount than zero this agree to at least one positive real root which communicates to the instability of the organization. The circumstance of instability gained from unvarying term of equation (33) is given as

$$\left\{ k^2 (\gamma - 1) \left(T L_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} < 0. \quad (34)$$

The medium is unbalanced for wave number $k < k_{J1}$. Here it may be memorandum that the tailored critical wave number engrosses the derivatives of temperature dependent, density dependent heat-loss function and thermal conductivity of the medium. $c' = (p/\rho)^{1/2}$ is the isothermal velocity of sound in the intermediate. In nonattendance of permeability and viscosity, equation (33) is indistinguishable to Field (1965), as the viscosity and permeability of the medium have no consequence on the condition of instability. It is clear that the growth pace of the dispersion relation given by Field (1965) is getting customized due to the occurrence of viscosity and permeability in our present case. Hence these are the innovative verdicts in our case than that of Field (1965).

Fig. 1 demonstrates the outcome of k_λ^* on the enlargement pace of thermal instability for permanent values of other parameters. From curves it is clear that as the value of k_λ^* increases both the peak charge and the growth rate of thermal instability decreases. Thus the parameter k_λ^* moves the present system towards the stabilization. In Fig. 2 we have designed the enlargement pace of thermal instability against wave number for different values of the parameter k_T^* . From figure we terminate that as the value of k_T^* increase, the peak value of curves diminishes and the area of development pace also reduces. Hence, the presence of k_T^* also become constant the organization. In Fig. 3 we have exposed the consequence of viscosity on the expansion pace of thermal instability. Figure exhibits that on growing the worth of viscosity the enlargement rate of thermal instability reduces. Therefore, the parameters k_λ^* , k_T^* and ν^* viscosity stabilize the system.

To discuss the consequence of all stricture on the enlargement tempo of thermal instability we resolve equation (33) numerically by pioneer the following dimensionless quantities

To study the belongings of viscosity, and radiative heat-loss functions on the growth rate of thermal instability, we solve Eq. (33) numerically. Therefore Eq. (33) can be written in non-dimensional form with the help of following dimensionless quantities

$$\omega^* = \frac{\omega}{k_\rho c_s}, \quad \nu^* = \frac{\nu k_\rho}{c_s}, \quad k^* = \frac{k}{k_\rho}, \quad k_\lambda^* = \frac{k_\lambda}{k_\lambda}, \quad k_T^* = \frac{k_T}{k_\rho}. \quad (35)$$

Using Eq. (35), we write Eq. (33) in non-dimensional form as

$$\omega^{*3} + [\nu^* k^{*2} + k_T^* + k_\lambda^* k^{*2}] \omega^{*2} + c_s^2 [\nu^* k^{*2} (k_T^* + k_\lambda^* k^{*2}) + k^{*2}] \omega^* + \frac{k^{*2}}{\gamma} (k_T^* - 1 + k_\lambda^* k^{*2}) = 0. \quad (36)$$

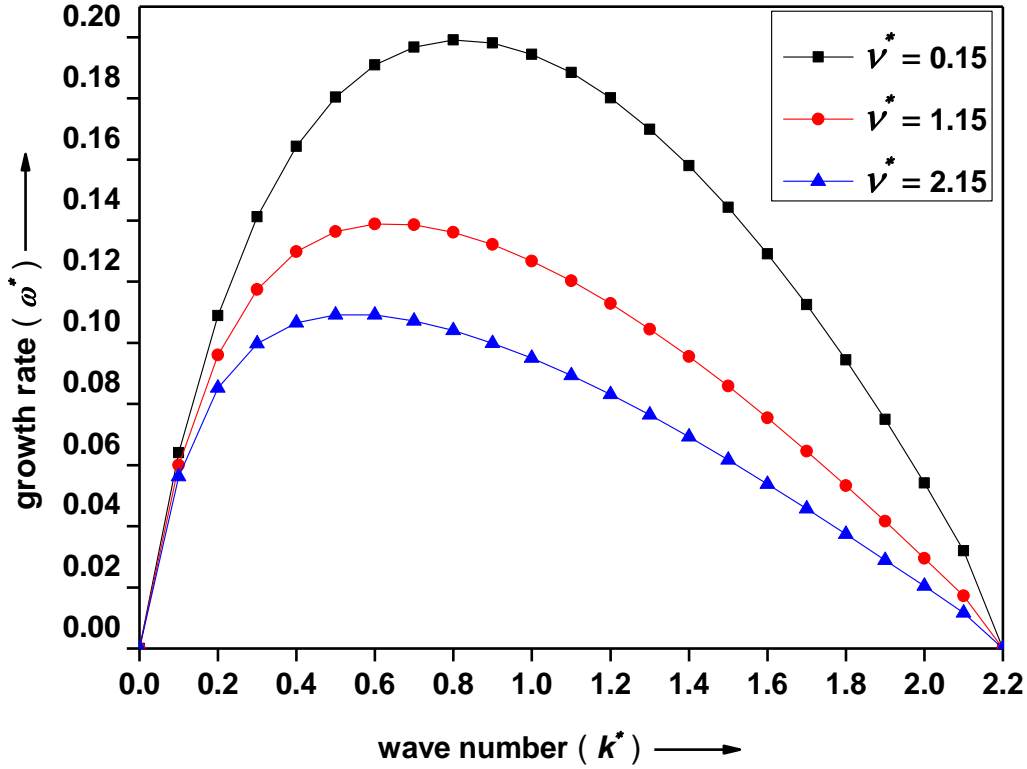


Fig. 1. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of ν^* with $k_T^* = 0.5$ and $K_1^* = 1$, $k_\lambda^* = 0.1$.

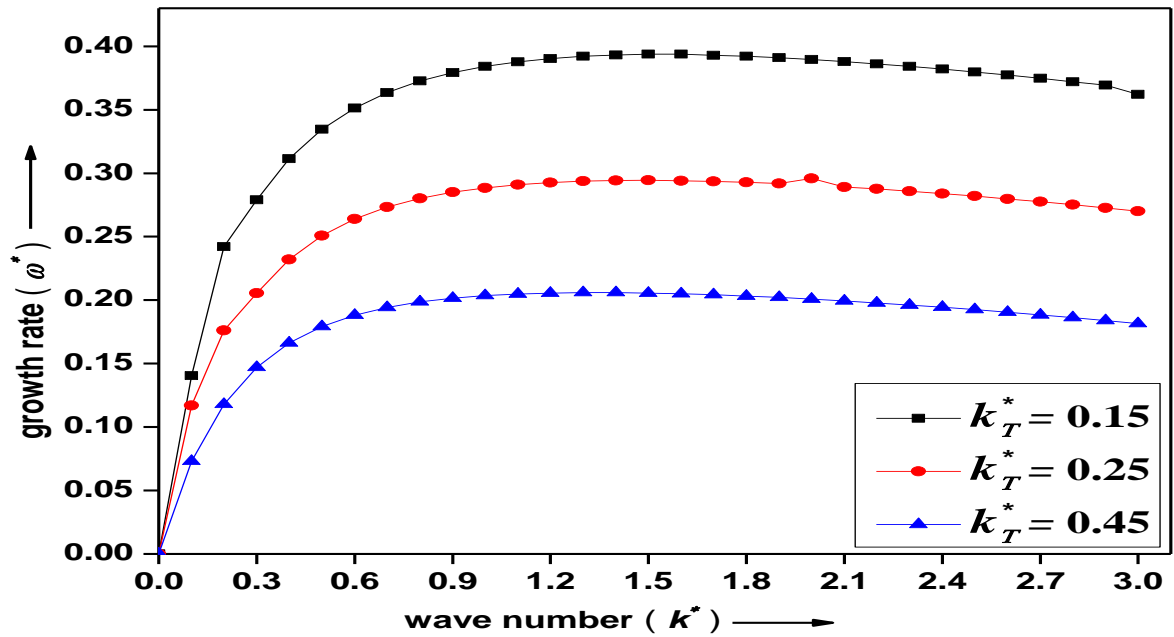


Fig. 2. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of k_T^* with $k_\lambda^* = 0.01$ and $K_1^* = \nu^* = 1.0$

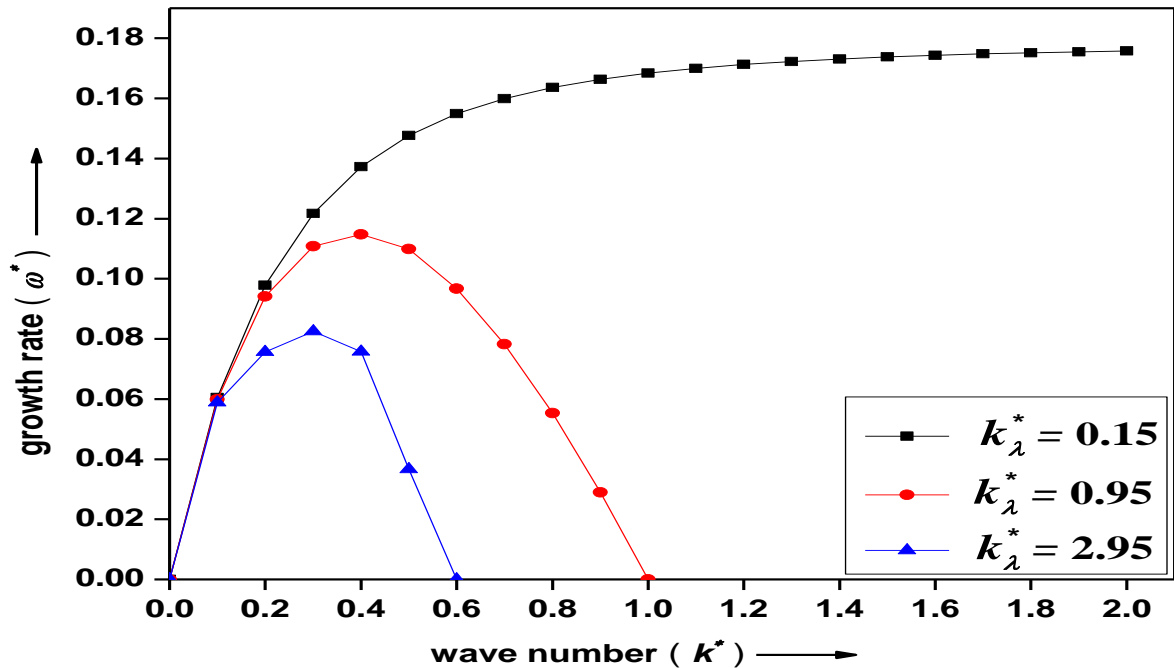


Fig. 3. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of k_λ^* with $k_T^* = 0.5$ and $K_1^* = \nu^* = 1.0$.

To argue the constancy of the arrangement given by equation (33), if constant term of cubic equation (33) is superior to zero, then all the coefficients of the equation (33) must be positive. Equation (33) is a third degree equation in the power of ω having its coefficients positive, which is a compulsory circumstance for the stability of the organization. To achieve the adequate

circumstance the principal diagonal minors of Hurwitz matrix must be positive. The principal diagonal minors are

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \left\{ \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right\} > 0, \\ \Delta_2 &= \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \left[\Delta_1 (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) + c^2 k^2 \right] + (\gamma - 1) k^2 \rho L_\rho > 0, \\ \Delta_3 &= \Delta_2 \left\{ k^2 (\gamma - 1) \left(T L_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} > 0. \end{aligned} \quad (37)$$

If $\Omega_j^2 > 0$, $\Omega_l^2 > 0$ and $\gamma > 1$, then it is clear that all the Δ s are positive hence organization symbolized by equation (33) is stable system.

For viscous, radiating, thermally non-conducting and self-gravitating porous medium ($\nu = L_{T,\rho} \neq 0$, $\lambda = 0$) equation (33) becomes

$$\begin{aligned} \omega^3 + \left\{ \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \frac{\gamma L_T}{c_p} \right\} \omega^2 + \left\{ \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \frac{\gamma L_T}{c_p} + c^2 k^2 \right\} \omega \\ + \frac{\gamma L_T}{c_p} \left\{ k^2 \left(c'^2 - \frac{\rho L_\rho}{T L_T} \right) \right\} = 0. \end{aligned} \quad (38)$$

The condition of instability from constant term of equation (38) is

$$\left\{ k^2 \left(c'^2 - \frac{\rho L_\rho}{T L_T} \right) \right\} < 0, \quad (39)$$

Thus we terminate that for longitudinal wave propagation as given by equation (27) the system is unbalanced only for Jeans condition, else it is stable. Also for longitudinal wave propagation the Jeans criterion remains unchanged by FLR corrections, viscosity, magnetic field, finite electrical resistivity and permeability, but thermal conductivity and radiative heat-loss function modify the expression and the original instability criterion becomes radiative instability criterion.

5.2 Transverse mode of propagation ($\mathbf{k} \perp \mathbf{B}$)

In this case the perturbations are taken perpendicular to the way of the magnetic field (*i.e.* $k_x = k$, $k_z = 0$). The dispersion relation (26) decreases to

$$\left\{ \omega + \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right\} \left[\left\{ \omega + \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right\} \left\{ \omega^2 + \omega \nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + \frac{\omega V^2 k^2}{\omega} \right\} \right]$$

$$\left. + \frac{\omega \Omega_j^2 + \Omega_l^2}{\omega + \zeta} \right\} + \omega^2 \nu_0^2 k^4 = 0. \quad (40)$$

This dispersion relation (40) is customized due to the attendance of permeability, radiative heat-loss function, FLR corrections, thermal conductivity, viscosity, finite electrical resistivity and magnetic field. The dispersion relation (40) has two different mechanisms. The first constituent of the dispersion relation (40) symbolizes a steady viscous mode modified by the presence of permeability of the medium as argues in equation (28).

The second constituent of the dispersion relation (40) on make things easier gives

$$\begin{aligned} & \omega^4 + \left\{ 2\nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right\} \omega^3 + \left\{ 2\nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \left[(\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right] \right. \\ & + \nu^2 \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right)^2 + V^2 k^2 + \nu_0^2 k^4 + c^2 k^2 \left. \right\} \omega^2 + \left\{ \left[(\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right] \left[\nu \left(k + \frac{1}{K_1} \right) + \nu_0^2 k^4 \right] \right. \\ & + V^2 k^2 \left[\nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) + (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right] + c^2 k^2 \left[\nu \left(k^2 + \frac{1}{K_1} \right) \right] + \left. \left[k^2 (\gamma - 1) \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right] \right\} \omega \\ & + \left\{ V^2 k^2 (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) + k^2 (\gamma - 1) \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} = 0. \quad (41) \end{aligned}$$

The above dispersion relation symbolize the joint influence of thermal conductivity, radiative heat-loss function, FLR corrections, finite electrical conductivity, viscosity, permeability and magnetic field on thermal instability of plasma through porous medium. In nonappearance of radiative heat-loss function equation (41) is indistinguishable to [Vaghela, Chhajlani, 1989](#). When unvarying term of equation (41) is a smaller amount than zero this allows at least one positive real root which communicates to the instability of the arrangement. The situation of instability obtained from unvarying term of equation (41) is given as

$$\left\{ V^2 k^2 (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) + k^2 (\gamma - 1) \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} < 0. \quad (42)$$

Thus to converse the consequence of each restriction (viz. heat-loss function, viscosity, permeability and FLR corrections) on the growth rate of unstable modes, we solve equation (41) numerically by introducing the following dimensionless measures

$$\omega^* = \frac{\omega}{k_\rho c_s}, \quad \nu^* = \frac{\nu k_\rho}{c_s}, \quad k^* = \frac{k}{k_\rho}, \quad k_\lambda^* = \frac{k_\lambda}{k_\lambda}, \quad k_T^* = \frac{k_T}{k_\rho}, \quad \nu_0^* = \frac{\nu_0 k_\rho}{c_s}. \quad (43)$$

Using Eq. (43), we put pen to paper Eq. (41) in non-dimensional form as

$$\begin{aligned}
 & \omega^{*4} + \left\{ 2\nu^* \left(k^{*2} + \frac{1}{K_1^*} \right) + k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} \right\} \omega^{*3} + \left\{ 2\nu^* \left(k^{*2} + \frac{1}{K_1^*} \right) \left[k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} \right] + \nu_0^* \left(k^{*2} + \frac{1}{K_1^*} \right)^2 \right. \\
 & \left. + V^{*2} k^{*2} + \nu_0^* k^{*4} + c^{*2} k^{*2} \right\} \omega^{*2} + \left\{ \left[k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} \right] \left[\nu^* \left(k^{*2} + \frac{1}{K_1^*} \right) + \nu_0^* k^{*4} \right] + V^{*2} k^{*2} \right. \\
 & \left. \times \nu^* \left(k^{*2} + \frac{1}{K_1^*} \right) + k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} \right\} + c^{*2} k^{*2} \left[\nu^* \left(k^{*2} + \frac{1}{K_1^*} \right) \right] + \frac{k^{*2}}{\gamma} \left[k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} - 1 \right] \left. \right\} \omega^* \\
 & + \left\{ V^{*2} k^{*2} \left[k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} \right] + \frac{k^{*2}}{\gamma} \left[k_T^* + k_\lambda^* k^{*2} - 1 \right] \right\} = 0. \tag{41}
 \end{aligned}$$

In Figures 4-8 the dimensionless expansion pace (ω^*) has been plotted touching the dimensionless wave number (k^*) to see the consequence of a variety of physical stricture such as viscosity, radiative heat-loss function and FLR corrections. It is clear from Fig. 4 that augmentation pace diminishing with increasing the value of viscosity. Thus the effect of viscosity is stabilizing. From Fig. 5 we see that as the value of k_λ^* augment the growth rate diminishes. Thus the consequence of limitation k_λ^* is also become constant.

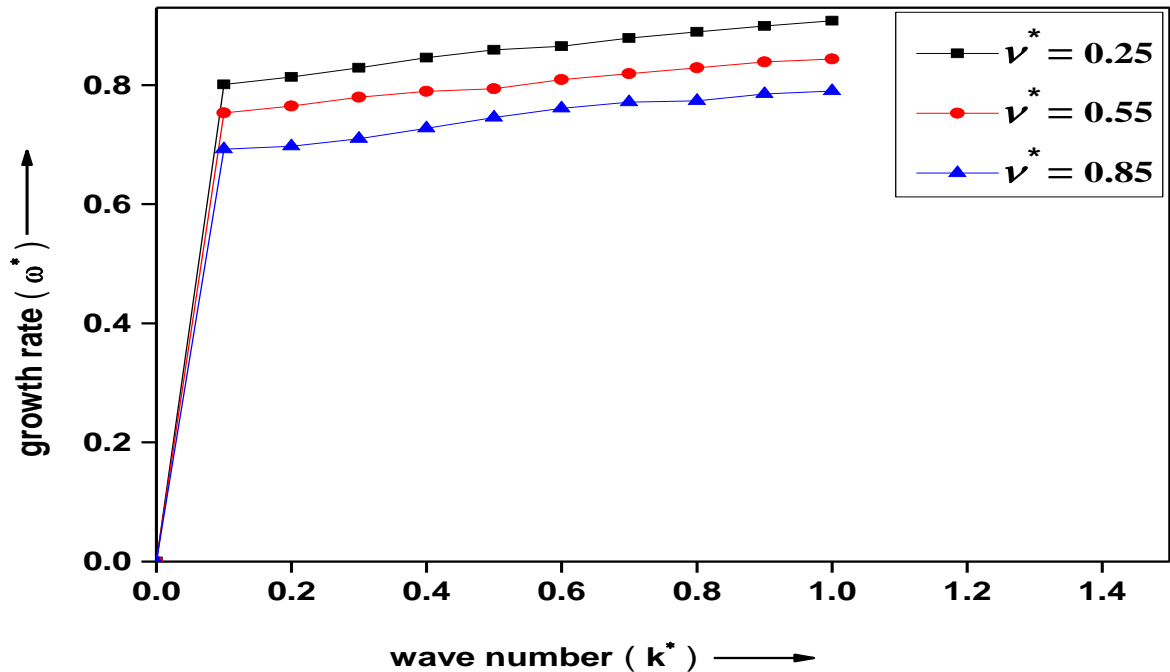


Fig. 4. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of ν^* with $k_T^* = 0.3$ and $k_\lambda^* = 0.2$, $K_1^* = \nu_0^* = 1.0$.

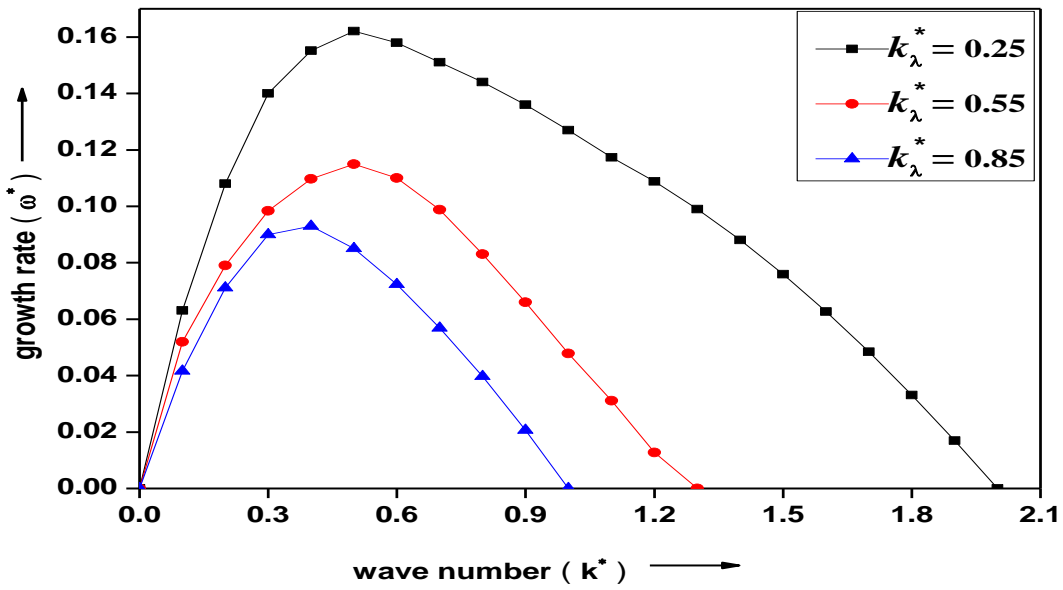


Fig. 5. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of k_λ^* with $k_T^* = 0.5$ and $K_1^* = \nu_0^* = \nu^* = 1.0$.

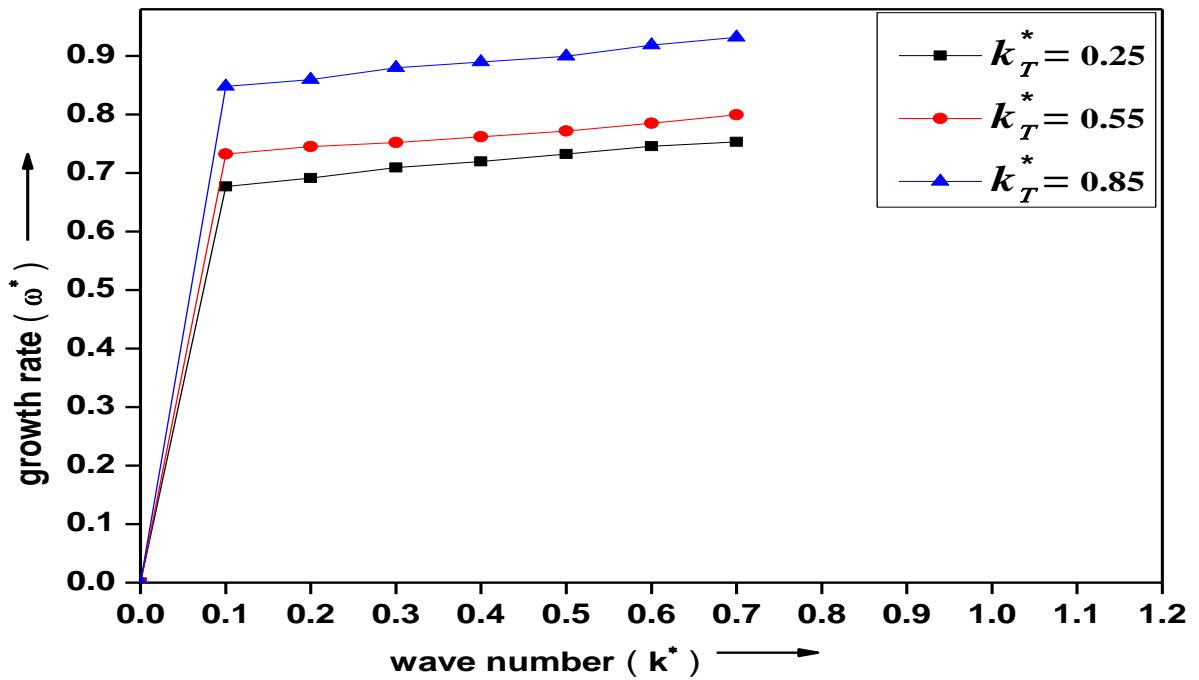


Fig. 6. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of k_T^* with $k_\lambda^* = 0.2$ and $K_1^* = \nu_0^* = \nu^* = 1.0$.

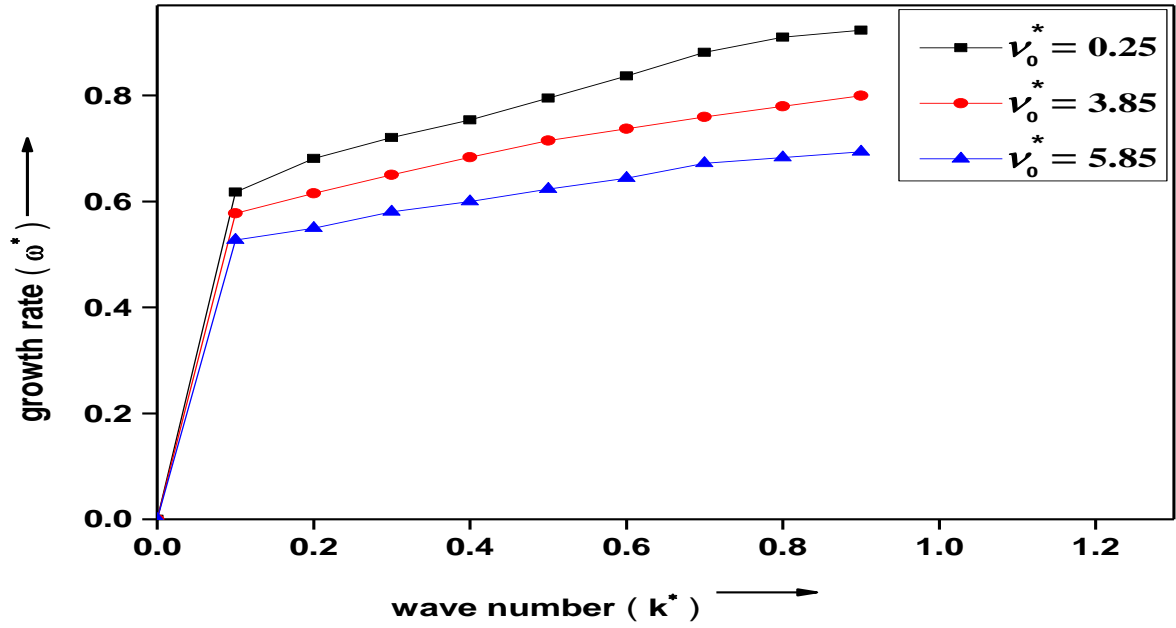


Fig. 7. The normalized growth rate (ω^*) as a function of normalized wave number (k^*) for different values of ν_0^* with $k_\lambda^* = 0.2$, $k_T^* = 0.3$ and $K_1^* = \nu^* = 1.0$.

From Fig. 6 we terminate that expansion rate decline with growing parameter k_T^* . Thus the presence of k_T^* become constant the development pace of the organization. Fig. 7 exhibits the authority of FLR corrections on the development pace of thermal instability. From figure it is understandable that the FLR correction has a become constant effect on the enlargement pace of thermal instability. Therefore, the limitation viscosity, radiative heat-loss functions and FLR corrections have steady authority on the arrangement.

For non-viscous, radiating, thermally conducting, magnetized, finitely conducting, medium with FLR corrections ($\nu = 0$, $L_{T,\rho} = V = \lambda = \nu_0 \neq 0$) equation (41) becomes

$$\omega^3 + \left\{ (\gamma - 1) \left(\frac{T\rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right\} \omega^2 + \{ V^2 k^2 + \nu_0^2 k^4 + c^2 k^2 \} \omega + \left\{ \nu k \left[(\gamma - 1) \left(\frac{T\rho L}{p} + \frac{\lambda k T}{p} \right) \right] \right. \\ \left. + V^2 k^2 (\gamma - 1) \left(\frac{T\rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) + \left[k^2 (\gamma - 1) \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right] \right\} = 0. \quad (45)$$

The above equation is adapted form of Vaghela and Chhajlani (1989) by inclusion of radiative heat-loss function. When constant term of equation (45) is less than zero this agree to at least one positive real root which communicates to the instability of the organization. The condition of instability attained from steady term of equation (45) is given as

$$\left\{ k^2 \left(TL_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} < 0. \quad (46)$$

From the above situation of instability given by equation (46) we finish that FLR corrections try to become stable the system. Also on contrast equations (41) and (46) we see that enclosure of viscosity take away the effects of FLR corrections and medium from circumstance of instability. So in both the holders either the organization is viscous or non-viscous, FLR corrections and steadies the growth rate of thermal instability.

For in viscid, thermally non-conducting, radiating, magnetized, finitely conducting, medium with FLR corrections ($\nu = \lambda = 0, L_T = V = \nu \neq 0$) equation (41) becomes

$$\omega^3 + \left(\frac{\gamma L_T}{c_p} \right) \omega^2 + (V^2 k^2 + \nu_0^2 k^4 + c^2 k^2) \omega + \left\{ \nu_0^2 k^4 \left(\frac{\gamma L_T}{c_p} \right) + V^2 k^2 \frac{\gamma L_T}{c_p} + \frac{\gamma}{c_p} \left[k^2 \left(c'^2 L_T - \frac{\rho L_\rho}{T} \right) \right] \right\} \omega = 0. \quad (47)$$

When steady expression of equation (47) is a smaller amount than zero this consent to at least one positive real root which communicates to the instability of the organization. The condition of instability gained from steady expression of equation (47) is given as

$$\left\{ k^2 \left(c'^2 - \frac{\rho L_\rho}{T L_T} \right) \right\} < 0, \quad (48)$$

For in viscid, infinitely conducting, radiating, thermally conducting, magnetized, porous medium with FLR corrections ($\nu = 0, L_{T,\rho} = V = \lambda = \nu_0 \neq 0$) equation (41) becomes

$$\omega^2 + \left\{ (\gamma - 1) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) \right\} \omega + \left\{ V^2 k^2 + \nu_0^2 k^4 + c^2 k^2 \right\} + \left\{ (\nu_0^2 k^4 + V^2 k^2) (\gamma - 1) + \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) + k^2 (\gamma - 1) \left(T L_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} = 0. \quad (49)$$

When steady term of equation (49) is not as much of as zero this permits at least one positive real root which communicates to the instability of the arrangement. The circumstance of instability attained from invariable term of equation (49) is given as

$$\left\{ (\nu_0^2 k^4 + V^2 k^2) \left(\frac{T \rho L_T}{p} + \frac{\lambda k^2 T}{p} \right) + k^2 \left(T L_T - \rho L_\rho + \frac{\lambda k^2 T}{\rho} \right) \right\} < 0. \quad (50)$$

The above circumstance of instability (50) is the tailored form of equation (41) of [Prajapati et al., 2010](#) by and FLR corrections, exclusive of electron inertia in their case. From the circumstance of instability prearranged by equation (50) we bring to a close that, FLR corrections and magnetic field try to stabilize the system. Also on comparing equations (41) and (49) we see that inclusion of viscosity remove the effect of FLR corrections, and magnetic field from circumstance of instability. So in both the cases whether the system is viscous or non-viscous FLR corrections become stable the enlargement pace of thermal instability.

Thus we conclude that FLR corrections, heat-loss function, thermal conductivity, magnetic field strength and viscosity have stabilizing influence on the augmentation pace of thermal instability,

6. Conclusion

In the in attendance difficulty we have deliberate the consequences of permeability FLR corrections on the thermal instability of infinite homogeneous viscous plasma with thermal conductivity, radiative heat-loss function, permeability. The general dispersion relation is obtained which is modified due to the presence of considered physical parameters and is discussed for longitudinal and transverse mode of propagation to the direction of magnetic field. We find that the basic principle of thermal instability regarding the size of initial break up is significantly modified due to radiative heat-loss function, and FLR corrections. The effect of heat-loss function parameters is found to stabilize the system in both the longitudinal mode and transverse mode of propagation.

In the case of longitudinal mode of propagation, we find Alfvén mode customized by the attendance of permeability, FLR corrections and viscosity. The thermal mode is obtained separately which is modified by the presence of permeability, radiative heat-loss function, thermal conductivity and viscosity. The condition of thermal instability is unaffected by the presence FLR corrections, permeability and viscosity. From the curves we find that the heat-loss function has a steady position on the growth rate of the organization in longitudinal mode of propagation.

In the container of transverse method of propagation, we acquire a thermal manner customized by the attendance of permeability, FLR corrections, radiative heat-loss function, thermal conductivity and viscosity. We find that the condition of instability is independent of FLR corrections and viscosity, and depends only on thermal conductivity and radiative heat-loss function. But the growth rate is pretentious by the attendance of all the measured limitations. For the case of inviscid and thermally non-conducting medium it is found that the condition of instability modified due to the presence of FLR corrections and radiative heat-loss function. It is experimental that for an inviscid medium the condition of instability is modified due to the presence of FLR corrections, magnetic field, thermal conductivity and radiative heat-loss function, and it is sovereign of permeability and viscosity. From the curves we discover that the heat-loss function has become constant effect on the enlargement pace of thermal instability. Also it is interesting to see that in both the cases the peak value of the curves decreases on growing heat-loss meaning these earnings that the organization becomes more constant on raising the value of heat-loss function. The consequence of FLR corrections is to become stable the organization.

Whilst the cloud density arrives at dangerous value, the cloud fragments into chilly dense condensations via thermal instability. When the serious density augment as metallicity diminish, and also as radiation augment. Condensations have a collision with each other and self-gravitating clumps will be shaped when the denote cloud density becomes adequately elevated; then stars will appearance. Development of the H II region in the region of the enormous star and supernova explosions will gust rotten neighboring gas and conclusion star arrangement development. When the denote density at the time of star structure is elevated, towering virial velocity stop development of the H II region. Also, in such high-density environments, the star configuration timescale is smaller than the lifetime of an enormous star. Then the gas in cluster-forming district will be rehabilitated into stars efficiently, before the gas is disconnected by get beggaring H II region or supernova explosions. High density is comprehended in the constricting low-metallicity gas, and if the configuration of a contracting gas cloud is probable, a physically powerful radiation situation is one more contender. Thus, it is not compulsory that far above the ground star configuration efficiency and jump cluster configuration are predictable attained in low-metallicity and/or strong-radiation surroundings. Such surroundings survives in dwarf galaxies, the near the beginning phase of our Galaxy and starburst galaxies.

7. Acknowledgements

One of the author's (SK) is grateful to Er. Praveen Vashishtha, Chairman Mahakal Institute of Technology for incessant sustain.

References

Aggrawal, Talwar, 1969 - Aggrawal, M. and Talwar, S.P., (1969) Magnetothermal instability in a rotating gravitating fluid, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 146, pp. 235-242.

Bhatia, Chhonkar, 1985 - *Bhatia, P.K. and Chhonkar, R.P.S.*, (1985) Larmor radius effects on the instability of a rotating layer of a self-gravitating plasma, *Astrophys. Space Sci.*, vol. 115, pp. 327-344.

Bora, Talwar, 1993 - *Bora, M.P. and Talwar, S.P.*, (1993) Magnetothermal instability with generalized Ohm's law, *Phys. Fluids B*, vol. 5, pp. 950-955.

Choudhary, Sharma, 2016 - *Choudhary, P.P. & Sharma, P.*, (2016) Cold gas in cluster cores: global stability analysis and non-linear simulations of thermal instability, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 457, pp. 2554-2567.

Ferraro, 2007 - *Ferraro, N.M.*, (2007) Finite Larmor radius effects on the magnetorotational instability, *Astrophys. J.*, vol. 662, pp. 512-516.

Field, 1965 - *Field, G.B.*, (1965) Thermal instability, *Astrophys. J.*, vol. 142, pp. 531-567.

Goldsmith, Habing, 1970 - *Goldsmith, D. W. & Habing, (1970)* Thermal stability and equilibrium—the two-phase ISM model of field, *Astrophys. J.*, vol. 161, p. 42.

Herrnegger, 1972 - *Herrnegger, F.*, (1972) Effects of collisions and gyroviscosity on thermal instability in a two-component plasma, *J. Plasma Phys.*, vol. 8, pp. 393-400.

Hobbs et al., 2013 - *Hobbs, A., Read, J., Power, C. & Cole, D.*, (2013) Thermal instability in cooling galactic coronae: fuelling star formation in galactic discs, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 434, pp. 1849-1868.

Hunter, 1970 - *Hunter, J.H., Jr.* (1970) Generalized thermal stability and its application for interstellar medium, *Astrophys. J.*, vol. 161, pp. 451-455.

Hunter, 1971 - *Hunter, J.H., Jr.* (1971) Generalized thermal stability and its application for interstellar medium, *Astrophys. J.*, vol. 166, pp. 451-453.

Iabnez, Sancher, 1992 - *Iabnez, M.H. & Sancher, N.M.*, (1992) Propagation of sound and thermal waves in a plasma with solar abundance, *Astrophys. J.*, vol. 396, pp. 717-724.

Ibanez, 1985 - *Ibanez, M.H.S.*, (1985) Sound and thermal waves in a fluid with an arbitrary heat-loss function, *Astrophys. J.*, vol. 290, pp. 33-46.

Jeffery, Taniuti, 1966 - *Jeffery, A. and Taniuti, T.*, (1966) *MHD Stability and Thermonuclear Containment*, Academic Press, New York.

McCray, Stien, 1975 - *McCray, R. & Stien, R.F.*, (1975) Thermal instability in superova shells, *Astrophys. J.*, vol. 196, pp. 565-570.

Najad-Asghar, 2007 - *Najad-Asghar, M.*, (2007) Formation of fluctuations in a molecular slab via isobaric thermal instability, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 379, pp. 222-228.

Najad-Asghar, Ghanbari, 2003 - *Najad-Asghar, M. & Ghanbari, J.* (2003) Linear thermal instability and formation of clumpy gas clouds including the ambipolar diffusion, vol. 345, pp. 1323-1328.

Najad-Asghar, Ghanbari, 2006 - *Najad-Asghar, M. and Ghanbari, J.*, (2006) Formation of small-scale condensations in the molecular clouds via thermal instability, *Astrophys. Space Sci.*, vol. 302, pp. 243-251.

Nipotic, 2010 - *Nipotic, C.*, (2010) Thermal instability in rotating galactic coronae, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 406, pp. 247-263.

Nipoti, Posti, 2013 - *Nipoti, C. & Posti, L.*, (2013) Thermal stability of a weakly rotating plasma, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 428, pp. 815-827.

Nusel, 1986 - *Nusel, P.E.J.*, (1986) Thermal instability in cooling flows, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 133, pp. 239-245.

Panavano, 1988 - *Panavano, A.*, (1988) Self-regulating star formation in isolated galaxies: thermal instability in the interstellar medium, *Astron. Astrophys.*, vol. 205, pp. 71-76.

Pikel'ner, 1968 - *Pikel'ner, S.B.*, (1968) Heating of interstellar gas by sub-cosmic rays formation of clouds, *Soviet Astron.*, vol. 11. p. 737.

Prajapati et al., 2010 - *Prajapati, R.P., Pensia, R.K., Kaothekar, S. and Chhajlani, R.K.*, (2010) Self-gravitational instability of rotating viscous Hall plasma with arbitrary radiative heat-loss functions and electron inertia, *Astrophys. Space Sci.*, vol. 327, pp. 139-154.

Roberts, Taylor, 1962 - *Roberts, K.V. and Taylor, J.B.*, (1962) Magnetohydrodynamic equations for finite Larmor radius, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 8, pp. 197-198.

Szunzkiewicz, Millar, 1997 - *Szunzkiewicz, E. & Millar, J.C.*, (1997) On the thermal stability of transonic accretion discs, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 387, pp. 165-179.

[Shadmehri, Dib, 2009](#) - *Shadmehri, M. and Dib, S.*, (2009) Magnetothermal condensation modes including the effects of charged dust particles, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 395, pp. 985-990.

[Sharm, Prakash, 1975](#) - *Sharm, R.C., & Prakash, K.*, (1975) Radiative transfer and collisional effects on thermal convective instability of a composit medium, *Progress of Theoretical Physics*, vol. 54, pp. 409-414.

[Stiele et al., 2006](#) - *Stiele, H., Lesch, H. and Heitsch, F.*, (2006) Thermal instability in a weakly ionized plasma, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 372, pp. 862-868.

[Vaghela, Chhajlani, 1989](#) - *Vaghela, D.S. and Chhajlani, R.K.*, (1989) Magnetothermal stability of resistive plasma through porous medium with thermal conduction and FLR corrections, *Contrib. Plasma Phys.*, vol. 29, pp. 77-89.

[Vasiliev, 2012](#) - *Vasiliev, E.O.*, (2012) Thermal instability in a collisionally cooled gas, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 419, pp. 3641-3648.

[Vandakurov, 1964](#) - *Vandakurov, lu.V.*, (1964) On the theory of stability of a plasma in a strong longitudinal magnetic field, variable along the axis of symmetry, *Prikl. Mat. Mekh.*, vol. 28, pp. 77-89, 1964.

[Wolfire et al, 1995](#) - *Wolfire, M. G., Hollenbach, D., Mckee, C. F., Tielens, A.G.G.M., & Bakes, E.L.O.*, (1995) The neutral atomic phases of the interstellar medium, *Astrophys. J.*, vol. 443, pp. 152-168.

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 ISSN: 2410-9347
 Vol. 2, Is. 1, pp. 23-32, 2016

DOI: 10.13187/rjar.2016.2.23
www.ejournal28.com



UDC 52-32

On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial

Viktor P. Savinych ^{a, *}^a Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation

Abstract

The article analyzes the term cosmic knowledge. The article substantiates the introduction of the term cosmic knowledge in modern terminology field. The article analyzes the evolution of the concepts: knowledge, knowledge of the spatial and geoznanie cosmic knowledge. The article shows the close relationship between the cosmic knowledge and geoznaniem. The article reveals the content of important spatial knowledge and geoznaniya. The article shows that these properties are transferred to the cosmic knowledge. The article shows the specific differences cosmic knowledge from other types of knowledge. The article proves the introduction of the term cosmic knowledge in the language of modern science.

Keywords: astrophysics, space exploration, outer space, near-Earth space, cosmic knowledge, spatial knowledge, geoknowledge, models, spatial models, spatial relationships, dynamic models, picture of the world.

1. Введение

Лингвистически понятия «пространственное знание» и «знание о пространстве» не равнозначны. «Знание о пространстве» может содержать любое знание, в том числе и не пространственное. «Пространственное знание» является специальным термином и лингвистически является дефиницией, производной от термина «знание». В познании дефиниция — логическая или лингвистическая операция установления смысла термина. В математике дефиниция - введение нового понятия в математическое рассуждение путём комбинации или уточнения ранее определённых понятий (Цветков, 2016; Donhowe, Fennema, 1994). Синоним дефиниции — определение. В литературе чаще употребляют этот термин. Определение имеет объём и содержание (Цветков, 2012a). Специальный термин всегда является производным от общего термина. Образование производного термина осуществляется подобно образованию подмножества из множества путем учета и добавления дополнительных свойств элементов основного множества. Закон обратного отношения (ЗОО) между объёмом и содержанием понятия состоит в том, что чем шире объём понятия, тем меньше его содержание, и наоборот (Цветков, 2012a). Объём нового понятия может входить в объём другого понятия и составлять при этом лишь его часть. Понятия «космическое знание», «пространственное знание» (Galton, 2009; Цветков, 2015c; Hernandez, 1994) и «геознание» (Розенберг, Вознесенская, 2010; Кулагин, Цветков, 2013;

* Corresponding author

E-mail addresses: president@miigaik.ru (V.P. Savinych)

Савиных, 2016а) являются производными от понятия знание. Представляет интерес выявить сходство и различие между этими понятиями в аспекте введения нового термина «космическое знание».

Цель исследования – введение и обоснование термина «космическое знание» и оценка его в системе терминологических отношений в прикладных областях.

2. Материал и методы исследования

В качестве материала использовались существующие работы в области космических исследований, пространственных знаний и геознаний. В качестве методики исследования применялся системный анализ и лингвистический анализ.

3. Обсуждение и результаты

Введение термина «космическое знание» диктуется с одной стороны развитием космических исследований, с другой необходимостью систематики этого понятия в терминологическом поле. Обобщенно взаимосвязь знания, пространственного знания, геознания и космического знания приведена на рис. 1. На нем показано развитие понятий и отношения этих понятий с разными предметными областями. Для знания это опущено, так как знание применяют во всех областях. Для специальных знаний выделены предметные области.

Человечество существует в реальном пространстве. Реальное пространство описывается пространственной информацией и служит источником формирования пространственных знаний. Это обуславливает выделением из понятия знание пространственного знания (Цветков, 2015с).



Рис. 1. Взаимосвязь знания, пространственного знания, геознания и космического знания

Современный этап развития общества характеризуется широким накоплением и использованием пространственной информации, которая служит основой получения пространственного знания (Савиных, 2016b). Пространственное знание имеет два направления развития: искусственный интеллект и геоинформатика. Первоначально исследования в области пространственного знания велись в основном в русле искусственного интеллекта. С появлением геоинформатики работы в области пространственного знания стали проводиться в сфере реального пространства. При этом началась интеграция методов геоинформатики и методов искусственного интеллекта в области представления пространственных знаний (Moratz et al., 2002). Дополнительно пространственные знания изучают в психологии, когнитологии и в образовании (Григорьев, 2001). Все это делает актуальным обобщения опыта в области пространственных знаний и формирования новых понятий.

Следующим этапом развития понятий знание, пространственное знание (Рис. 1) идет термин «геознание». Понятию «геознание» предшествовали исследования в области пространственного знания. Геознание применяют также в двух направлениях. Первое направление это применение в области наук о Земле, например в геологии. В этом направлении оно менее структурировано и служит средством описания и накопления опыта.

В геоинформатике геознание более структурировано, что обусловлено формированием геознания на основе геоданных (Савиных, Цветков, 2014), которые являются системой данных, стратифицированы и являются системным информационным ресурсом. Благодаря этому геознание легко исследовать методами системного анализа

Исследование знаний космического пространства (Цветков, 2015b), наблюдение Земли из космоса, глобальный мониторинг (Бондур, Савин, 1992; Tsvetkov, 2012), решение проблемы астероидно-кометной опасности привело к необходимости формирования понятия космического знания как нового специального знания. Космическое знание более тесно связано с геознанием, чем с пространственным знанием (Рис. 1)

Объединяет геознание и космическое знание три компонента: конфигурационное знание, координационное знание, взаимное знание (Цветков, 2015c). Эти три знания связаны с отношениями: формы, системы, взаимности. Конфигурационное знание в качестве основного отношения использует отношения формы. Наиболее ярким представителем этого знания является геометрия – геометрия.

Координационное знание рассматривает позицию объекта в различных системах координат для разных точек отсчета. Координационное знание формируется с учетом отношений расположения и направления. Оно позволяет систематизировать объекты по их расположению и осуществлять группировку на этой основе. Например, по этому принципу сформированы планеты Солнечной системы. Области позиционного знания характеризуется системами координат и координатным пространством (Розенберг, Цветков, 2009). Системы координат могут простираются сколь угодно далеко. Координационное пространственное знание исследует пространственные системы, вид этих систем, связь между системами. Последнее приводит к анализу задач координатного преобразования. На Рис. 2 приведены связи между космическими и земными системами координат. Они не только задают иерархию разных пространств, но подчеркивают связь между разными видами знаний, приведенную на Рис. 1.

Если рассматривать космическое пространство за пределами Земли, то можно выделить следующую иерархию отношений пространств: галактический, гелиоцентрический (космическое знание) и околоземной космос (Бармин и др., 2014) (космическое знание и геознание). Эта иерархия задает иерархию координатных систем. На Рис. 2 обозначены: ЗЛКП – залунное космическое пространство (одна астрономическая единица); ПЛКП – подлунное космическое пространство (радиус орбиты Луны); ОКП – околоземное космическое пространство (около 60 радиусов Земли) (Бармин и др., 2014; Цветков, 2015a).

Связь геознания обусловлена тем, что методы земных наук применяют для космических исследований. Например, космическая геодезия или география внеземных территорий являются принятыми понятиями.

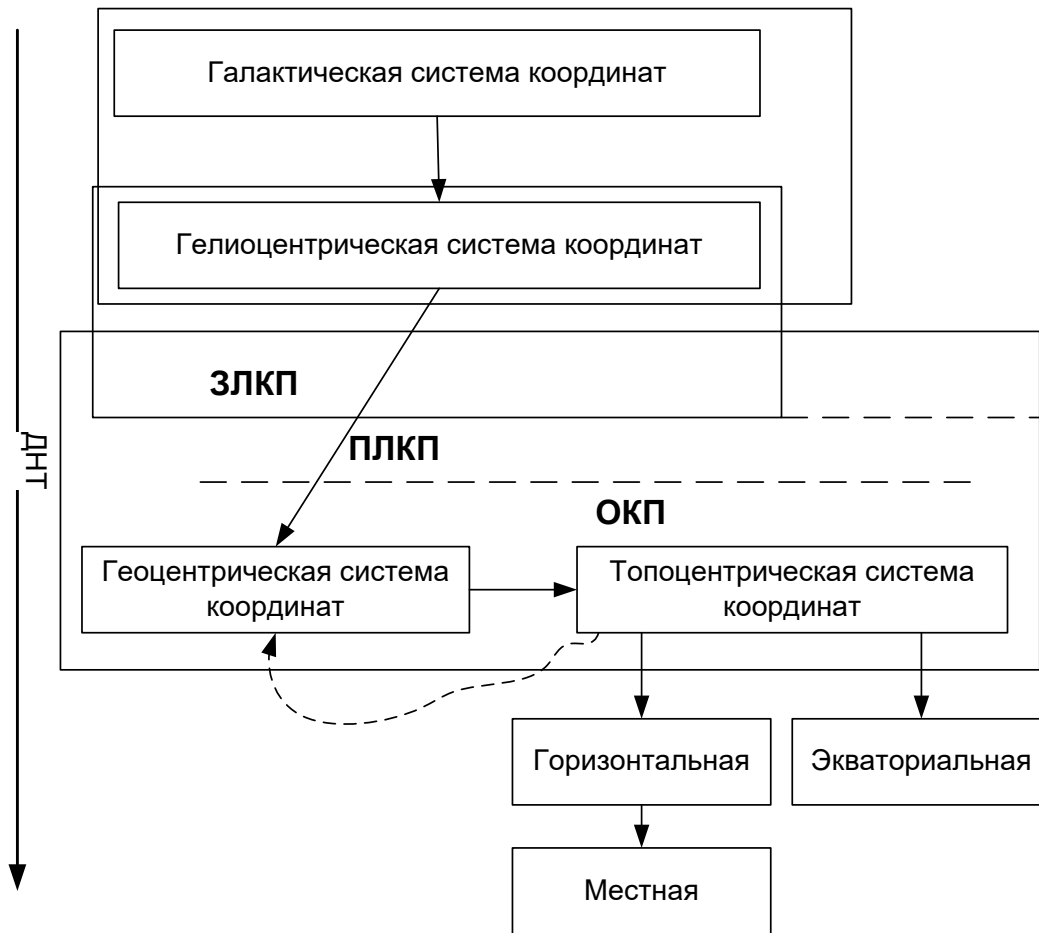


Рис. 2. Системы координат, обеспечивающие связь между разными видами знаний

Связь космического знания и геознания обусловлена тем, что методы космических исследований применяют не только для исследования внешнего космического пространства (Цветков, 2015а), но для исследования околоземного пространства и даже для исследования Земли из космоса (Рис. 1).

В последнее время появилось новое научное направление космическая геоинформатика (Tsvetkov, 2015), которое направлена на изучение ряда пространств: залунного космического пространства; подлунного космического пространство; околоземного космического пространства.

Взаимное пространственное знание математически чаще всего связывают с топологией. Эта часть знания входит в пространственное знание (Galton, 2009; Цветков, 2015), в геознание (Савиных, 2016а) и в космическое знание. Однако в земных науках это знание характерно статичностью топологических моделей и отсутствием динамики. Космические объекты характеризуются динамикой. Поэтому в космическом знании топологические методы используются условно и с определенными ограничениями в отличие от пространственного знания и геознания, связанного с земными объектами. Космические исследования служат важным специфическим приложением взаимного пространственного знания. Взаимное расположение объектов солнечной системы, расположения спутников планет служат основой формирования космического знания с учетом динамики объектов. Поэтому космические исследования также включают область взаимного пространственного знания, но с существенным отличием: включением временного фактора во взаимные знания.

Связывают геознания и космические знания пространственные отношения. Пространственные отношения являются одним из источников формирования пространственных, геознаний и космических знаний. Пространственные отношения

исследуются геометрии, в области искусственного интеллекта (Moratz et al., 2002; Кандрашина и др., 1989) и в геоинформатике (Цветков, 2012b). Однако и здесь имеются различия. В первую очередь это масштаб пространственных отношений в земных условиях и в космическом пространстве. В космических пространственных отношениях существуют иные единицы измерения и масштаба. Кроме того, для космических пространственных отношений имеет место динамика, которая для земных объектов отсутствует.

По этой причине космические пространственные отношения связаны со временем. Такая связь уже отражается в некоторых работах, например, в статье Энтони Гэлтона (Galton, 2009). Его работа является фундаментальной, поскольку она обобщает более чем 100 работ в этой области. В ней автор вводит в рассмотрение дополнительно к «пространственному знанию» еще и «пространственно-временное знание», что имеет прямое отношение именно к космическому знанию больше, чем к геознанию.

В геоинформатике и, соответственно, в геознании, пространственные отношения наиболее исследованы и представлены в трех видах: в виде топологических отношений, в виде геореференций (Розенберг, Вознесенская, 2010; Hill Linda, 2009), в виде пространственных иерархических отношений вида ISA, АКО (Цветков, 2015c; Кулагин, Цветков, 2013). Они описывают отношение между пространственными объектами и отношения между пространственными моделями и реальными объектами. Пространственные отношения включают информационные отношения (Tsvetkov, 2015d), что обусловлено широким применением информационных методов и информационного подхода (Колин, 1998; Коваленко, 2015) в космических исследованиях.

Космическое знание как результата космических исследований.

Космические исследования являются важным источником изучения окружающего мира и формирования картины мира (Коваленко, 2015; Савиных, 2015). Следует подчеркнуть, что космические исследования не возникли независимо, а формировались на основе земных наук и методов, применяемых в науке. Современные космические исследования и построение картины мира связаны с применением «земных» наук физики, математики, информатики, геоинформатики, географии, геодезии. Существует и применяется космическая геодезия и космическая география (Савиных и др., 2009). Геоинформатика как наука, интегрирующая науки о Земле, также имеет все основания на термин космическая. Это с одной стороны служит развитием наук, с другой стороны требует внедрения новых методов анализа, обусловленных новыми задачами и требованиями. Эти методы и дает космическая геоинформатика (Bondur, Tsvetkov, 2015). Ее особенностью является комплексный подход к исследованию космического пространства. Космическая геоинформатика обеспечивает на уровне данных сопоставимость и анализ. На уровне технологий космическая геоинформатика создает инструмент обмена методами анализа и обработки. На уровне познания космическая геоинформатика аналогична земной геоинформатике и также способствует интеграции наук.

Накопленный опыт применения земных наук в космических исследованиях с одной стороны и специализация видов знания с другой стороны, приводят к целесообразности введения понятия космическое знание. Этот вид знания является следствием эволюционного развития пространственного знания и имеет свои специфические особенности, отличающие его от других видов знания. Эти особенности состоят в следующем.

1. Низкая точность в некоторой геометрии объектов. В отношении орбит планет и небесных тел часто допускают понятие радиус орбиты, хотя все орбиты являются эллиптическими.

2. Масштабы пространства и скоростей, единицы измерения. Астрономическая единица и световой год не применяются в земных условиях и при исследовании околоземных пространств. Космические скорости также не применимы к земным объектам.

3. Временная топология. Топология в земных науках, геоинформатике и пространственных знаний является статической. В космическом знании топология является динамической, то есть топологические отношения зависят от времени и могут меняться.

4. Темпоральные пространственные отношения. Пространственные отношения включают топологические и являются более широким понятием. Пространственные

отношения в земных условиях являются фиксированными. В космическом знании пространственные отношения частично фиксированы и допускают динамику.

5. Динамика положения. В космическом знании приходится иметь дело с разными объектами, которые не только подвижны, но и их траектории весьма сложны для оценки, вследствие большого количества возмущений и множества разных факторов.

6. Релятивизм. Высокие скорости движения космических объектов намного превосходят скорости земных объектов и в отдельных случаях требуют применения теории относительности.

7. Спектральные зависимости. Ряд космических объектов имеют спектры, отличающие их от спектров земных объектов.

8. Физико-химический состав. Состав ряда небесных тел существенно отличается от физико-химического состава земных тел.

Данный перечень не является исчерпывающим. Он лишь определяет некоторые важные пункты в космическом знании.

Особенностью научных исследований является тенденция к углубленному изучению не только процессов и явлений, но и к углубленному изучению понятий для обозначения этих явлений (Микешина, 2005). Это приводит к периодической систематизации существующих понятий и дополнении понятий новыми понятиями, обусловленными развитием науки.

Исследование понятия знания и многообразных его форм всегда представляло интерес, как для прикладных, так и для фундаментальных наук. Введение новых терминов обусловлены необходимостью более точного описания новых направлений, выделения специфических особенностей нового понятия, выделения различий между существующими понятиями и детализацией терминологического поля. При этом важным фактором является сохранение существующих терминологических отношений (Тихонов и др., 2009).

Получение нового знания в прикладных науках характеризуется верификацией в области теории, логики и лингвистики. Источником информации и знаний является информационное поле (Бондур, 2015). В этом информационном поле осуществляется верификация новых терминов и понятий. Космические знания можно рассматривать как результат получения знаний в новой теории. Новые теории оказывают воздействие на условия исследования и интерпретацию явлений (Чехарин, 2014). Связи и отношения новых и старых теорий задают новый «взгляд на мир». Этот новый взгляд на мир и служат основой построения научной картины мира. Космические знания дают новый инструмент исследования и описания картины мира (Савиных, 2015а).

Космическое знание укладывается в терминологическое поле науки как уточняющее понятие геознания и отличающееся от него рядом специфических особенностей. Космическое знание естественным образом развивает направление космических исследований и создает уточняющую лингвистическую область для этих исследований.

Использование различных земных наук при исследовании космоса, в конце концов, требует введения своей области знания. Такой областью знания может быть космическое знание, которое будет способствовать концентрации и развитию космических исследований.

4. Заключение

Развитие науки предполагает периодическую систематизацию знаний. Наряду с систематизацией существует тенденция получения новых видов знания. Многообразие определений «знание» обусловлено объективным развитием науки и применением этих понятий в различных сферах, что и придает им специальный оттенок, например, космическое знание. Обращает на себя внимание тенденция в современной науке получения новых знаний с применением методов информатики (Коваленко, 2015, Савиных, 2015b) и геоинформатики (Савиных, 2015c).

Статья доказывает существование прямых связей между пространственными знаниями (Paradias, Sellis, 1994; Waller, Hunt, Knapp, 1998; Цветков, 2013), геознаниями (Розенберг, Вознесенская, 2010; Кулагин, Цветков, 2013; Савиных, 2016a; Ожерельева, 2016) и космическими знаниями. Особенно тесно эта связь проявляется при исследовании околоземного пространства в котором широко применяют методы геоинформатики, что привело к появлению космической геоинформатики. Именно космическая геоинформатика

связывает геознание и космическое знание. Все это делает актуальным исследование космических знаний, как нового научного феномена.

Литература

- Бармин и др., 2014** - Бармин И.В., Данхем Д.У., Кулагин В.П., Савиных В.П., Цветков В.Я. (2014). Координатное обеспечение системы глобального мониторинга. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*. № 3. с. 109-115.
- Бондур, 2015** - Бондур В.Г. (2015). Информационные поля в космических исследованиях. *Образовательные ресурсы и технологии*. №2 (10). с. 107-113.
- Бондур, Савин, 1992** - Бондур В.Г., Савин А.И. (1992). Концепция создания систем мониторинга окружающей среды в экологических и природно-ресурсных целях. *Исследование Земли из космоса*. № 6. с. 70–78.
- Григорьев, 2001** - Григорьев Э.А. (2001). Когнитивная роль интуитивных гипотез и визуального образа моделируемой реальности. *CASC'2001*. С. 5–16.
- Кандрашина и др., 1989** - Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. (1989). Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. М.: Наука, 328 с.
- Коваленко, 2015** - Коваленко Н.И. (2015). Информационный подход при построении картины мира. *Перспективы науки и образования*. №6. с.7-11.
- Колин, 1998** - Колин К.К. (1998). Информационный подход как фундаментальный метод научного познания. Межотраслевая информационная служба. №. 1. С. 3-17.
- Кулагин, Цветков, 2013** - Кулагин В.П., Цветков В.Я. (2013). Геознание: представление и лингвистические аспекты. *Информационные технологии*. №12. с. 2-9.
- Микешина, 2005** - Микешина Л.А. (2005). Философия науки. Современная эпистемология. Научное знание в динамике культуры. Методология научного исследования. М.: Прогресс-Традиция.
- Ожерельева, 2016** - Ожерельева Т.А. (2016). Геознания. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. №5. (часть 4). с.669-669.
- Розенберг, Вознесенская, 2010** - Розенберг И.Н., Вознесенская М.Е. (2010). Геознания и геореференция. *Вестник Московского государственного областного педагогического университета*. № 2. С. 116-118.
- Розенберг, Цветков, 2009** - Розенберг И.Н., Цветков В.Я. (2009). Координатные системы в геоинформатике. М.: МГУПС. 67 с.
- Савиных и др., 2009** - Савиных В.П., Смирнов Л.Е., Шингарева К.Б. (2009). География внеземных территорий. М.: Дрофа.
- Савиных, 2015a** - Савиных В.П. (2015). Информационное обеспечение научных и прикладных исследований на основе космической информации. *Перспективы науки и образования*. №2. с. 51-59.
- Савиных, 2015b** - Савиных В.П. (2015). Космические исследования как средство формирования картины мира. *Перспективы науки и образования*. №1. с. 56-62.
- Савиных, 2015c** - Савиных В.П. (2015). О космической и земной геоинформатике // *Перспективы науки и образования*. №5. с. 21-26.
- Савиных, 2016a** - Савиных В.П. (2016). Геознание. М.: МАКС Пресс. 132 с.
- Савиных, 2016b** - Савиных В.П. (2016). Информационные модели в дистанционных исследованиях Земли. *Образовательные ресурсы и технологии*. № 1 (13). с.109-121.
- Савиных, Цветков, 2014** - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2014). Гео данные как системный информационный ресурс. *Вестник Российской Академии Наук*, том 84, № 9, с. 826–829. DOI: 10.7868/So869587314090278.
- Тихонов и др., 2009** - Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Цветков В.Я. (2009). Терминологические отношения. *Фундаментальные исследования*. № 5. с. 146-148.
- Цветков, 2012a** - Цветков В.Я. (2012). Логика в науке и методы доказательств. М.: МГОУ. 68 с.
- Цветков, 2012b** - Цветков В.Я. (2012). Пространственные отношения в геоинформатике. *Науки о Земле*. Выпуск 01-2012. с. 59-61.
- Цветков, 2013** - Цветков В.Я. (2013). Пространственные знания. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. №7. с.43-47.

[Цветков, 2015a](#) - Цветков В.Я. (2015). Космический мониторинг: Монография. М.: МАКС Пресс, 68 с.

[Цветков, 2015b](#) - Цветков В.Я. (2015). Неявные знания в космических исследованиях. *Перспективы науки и образования*, №4. с. 19-27.

[Цветков, 2015c](#) - Цветков В.Я. (2015). Формирование пространственных знаний: Монография. М.: МАКС Пресс. 68 с.

[Tsvetkov, 2015d](#) - Tsvetkov V.Ya. (2015). Information Relations. *Modeling of Artificial Intelligence*, Vol.(8), Is. 4. p. 252-260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252.

[Цветков, 2016](#) - Цветков В.Я. (2016). Формирование дефиниций. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. №3. (часть 3). с. 503-504.

[Чехарин, 2014](#) - Чехарин Е.Е. (2014). Интерпретация информационных конструкций. *Перспективы науки и образования*. №6. с. 37-40.

[Bondur, Tsvetkov, 2015](#) - Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya. (2015). New Scientific Direction of Space Geoinformatics. *European Journal of Technology and Design*, 4. Vol. 10, Is. 4, pp. 118-126, DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118

[Donhowe, Fennema, 1994](#) - Donhowe I. G., Fennema O. (1994). Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. *Edible coatings and films to improve food quality*. С. 1-24.

[Galton, 2009](#) - Galton A. (2009). Spatial and temporal knowledge representation. *Earth Science Informatics*, September, Volume 2, Issue 3, pp. 169-187.

[Hernandez, 1994](#) - Hernandez D. (1994). Qualitative representation of spatial knowledge. Springer Science & Business Media.

[Hill Linda, 2009](#) - Hill Linda L. (2009). Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 272 p.

[Moratz et al., 2002](#) - Moratz R. et al. (2002). Spatial knowledge representation for human-robot interaction. International Conference on Spatial Cognition. Springer Berlin Heidelberg. p. 263-286.

[Papadias, Sellis, 1994](#) - Papadias D., Sellis T. (1994). Qualitative representation of spatial knowledge in two-dimensional space. *The VLDB Journal*. T. 3. №. 4. p. 479-516.

[Tsvetkov, 2012](#) - Tsvetkov V.Ya. (2012). Global Monitoring. *European Researcher*, Vol.(33), № 11-1. p. 1843-1851.

[Waller, Hunt, Knapp, 1998](#) - Waller D., Hunt E., Knapp D. (1998). The transfer of spatial knowledge in virtual environment training. *Presence*. T. 7. №. 2. p. 129-143.

References

[Barmin i dr., 2014](#) - Barmin I.V., Dankhem D.U., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Koordinatnoe obespechenie sistemy global'nogo monitoringa [Coordinate maintenance of a global monitoring system]. *Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina*. № 3. s. 109-115.

[Bondur, 2015](#) - Bondur V.G. (2015). Informatsionnye polya v kosmicheskikh issledovaniyakh [The information field in space research]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii The information field in space research..* №2 (10). s. 107-113.

[Bondur, Savin, 1992](#) - Bondur V.G., Savin A.I. (1992). Kontseptsiya sozdaniya sistem monitoringa okruzhayushchei sredy v ekologicheskikh i prirodno-resursnykh tselyakh [The concept of creation of system of environmental monitoring in environmental and natural resource purposes]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. № 6. s. 70-78.

[Grigor'ev, 2001](#) - Grigor'ev E.A. (2001). Kognitivnaya rol' intuitivnykh gipotez i vizual'nogo obraza modeliruemoi real'nosti [Cognitive role of intuitive hypotheses and the visual image of the simulated reality]. *CASC'2001*. S. 5-16.

[Kandrashina i dr., 1989](#) - Kandrashina E.Yu., Litvintseva L.V., Pospelov D.A. (1989). Predstavlenie znaniy o vremeni i prostranstve v intellektual'nykh sistemakh [The representation of knowledge about time and space in intelligent systems]. М.: Nauka, 328 s.

[Kovalenko, 2015](#) - Kovalenko N.I. (2015). Informatsionnyi podkhod pri postroenii kartiny mira [Information approach when building a picture of the world]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №6. s.7-11.

[Kolin, 1998](#) - Kolin K.K. (1998). Informatsionnyi podkhod kak fundamental'nyi metod nauchnogo poznaniya [Information approach as a fundamental method of scientific cognition].

Mezhotraslevaya informatsionnaya sluzhba. № 1. S. 3-17.

[Kulagin, Tsvetkov, 2013](#) - *Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya.* (2013). Geoznanie: predstavlenie i lingvisticheskie aspekty [Geosnake: presentation and linguistic aspects. Information technology]. *Informatsionnye tekhnologii*. №12. s. 2-9.

[Mikeshina, 2005](#) - *Mikeshina L.A.* (2005). Filosofiya nauki. Sovremennaya epistemologiya. Nauchnoe znanie v dinamike kul'tury. Metodologiya nauchnogo issledovaniya [The philosophy of science. Contemporary epistemology. Scientific knowledge in the dynamics of culture. The methodology of scientific research]. M.: Progress-Traditsiya.

[Ozherel'eva, 2016](#) - *Ozherel'eva T.A.* (2016). Geoznaniya [Geosnake]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. №5. (chast' 4). s.669-669.

[Rozenberg, Voznesenskaya, 2010](#) - *Rozenberg I.N., Voznesenskaya M.E.* (2010). Geoznaniya i georeferentsiya [Geosnake and georeference]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo pedagogicheskogo universiteta*. № 2. S. 116-118.

[Rozenberg, Tsvetkov, 2009](#) - *Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya.* (2009). Koordinatnye sistemy v geoinformatike [Coordinate system in geoinformatics]. M.: MGUPS. 67 s.

[Savinykh i dr., 2009](#) - *Savinykh V.P., Smirnov L.E., Shingareva K.B.* (2009). Geografiya vnezemnykh territorii [The geography of extraterrestrial territories]. M.: Drofa.

[Savinykh, 2015](#) - *Savinykh V.P.* (2015). Informatsionnoe obespechenie nauchnykh i prikladnykh issledovaniy na osnove kosmicheskoi informatsii [Information support of scientific and applied studies based on space information]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №2. s. 51-59.

[Savinykh, 2015](#) - *Savinykh V.P.* (2015). Kosmicheskie issledovaniya kak sredstvo formirovaniya kartiny mira [Space research as a means of creating a picture of the world.]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №1. s. 56-62.

[Savinykh, 2015](#) - *Savinykh V.P.* (2015). O kosmicheskoi i zemnoi geoinformatike [About space and earth's geo-Informatics]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №5. s. 21-26.

[Savinykh, 2016a](#) - *Savinykh V.P.* (2016). Geoznanie [Geomania]. M.: MAKS Press. 132 s.

[Savinykh, 2016b](#) - *Savinykh V.P.* (2016). Informatsionnye modeli v distantsionnykh issledovaniyakh Zemli [The information model in remote studies of the Earth]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. № 1 (13). s.109-121.

[Savinykh, Tsvetkov, 2014](#) - *Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya.* (2014). Geodannye kak sistemnyi informatsionnyi resurs [Geodata as system information resource]. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*, tom 84, № 9, s. 826–829. DOI: 10.7868/So869587314090278.

[Tikhonov i dr., 2009](#) - *Tikhonov A.N., Ivannikov A.D., Tsvetkov V.Ya.* (2009). Terminologicheskie otnosheniya [Terminological relationships]. *Fundamental'nye issledovaniya*. № 5. s. 146-148.

[Tsvetkov, 2012a](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2012). Logika v nauke i metody dokazatel'stv [Logic in the science and methods of proof]. M.: MGOU. 68 s.

[Tsvetkov, 2012b](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2012). Prostranstvennye otnosheniya v geoinformatike [Spatial relations in the geoinformatics]. *Nauki o Zemle*. № 01. s. 59-61.

[Tsvetkov, 2013](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2013). Prostranstvennye znaniya [The spatial knowledge]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. №7. s.43-47.

[Tsvetkov, 2015a](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2015). Kosmicheskii monitoring [Space monitoring] Monografiya. M.: MAKS Press, 68 s.

[Tsvetkov, 2015b](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2015). Neyavnye znaniya v kosmicheskikh issledovaniyakh [Tacit knowledge in space research]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, №4. s. 19-27.

[Tsvetkov, 2015c](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2015). Formirovanie prostranstvennykh znaniy [The formation of spatial knowledge]. Monografiya. M.: MAKS Press. 68 s.

[Tsvetkov, 2015d](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2015). Information Relations. *Modeling of Artificial Intelligence*, Vol.(8), Is. 4. r. 252-260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252.

[Tsvetkov, 2016](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2016). Formirovanie definititsii [The formation of definitions]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. №3. (chast' 3). s. 503-504.

[Chekharin, 2014](#) - *Chekharin E.E.* (2014). Interpretatsiya informatsionnykh konstruktsii [Interpretation of informational structures]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №6. s. 37-40.

[Bondur, Tsvetkov, 2015](#) - *Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya.* (2015). New Scientific Direction of Space Geoinformatics. *European Journal of Technology and Design*, 4. Vol. 10, Is. 4, pp. 118-126,

DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118

[Donhowe, Fennema, 1994](#) - *Donhowe I. G., Fennema O.* (1994). Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. *Edible coatings and films to improve food quality*. S. 1-24.

[Galton, 2009](#) - *Galton A.* (2009). Spatial and temporal knowledge representation. *Earth Science Informatics*, September, Volume 2, Issue 3, pp. 169-187.

[Hernandez, 1994](#) - *Hernandez D.* (1994). Qualitative representation of spatial knowledge. Springer Science & Business Media.

[Hill Linda, 2009](#) - *Hill Linda L.* (2009). Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 272 p.

[Moratz et al., 2002](#) - *Moratz R. et al.* (2002). Spatial knowledge representation for human-robot interaction. International Conference on Spatial Cognition. Springer Berlin Heidelberg. pp. 263-286.

[Papadias, Sellis, 1994](#) - *Papadias D., Sellis T.* (1994). Qualitative representation of spatial knowledge in two-dimensional space. *The VLDB Journal*. T. 3. №. 4. p. 479-516.

[Tsvetkov, 2012](#) - *Tsvetkov V.Ya.* (2012). Global Monitoring. *European Researcher*, Vol.(33), № 11-1. p. 1843-1851.

[Waller, Hunt, Knapp, 1998](#) - *Waller D., Hunt E., Knapp D.* (1998). The transfer of spatial knowledge in virtual environment training. *Presence*. T. 7. №. 2. p. 129-143.

УДК 52-32

Об отношении понятий космическое знание, геознание, пространственное знание

Виктор Петрович Савиных ^{а, *}

^а Московский государственный университет геодезии и картографии, Российская Федерация

Аннотация. Статья анализирует термин космическое знание. Статья обосновывает введение термина космическое знание в современное терминологическое поле. Статья анализирует эволюцию понятий: знание, пространственное знание геознание и космическое знание. Статья показывает тесную связь между космическим знанием и геознанием. Статья раскрывает содержание важного пространственного знания и геознания. Статья показывает, что эти свойства переносятся в космическое знание. Статья показывает специфические отличия космического знания от других видов знания. Статья доказывает введение термина космическое знание в язык современной науки.

Ключевые слова: астрофизика, космические исследования, космическое пространство, околоземное пространство, космические знания, пространственные знания, геознания, модели, пространственные модели, пространственные отношения, динамические модели, картина мира.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: president@miigaik.ru (В.П. Савиных)

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 ISSN: 2410-9347
 Vol. 2, Is. 1, pp. 33-40, 2016

DOI: 10.13187/rjar.2016.2.33
www.ejournal28.com



UDC 52-32

The Problem of Asteroid-Comet Danger

Viktor Ya. Tsvetkov ^{a, *}^aCenter for Basic and Advanced Studies NIIAS, Moscow city, Russian Federation

Abstract

This article describes the problem of asteroid and comet hazard. The article reveals the history of the problem. This article describes a feature for monitoring the small celestial bodies. The article proves the need for a global monitoring for solving the problem of asteroid and comet hazard. Article assesses the danger zones of convergence of small celestial bodies with the Earth. The article provides recommendations for the development of analytical software.

Keywords: space exploration, asteroid and comet hazard, small celestial bodies, information technology, analysis.

1. Введение

Проблема астероидно-кометной опасности (АКО) существовала всегда. Но степень ее опасности стала осознаваться лишь в последнее время в связи с выполнением исследований в этой области и информированием широких слоев населения об этой угрозе. В последнее столетие человечество постоянно живет под какой-то угрозой всему человечеству. С середины прошлого века основной угрозой была ядерная война (Crutzen, Birks, 1984). Затем на первое место вышла угроза экологической катастрофы (Rees, 2003). В настоящее время пишут и говорят об угрозе АКО. Не следует сбрасывать со счетов и бактериологическое оружие (Borio et al., 2002), которое пока не достигло критических опасностей в масштабе человечества, но работы в этом направлении продолжаются. Также существует угроза возникновения космической войны, поскольку наращивание ресурсов в этом направлении продолжается (Гетман, Раскин, 2008; Савиных, Цветков, 2013; Бармин и др., 2013). Существует угроза космического вторжения, поскольку оборонительные ресурсы человечества в этом отношении мизерны, технический уровень в отношении освоения и существования в космическом пространстве преувеличивается и близок к нулю. Вместо подготовки к совместному отражению происходит конфронтация государств, что только снижает оборонительный потенциал человечества. Можно констатировать, что человечество жило под угрозами и будет жить под ними. Однако это не повод для пессимизма, а мотив к проведению научных исследований.

Цель исследования – анализ проблемы астероидно-кометной опасности и анализ методов уменьшения этой опасности

* Corresponding author
 E-mail addresses: cvj2@mail.ru (V.Ya. Tsvetkov)

2. Материал и методы исследования

В качестве материала использовались работы в области истории столкновения небесных тел с поверхностью Земли. В качестве методики исследования применялся системный анализ, пространственный и вероятностный анализ.

3. Результаты

Эволюция проблемы. Проблема астероидно-кометной опасности (АКО) признана более 30 лет назад. В ООН создан специализированный Подкомитет, занимающийся этой тематикой ([Информация о проводимых, 2005](#)). Солнечной системы, которые в результате столкновения с Землёй могут привести к катастрофе общепланетарного масштаба ([Ломакин и др., 2009](#); [Кулагин и др., 2013](#)). Существующие данные позволяют проводить некоторые обобщения и появления опасных объектов и вероятностей типовых катастрофических ситуаций. Появилась возможность объективно оценивать ключевые аспекты астероидной опасности и намечать конкретные меры противодействия ([Меньшиков и др., 2010](#)).

Накопленный опыт подтверждает реальность угрозы, в частности, за последние 100 лет Земля подверглась атаке трёх крупных тел: тунгусского – 1908 г. ([Васильев, 2004](#)), бразильского – 1930 г. ([Bailey et al., 1995](#)), Сихотэ-Алиньского – 1947 г. ([Сихотэ-Алиньский железный метеоритный дождь, 1959, 1963](#)). Удачным является то что эти атаки происходили в безлюдных районах тайги и джунглей и в условиях относительно малого количества жителей земли. Кроме того в зоне падения отсутствовали результаты современного глобального освоения планеты техническими средствами: ядерные электростанции; морские нефтяные платформы; химические предприятия; могильники радиоактивных отходов; нефтеперерабатывающие предприятия; транснациональные нефтепроводы; супертанкеры, перевозящие нефтепродукты и так далее. Дополнительно существует опасность попадания в зону вечной мерзлоты, что приведет к большому выделению газов, отравляющих атмосферу.

В настоящее время столкновение даже с небольшим по астероидом или обломком кометы, может привести не только к жертвам и материальному ущербу, но и стать основой для глобального катаклизма. Даже попадание такого астероида в ледяной покров Антарктиды вызовет глобально подтопление и мировую катастрофу. Попадание такого астероида в зону разлома земной коры или очага вулканической активности может спровоцировать катастрофу по энергетике превышающую непосредственное сотни раз энергетике самого тела. Попадание малого небесного тела (МНТ) в расположение атомных станций может привести к радиоактивному заражению территорий, на порядки превышающих зоны последствий Чернобыльской аварии. Все это делает актуальным мониторинг проблемы и самих тел, а также разработку мер противодействия.

Глобальный мониторинг как основа контроля АКО. Глобальный мониторинг является единственным инструментом наблюдения космических объектов при соотнесении их в земную систему координат ([Barmin et al., 2014](#); [Егоров, Цветков, 2012](#); [Dunham et al., 2013](#)). Применение геоинформатики, которая интегрирует дистанционное зондирование, геодезию и картографию, позволило создать синтез космического и геоинформационного мониторинга. Геоинформационный глобальный мониторинг основан на формировании и применении геоданных ([Савиных, Цветков, 2014](#)), которые являются системным информационным ресурсом и позволяют проводить многоаспектный анализ многочисленных явлений.

Глобальный мониторинг по отношению к Земле разделяют на внешний и внутренний мониторинг. Внутренний мониторинг направлен на изучение поверхности Земли. Внешний мониторинг направлен в сторону противоположную к Земле. Именно этот мониторинг применим для слежения за АКО. Во внешнем мониторинге выделяют следующую координатную иерархию: околоземной, геолиоцентрический, дальний космос ([Савиных, Цветков, 2012](#)). Выделяют следующие ключевые характеристики современного мониторинга [[Бондур и др., 2004](#); [Tsvetkov, 2012](#)): вид мониторинга, объект мониторинга, цель мониторинга, поле мониторинга, система мониторинга, методы мониторинга, технология мониторинга.

Поле мониторинга – это область возможных объектов и явлений, для которых может быть применен данный вид мониторинга. Поле мониторинга определяется методами

наблюдений и обработки и набором исходных данных. Чем шире набор технологий и методов, которые можно использовать при мониторинге, тем шире поле мониторинга. Объект мониторинга – это конкретный объект, за которым ведется наблюдение. Объектом мониторинга в данном случае является АКО. Астероидно-кометная опасность – угроза нанесения серьёзного ущерба человечеству в результате столкновения космических тел размером более несколько десятков метров с Землёй. Обычно, нижнюю границу размеров опасного тела определяет в 50–100 м (Савельев, 2014). Средняя оценка энергии, выделяющейся при столкновении тела 60–70 м, сравнима с энергией мощного термоядерного взрыва (Холин, Головешкин, 2011).

В настоящее время информационный фонд мониторинга опасных небесных тел включает:

- комплекс нормативно-справочных материалов, используемых при формировании баз данных;
- систематизированные в определенном порядке многолетние данные наблюдения за опасными небесными телами;
- комплекс статистических показателей, характеризующих поведение и особенности опасных небесных тел;
- специализированный картографический фонд.

Данные сведения могут послужить основой для формирования региональных информационных ресурсов. Однако для их эффективного использования необходимо разработать интеграционные методики создания сопряженных массивов данных и методов получения производных показателей и индикаторов на базе приведенных источников информации, и существующих региональных электронных информационных ресурсов. Такие тематические наборы данных могут послужить основой для формирования той части информационных ресурсов, на базе которых будут прогнозировать последствия взаимодействия с опасными небесными телами. Эффективное использование такой информации базируется на интеграционных методиках создания сопряженных массивов данных и методов получения производных показателей и индикаторов.

В числе основных задач системы мониторинга опасных небесных тел в аспекте информационной поддержки (Савиных, 2014) рассматриваются: каталогизация опасных объектов, выявление среди них таких тел, которые находятся на траекториях столкновения с Землей на интервале времени от нескольких часов до несколько десятилетий и определение полосы на земной поверхности, в пределах которой возможно падение тела (полосы риска).

Анализ объектов, сближающихся с Землей. Под объектами, сближающимися с Землёй (ОСЗ), понимают астероиды и кометы, чьи орбиты сближаются с орбитой Земли на расстояние не более 50 млн.км (точнее, перигелийное расстояние орбиты $q < 1.3$ а.е.). Из их числа выделяются потенциально опасные объекты (ПОО), под которыми понимают тела, чьи орбиты сближаются с орбитой Земли до минимального расстояния, не превышающего 7.5 млн.км ($q < 1.05$ а.е.). Упрощенно можно считать особо опасными объектами те, чьи траектории пересекают подлунное пространство. Опасными считают объекты, которые пересекают залунное пространство (Бармин и др., 2014). Есть точка зрения (Шустов, 2010) считать опасными тела на орбитах, проходящих от Земли на расстояниях до 20 радиусов лунной орбиты. Основание для этого является то, что:

1. В таких пределах можно ожидать изменения расстояний между орбитами под влиянием планетных возмущений.

2. Эта величина – характерный масштаб области неопределённости орбиты малого тела вследствие неточного знания параметров движения этого тела в настоящую эпоху. При весомой вероятности встречи астероида с Землёй он считается угрожающим (Шустов, 2010).

За последние годы возрастает исследовательская активность в данной предметной области. Объектами исследования и научной разработки являются: методы и программы расчета траекторий космических объектов в космосе, методы программы расчета последствий удара тела о поверхность Земли. В техническом плане существующие разработки направлены преимущественно на: расчет траектории и поведения объекта,

каталогизацию опасных объектов, расчет точки входа в атмосферу, точки удара и последствий, визуализацию всех полученных данных.

Целесообразным представляется создание комплексных систем для расчета последствий тех или иных ситуаций, требующих вмешательства. Для анализа ситуации и расчета траекторий небесных тел необходимо создание программного обеспечения. Основными требованиями, предъявляемыми к программному обеспечению, являются следующие:

- системность, состоящая в рациональной композиции ПО для охвата большего числа задач исследования;
- открытость, состоящая в способности системы к расширению состава программных средств;
- унификация, состоящая в применении типовых, унифицированных проектных решений для блочного, модульного построения системы программ в целом;
- информационное соответствие состоящая в применении согласованных между собой по форматам, структуре и типам данных программных продуктов.

К специальным требованиям, предъявляемым к системе программного обеспечения, относятся:

- комплексная интеграция основанная на применении геоданных как основного средства при анализе и обработке пространственной информации;
- семантическое единство моделей, состоящее в использовании информационных единиц как основы построения моделей и информационных ситуаций как совокупности моделей освещающих реальную ситуацию в космическом пространстве;

Проблема АКО связана с областью исследования малых небесных тел. Установлено, что МНТ имеют нерегулярную форму (Нырцов, 2012). Поэтому ошибочно связывать воронку от падения МНТ с его размерами. Даже артиллеристы знают, что размер воронки зависит от заряда и его взрывного эквивалента, а не от геометрических размеров снаряда.

Одним из основных методов защиты считается ракетная атака [Зайцев, 2000; Шаненко, 2011]. В этом случае угроза существенно уменьшается даже если значительное число осколков попадет на Землю. При раздроблении тела на порядок увеличивается поверхность соприкосновения осколочной совокупности с атмосферой Земли. Мелкие осколки просто сгорают, остальные сгорают частично, что уменьшит кинетическую энергию этих тел и ослабит ударное воздействие.

Что касается точек старта ядерных ракет то целесообразно создание такой базы на Луне. В этом случае существенно повышается оперативность разгона ракет и сокращается полетное время до опасного объекта. Вдобавок Земля будет избавлена от излишнего экологического загрязнения.

4. Обсуждение

Периодически в развитии цивилизации возникают приоритетные проблемы угроз человечеству. Довольно долго основной проблемой была ядерная война. Позже выяснилось, что экологическая катастрофа более реальна и более опасна. Она стала проблемой номер один. В последние годы говорят об астероидно-кометной опасности, которая более актуальна и более опасна, чем экологическое загрязнение или ядерная война.

Несмотря на наличие проблемы, не существует единых точек зрения на ее решение и уменьшение риска. Это обусловлено существенно разной ментальностью различных групп, которые склонны этой проблемой заниматься. Группа военных нацелена на уничтожение космических объектов, приближающихся к Земле, что характерно для этой группы. Взрывать и уничтожать – их профессия и больше они ничего не могут. Они не понимают, что комету уничтожить нельзя, тем более ее хвост.

Значительная часть (но не все) ученых рассматривает астероидно-кометную опасность как интересный научный феномен достойный изучения. Исследование этого феномена их занимает много больше, чем оценка реальной ситуации и ее предотвращения, когда некому будет что-то изучать. Политики, которые говорят обо всем, но ничего ни в чем не понимают, надеются на «авось», поскольку не представляют последствий ситуации и привыкли так поступать всегда.

Гуманитарии и особенно «зеленые», в первую очередь противодействуют военным и говорят об экологии, хотя в случае прецедента АКО не будет никакой экологии. Представители религиозных концессий уповают на всевышнего и ничего не делают.

Только небольшая группа ученых пытается дать комплексную оценку возможной ситуации, оценить объективно последствия прецедента и выработать стратегию предотвращения последствий. Но таких ученых смотрят, как на врагов в первую очередь правительства стран, поскольку они требуют создания ресурса защиты, который требует существенных бюджетных затрат.

5. Заключение

Проблема АКО обсуждается как за рубежом, так и в России. Однако до сего времени четких решений, признанных международным сообществом не получено. Скорее всего, России придется одной отражать этот опасный удар, используя свои ресурсы. Однако и в России также не сформировано единой концепции. В этом направлении существует широкое поле для моделирования унификации и оптимизации процессов мониторинга, анализа и методов предотвращения угроз. В целом проблема АКО требует дальнейшего изучения и привлечения новых методов анализа и контроля. Решить эту проблему могут только ученые.

Литература

Бармин и др., 2013 - Бармин И., Савиных В., Цветков В., Рубашка В. (2013). Война в космосе как предчувствие. *Военно-промышленный курьер*. №32 (500). С. 5.

Бармин и др., 2014 - Бармин И.В., Данхем Д.У., Кулагин В.П., Савиных В.П., Цветков В.Я. (2014). Координатное обеспечение системы глобального мониторинга. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*. № 3. с. 109-115.

Бондур и др., 2004 - Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. (2004). Мониторинг и предсказание природных катастроф. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. №9. С. 2-15.

Васильев, 2004 - Васильев Н.В. (2004). Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. М.: НП ИД «Русская панорама», 372 с.

Гетман, Раскин, 2008 - Гетман М., Раскин А. (2008). Военный космос: Без грифа секретно. М.: Фонд "Русские витязи". 440 с.

Егоров, Цветков, 2012 - Егоров В.М., Цветков В.Я. (2012). Координатное обеспечение международной аэрокосмической системы глобального мониторинга. *Полет. Общероссийский научно-технический журнал*. № 4. С. 34-37.

Зайцев, 2000 - Зайцев А.В. (2000). Система планетарной защиты «Цитадель». / Концептуальный проект. М.: НПО им. С.А. Лавочкина. С. 1-70.

Информация о проводимых, 2005 - Информация о проводимых международными организациями и другими учреждениями исследованиях относительно объектов, сближающихся с Землей (2005). Комитет по использованию космического пространства в мирных целях. Науч.-техн. подкомитет. 42 сессия ООН. Вена, 21 февраля 4 марта 2005 г. ААС. 105/839. С. 1-28.

Кулагин и др., 2013 - Кулагин В.П., Каперко А.Ф., Ледков А.А., Шустов Б.М. (2013). Проблемы астероидной опасности. Современные технологии и способы решения. В сборнике: Новые информационные технологии. Тезисы докладов XXI Международной студенческой школы-семинара. МИЭМ НИУ ВШЭ. Москва, С. 38-40.

Ломакин и др., 2009 - Ломакин И.В., Мартынов М.Б., Польш В.Г., Симонов А.В. (2009). Астероидная опасность, реальные проблемы и практические действия. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*. №1. С. 53-62.

Меньшиков и др., 2010 - Меньшиков В.А., Перминов А.Н., Урличич Ю.М. (2010). Глобальные проблемы человечества и космос. М.: НИИ КС им. А.А. Максимова, 570 с.

Нырцов, 2012 - Нырцов М.В. (2012). Разработка теории и методологии картографирования малых небесных тел. Дис. на соискание уч.ст. д.т.н. Специальность 25.00.33 – Картография. М.: МИИГАиК. Т.1. 447 с.

Савельев, 2014 - Савельев М.И. (2014). Проблемы создания Российского сегмента мониторинга и прогноза астероидно-кометной опасности. *Мониторинг наука и*

безопасность, спец. выпуск «Астероидная безопасность». № 3, с. 28-35.

[Савиных, 2014](#) - Савиных В.П. (2014). Информационное обеспечение космических исследований. Перспективы науки и образования. №2. с. 9-14.

[Савиных, Цветков, 2012](#) - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2012). Сравнительная планетология. М.: МИИГАиК. 84 с.

[Савиных, Цветков, 2013](#) - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2013). Околосреднее космическое пространство в военном аспекте. *Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле»*. № 1-2013. с. 24-31.

[Савиных, Цветков, 2014](#) - Савиных В.П., Цветков В.Я. (2014). Геоданные как системный информационный ресурс. *Вестник Российской Академии Наук*, том 84, № 9, с. 826–829.

[Сихотэ-Алиньский железный метеоритный дождь, 1959, 1963](#) - Сихотэ-Алиньский железный метеоритный дождь. М.: Наука, Т. 1. 304 с.; Т. 2. 372 с.

[Холин, Головешкин, 2011](#) - Холин Н.Н., Головешкин В.А. (2011). Реальность астероидно-кометной опасности и разработка эффективных методов её предотвращения. *Вестник МГУПИ*. №37. с. 151-163.

[Шаненко, 2011](#) - Шаненко А.К. (2011). Ликвидация угрозы столкновения астероида Ароphis с Землей ядерным взрывом. *Вопросы атомной науки и техники*. №3. с. 42-48.

[Шустов, 2010](#) - Шустов Б.М. (2010). О скоординированном подходе к проблеме астероидно-кометной опасности. *Космические исследования*. Т. 48. №5. с. 388-401.

[Bailey et al., 1995](#) - Bailey M.E., Markham D.J., Massai S., Scriven J.E. The 1930 August 13 «Brazilian Tunguska» event. *The Observatory*. V. 115. P. 250-253.

[Barmin et al., 2014](#) - Barmin I.V., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Near_Earth Space as an Object of Global Monitoring. *Solar System Research*, 2014, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X

[Borio et al., 2002](#) - Borio L. et al. (2002). Hemorrhagic fever viruses as biological weapons: medical and public health management. *Jama*. Т. 287. №. 18. С. 2391-2405.

[Crutzen, Birks, 1984](#) - Crutzen P.J., Birks J.W. (1984). The atmosphere after a nuclear war: Twilight at noon. *Nuclear weapons and nuclear war*.

[Dunham et al., 2013](#) - Dunham D.W., Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Near-earth space as a habitat. *International Journal of Astrophysics and Space Science*. 1(3): p. 12-15.

[Rees, 2003](#) - Rees M.J. (2003). Our final hour: A scientist's warning: How terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century – on Earth and beyond. Basic books.

[Tsvetkov, 2012](#) - Tsvetkov V.Ya. (2012). Global Monitoring. *European Researcher*, Vol.(33), № 11-1. p. 1843-1851.

References

[Barmin i dr., 2013](#) - Barmin I., Savinykh V., Tsvetkov V., Rubashka V. (2013). Voina v kosmose kak predchuvstvie [War in space as a premonition]. *Voенно-promyshlennyyi kur'er*. №32 (500). S. 5.

[Barmin i dr., 2014](#) - Barmin I.V., Dankhem D.U., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Koordinatnoe obespechenie sistemy global'nogo monitoring [Coordinate the provision of global monitoring system]. *Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina*. № 3. s. 109-115.

[Bondur i dr., 2004](#) - Bondur V.G., Kondrat'ev K.Ya., Krapivin V.F., Savinykh V.P. (2004). Monitoring i predskazanie prirodnykh katastrof. Problemy okruzhayushchei sredy i prirodnykh resursov [Monitoring and prediction of natural disasters]. №9. S. 2-15.

[Vasil'ev, 2004](#) - Vasil'ev H.B. (2004). Tunguskii meteorit. Kosmicheskii fenomen leta 1908 g. [The Tunguska meteorite. Space phenomenon of 1908]. М.: NP ID «Russkaya panorama», 372 s.

[Getman, Raskin, 2008](#) - Getman M., Raskin A. (2008). Voенnyi kosmos: Bez grifa sekretno. monitoring [Military space: without secrecy]. М.: Fond "Russkie vityazi". 440 s.

[Egorov, Tsvetkov, 2012](#) - Egorov V.M., Tsvetkov V.Ya. (2012). Koordinatnoe obespechenie mezhdunarodnoi aerokosmicheskoi sistemy global'nogo [Coordinate the provision of international aerospace system of global monitoring]. *Polet. Obshcherossiiskii nauchno-tekhnicheskii zhurnal*. № 4. S. 34-37.

[Zaitsev, 2000](#) - Zaitsev A.V. (2000). Sistema planetarnoi zashchity «Tsitadel'» [The planetary defence system "Citadel"]. / Kontseptual'nyi proekt. M.: NPO im. S.A. Lavochkina. S. 1–70.

[Informatsiya o provodimyykh, 2005](#) - Informatsiya o provodimyykh mezhdunarodnymi organizatsiyami i drugimi uchrezhdeniyami issledovaniyakh otnositel'no ob"ektov, sblizhayushchikhsya s Zemlei (2005) [Information about the activities of the international organizations and other agencies studies concerning objects near-Earth (2005)]. Komitet po ispol'zovaniyu kosmicheskogo prostranstva v mirnykh tselyakh. Nauch.-tekhn. podkomitet. 42 sessiya OON. Vena, 21 fevralya 4 marta 2005 g. A AS. 105/839. S. 1-28.

[Kulagin i dr., 2013](#) - Kulagin V.P., Kaperko A.F., Ledkov A.A., Shustov B.M. (2013). Problemy asteroidnoi opasnosti. Sovremennye tekhnologii i sposoby resheniya [Problems of the asteroid hazard. Modern technologies and solutions]. V sbornike: Noveye informatsionnye tekhnologii. Tezisy dokladov XXI Mezhdunarodnoi studencheskoi shkoly-seminara. MIEM NIU VShE. Moskva, S. 38-40.

[Lomakin i dr., 2009](#) - Lomakin I.V., Martynov M.B., Pol' V.G., Simonov A.V. (2009). Asteroidnaya opasnost', real'nye problemy i prakticheskie deistviya [Asteroid threats, real problems and practical action]. Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina. №1. S. 53-62.

[Men'shikov i dr., 2010](#) - Men'shikov V.A., Perminov A.N., Urlichich Yu.M. (2010). Global'nye problemy chelovechestva i kosmos [Global problems of humanity and the cosmos]. M.: NII KS im. A.A. Maksimova, 570 s.

[Nyrtsov, 2012](#) - Nyrtsov M.V. (2012). Razrabotka teorii i metodologii kartografirovaniya malykh nebesnykh tel [The development of theory and methodology for mapping of small celestial bodies]. Dis. na soiskanie uch.st. d.t.n. Spetsial'nost' 25.00.33 – Kartografiya. M.: MIIGAIK. T.1. 447 s.

[Savel'ev, 2014](#) - Savel'ev M.I. (2014). Problemy sozdaniya Rossiiskogo segmenta monitoringa i prognoza asteroidno-kometnoi opasnosti [Problems of creation of the Russian segment of the monitoring and forecasting the asteroid-comet hazard]. Monitoring nauka i bezopasnost', spets. vypusk «Asteroidnaya bezopasnost'». № 3, s. 28-35.

[Savinykh, 2014](#) - Savinykh V.P. (2014). Informatsionnoe obespechenie kosmicheskikh issledovaniy. Perspektivy nauki i obrazovaniya [Information support of space research]. №2. s. 9-14.

[Savinykh, Tsvetkov, 2012](#) - Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2012). Sravnitel'naya planetologiya [Comparative planetology]. M.: MIIGAIK. 84 s.

[Savinykh, Tsvetkov, 2013](#) - Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Okolozemnoe kosmicheskoe prostranstvo v voennom aspekte [The near-earth space military aspect]. Mezhdunarodnyi nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyi zhurnal «Nauki o Zemle». № 1-2013. s. 24-31.

[Savinykh, Tsvetkov, 2014](#) - Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Geodannye kak sistemnyi informatsionnyi resurs [Geodata as a system resource]. Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk, tom 84, № 9, s. 826–829.

[Sikhote-Alin'skii zheleznyi meteoritnyi dozhd', 1959, 1963](#) - Sikhote-Alin'skii zheleznyi meteoritnyi dozhd' [Sikhote-Alin iron meteoritic rain]. M.: Nauka, T. 1. 304 s.; T. 2. 372 s.

[Kholin, Goloveshkin, 2011](#) - Kholin N.N., Goloveshkin V.A. (2011). Real'nost' asteroidno-kometnoi opasnosti i razrabotka effektivnykh metodov ee predotvrashcheniya [The reality of the asteroid-comet danger and developing effective methods of prevention]. Vestnik MGUPI. №37. s. 151-163.

[Shanenko, 2011](#) - Shanenko A.K. (2011). Likvidatsiya ugrozy stolknoveniya asteroida Apophis s Zemlei yadernym vzryvom [The elimination of the threat of collision of asteroid Apophis with the Earth by a nuclear explosion]. Voprosy atomnoi nauki i tekhniki. №3. s. 42-48.

[Shustov, 2010](#) - Shustov B.M. (2010). O skoordinirovannom podkhode k probleme asteroidno-kometnoi opasnosti [On the coordinated approach to the problem of asteroid-comet hazard]. Kosmicheskie issledovaniya. T. 48. №5. s. 388-401.

[Bailey et al., 1995](#) - Bailey M.E., Markham D.J., Massai S., Scriven J.E. The 1930 August 13 «Brazilian Tunguska» event. The Observatory. V. 115. P. 250-253.

[Barmin et al., 2014](#) - Barmin I.V., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2014). Near_Earth Space as an Object of Global Monitoring. Solar System Research, 2014, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X

[Borio et al., 2002](#) - Borio L. et al. (2002). Hemorrhagic fever viruses as biological weapons: medical and public health management. *Jama*. T. 287. №. 18. S. 2391-2405.

[Crutzen, Birks, 1984](#) - Crutzen P.J., Birks J.W. (1984). The atmosphere after a nuclear war: Twilight at noon. *Nuclear weapons and nuclear war*.

[Dunham et al., 2013](#) - Dunham D.W., Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Near-earth space as a habitat. *International Journal of Astrophysics and Space Science*. 1(3): r. 12-15.

[Rees, 2003](#) - Rees M.J. (2003). Our final hour: A scientist's warning: How terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century – on Earth and beyond. Basic books.

[Tsvetkov, 2012](#) - Tsvetkov V.Ya. (2012). Global Monitoring. *European Researcher*, Vol.(33), № 11-1. p. 1843-1851.

УДК 52-32

Проблемы астероидно-кометной опасности

Виктор Яковлевич Цветков ^{a, *}

^a Центр фундаментальных и перспективных исследований НИИАС, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Раскрываются особенности проблемы астероидно-кометной опасности. Описана история проблемы. Показана особенность мониторинга за малыми небесными телами. Показана необходимость применения глобального мониторинга при решении проблемы астероидно-кометной опасности. Даны оценки зон опасного сближения малых небесных тел с Землей. Даны рекомендации по разработке аналитического программного обеспечения рекомендации по разработке аналитического программного обеспечения.

Ключевые слова. космические исследования, астероидно-кометная опасность, малые небесные тела, информационные технологии, анализ.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: cvj2@mail.ru (В.Я. Цветков)

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 ISSN: 2410-9347
 Vol. 2, Is. 1, pp. 41-46, 2016

DOI: 10.13187/rjar.2016.2.41
www.ejournal28.com



UDC 52

Corona Heating Problem from the Standpoint of ZPF Radiation from Vacuum

Takaaki Musha ^{a, *}^aAdvanced Science-Technology Research Organization, Yokohama, Japan

Abstract

The corona heating problem in solar physics relates to the question of why the temperature of the Sun's corona is millions of Kelvin higher than that of the surface. The author proposed in his paper that cosmic background radiation might be due to Cherenkov radiation from superluminal particle pairs created in a ZPF field of the vacuum. By using this theory, it can be shown that the corona heating problem can be explained by Cherenkov radiation from superluminal particles created from the ZPF field in the hot plasma of the Sun

Keywords: Cherenkov radiation, Superluminal particle, ZPF field, Corona heating problem.

1. Introduction

The corona is the furthest layer from the sun's core, but it's still incredibly hot – and the reasons for this strange 'layering' of our nearest star are still a mystery.

Conventionally, the Sun is considered to be a natural nuclear fusion reactor, which is powered by a proton-proton chain reaction which converts four hydrogen nuclei into helium, neutrinos and energy. The excess energy is released as gamma rays and as kinetic energy of the particles, including the neutrinos, which travel from the Sun's core to the Earth without any appreciable absorption by the Sun's outer layers.

The corona heating problem in solar physics relates to the question of why the temperature of the Sun's corona is millions of Kelvin higher than that of the surface. The high temperatures require energy to be carried from the solar interior to the corona by non-thermal processes, because the second law of thermodynamics prevents heat from flowing directly from the solar photosphere, or surface, at about $5800^{\circ}K$, to the much hotter corona at about $1,000,000^{\circ}K$ (Erdelyi, Ballai, 2007). Many coronal heating theories have been proposed, but two theories have remained as the most likely candidates: wave heating and magnetic reconnection (or nanoflares) (Malara, Velli, 2001). Through most of the past fifty years, neither theory has been able to account for the extreme coronal temperatures.

The author presented the possibility in his article that cosmic background radiation (CBR) might be due to the Chrenkov radiation from faster-than-light virtual photons created in a zero-point-fluctuation (ZPF) of vacuum (Musha, Hayman, 2013). By applying this theory, the author has proposed another possibility to explain that the corona heating problem can be explained from Cherenkov radiation from the ZPF field.

* Corresponding author

E-mail addresses: takaaki.mushya@gmail.com (T. Musha)

2. Discussion

Cherenkov Radiation from Superluminal Particles Created inside ZPF Vacuum

The author has shown in his paper that faster-than-light phenomena can be permitted for highly accelerated elementary particles if they have a very small mass compared to that of the electron (Musha, 1998). By using this theory, Cherenkov radiation from pairs of superluminal virtual particles created from the ZPF field can be estimated shown as follows (Musha, 2005).

From the wave equation taking account of the special relativity (i.e. Klein-Gordon equation) given by

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = H\psi, \tag{1}$$

where $H = \sqrt{p^2 c^2 + M^2 c^4}$ (p : momentum of the particle, M : effective mass) and ψ is a wave function for the particle, the following equation can be obtained for the accelerated particle;

$$\frac{\partial \psi}{\partial p} = -\frac{i}{Ma\hbar} \sqrt{p^2 c^2 + M^2 c^4} \psi, \tag{2}$$

where a is a proper acceleration of the virtual elementary particle created from ZPF field.

If virtual particles are created inside the quantum region, which size is l , the proper acceleration of them becomes

$$a = \frac{1}{m} \frac{\Delta p}{\Delta t} \approx \frac{c^2}{l}, \tag{3}$$

from the uncertainty of momentum and energy given by $\Delta p \cdot l \approx \hbar$ and $\Delta E = \Delta p \cdot c$ respectively, when we let $\Delta E = mc^2$ and $\Delta t = l/c$.

From these equations, the probability of the accelerated particle to tunnel through the light barrier can be given by (Musha, 2009).

$$T(\omega) \approx \exp(-\gamma \cdot l_p \omega), \tag{4}$$

where l_p is a Plank length and

$$\gamma = -\frac{3 \log 3 - 2 + 3 \log(\hbar/c)}{\sqrt{3}c} \approx 5.62 \times 10^{-7}. \tag{5}$$

If a pair of superluminal particles created from the ZPF background have an electric charge, they radiate photons at the angle of $\theta_c = \cos^{-1}(1/\beta n)$ as shown in Fig. 1, where θ_c is a half-angle of Cherenkov radiation from the particle moving at the speed of $\beta (= v/c)$ and n is the index of refraction, which equals to unity in a vacuum.

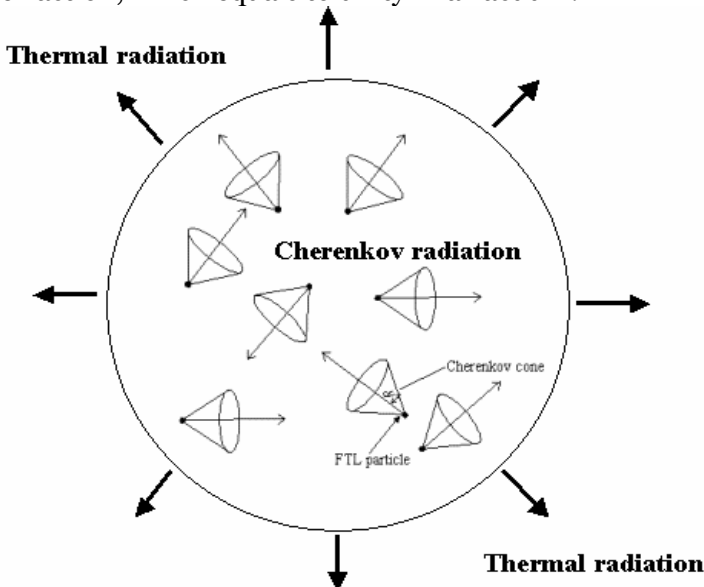


Fig. 1. Cherenkov radiation from tachyon pairs created from ZPF field

According to the SED theory, small fraction of energy from electromagnetic field generated by Cherenkov radiation from pairs of virtual superluminal particles can be emitted as blackbody radiation shown as (Musha, 2009).

$$\rho(\omega) = \frac{\hbar\omega^3}{2\pi c^3} T(\omega) \frac{\sum_{k=0}^{\infty} k e^{-k\hbar\omega/k_B T}}{\sum_{k=0}^{\infty} e^{-k\hbar\omega/k_B T}} = \frac{\hbar\omega^3}{2\pi^2 c^3} \exp(-\gamma l_p \omega) \cdot \left[\exp\left(\frac{\hbar\omega}{k_B T}\right) - 1 \right]^{-1}, \quad (6)$$

where k_B is a Boltzman constant and T is a temperature of radiation.

Then the energy density of Cherenkov radiation generated from pairs of superluminal particles can be given by (Musha, 2009).

$$\begin{aligned} \rho_C &= 2 \int_0^{\infty} \rho(\omega) d\omega = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \int_0^{\infty} \omega^3 \exp(-\gamma l_p \omega) \cdot \left[\exp\left(\frac{\hbar\omega}{k_B T}\right) - 1 \right]^{-1} d\omega \\ &= \frac{k_B^4 T^4}{\pi^2 c^3 \hbar^3} \int_0^{\infty} x^3 \exp(-\alpha x) / [\exp(x) - 1] dx = \frac{6}{\pi^2} \frac{k_B^4 T^4}{\hbar^3 c^3} \zeta(4, 1 + \alpha), \end{aligned} \quad (7)$$

where $\zeta(m, n)$ is a Hurwitz zeta function and $\alpha = \gamma l_p k_B T / \hbar$.

From which, the energy density of Cherenkov radiation from pairs of superluminal particles created from the ZPF field can be estimated.

Light Speed inside the Plasma Field

Inside the medium of electromagnetic field such as inside the plasma, the wave propagation can be described by (Drummond, 2013)

$$rot B = -\varepsilon_0 \mu_0 \left(1 + \frac{e^2 N}{\varepsilon_0 m (\omega_e^2 - \omega^2)} \right) \omega E_0 \sin \omega t, \quad (8)$$

where m is a mass of electron, e is its charge, N is a density of electrons and ω_e is a resonant frequency of electrons given by $\omega_e = \sqrt{Ze^2 / \alpha_e m}$ (α_e : electron polarizability) which satisfies $\omega_e \geq$ (upper frequency of visible light).

From which, the light speed in the plasma becomes

$$c' = c / \sqrt{1 + \frac{e^2 N}{\varepsilon_0 m (\omega_e^2 - \omega^2)}}. \quad (9)$$

Then the energy density generated by Cherenkov radiation from virtual superluminal particles created from ZPF vacuum can be given from Eqs. (7) and (9) as

$$\rho'(\omega) = \frac{\hbar\omega^3}{2\pi c^3} \exp\left(-\gamma \cdot l_p \omega \sqrt{1 + \frac{\omega_{pe}^2}{(\omega_e^2 - \omega^2)}}\right) \cdot \left[\exp\left(-\frac{\hbar\omega}{k_B T}\right) - 1 \right]^{-1} \left(1 + \frac{\omega_{pe}^2}{(\omega_e^2 - \omega^2)} \right)^{3/2}, \quad (10)$$

where $\omega_{pe} = \sqrt{e^2 N / \varepsilon_0 m}$.

For the case when satisfying $\omega_e \gg \omega$, we have

$$\sqrt{1 + \frac{\omega_{pe}^2}{\omega_e^2 - \omega^2}} \approx \sqrt{1 + \varepsilon^2}, \quad (11)$$

where $\varepsilon = \omega_{pe} / \omega_e$.

If the effects of the electron thermal speed are taken into account, the electron pressure acts as a restoring force as well as the electric field and the oscillations propagate with frequency and wave number, then the plasma frequency can be given by (Andreev, 2000)

$$\omega_p^2 = \omega_{pe}^2 + 3k^2 v^2, \quad (12)$$

where k is a wave number and v is a velocity of electrons.

In the medium where the speed of light is reduced, it is still possible that other high energy particles, such as electrons, move faster than the speed of light and hence Cherenkov radiation is produced.

In the hot plasma, the speed of light can be given by

$$c' = c / \sqrt{1 + \varepsilon'^2}, \tag{13}$$

where c' is the light speed in plasma, c is the speed in a vacuum and ε' is

$$\varepsilon' = \sqrt{\omega_{pe}^2 + 3k^2 v^2} / \omega_e, \tag{14}$$

then the calculation result of c'/c can be shown as Fig. 2, when we let $\omega_e = 8 \times 10^{14}$ and $\omega_{pe} = 1.78 \times 10^9$.

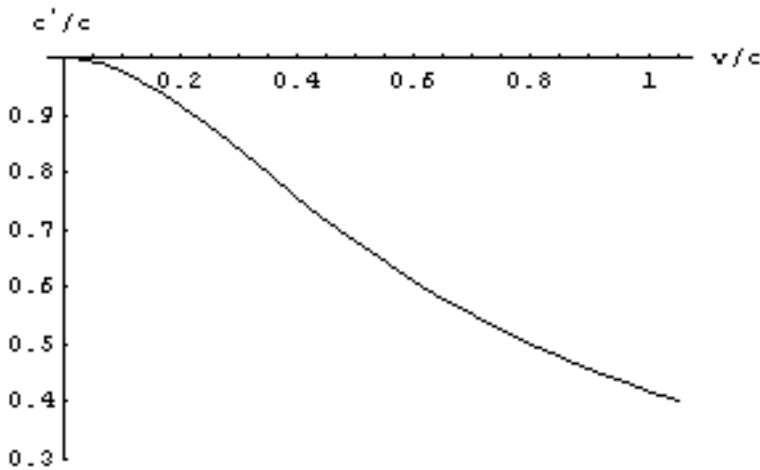


Fig. 2. Calculation result of the value v/c vs. c'/c

From this figure, it can be seen that the speed of light decreases when the speed of electrons inside plasma approaches the light speed in vacuum.

Energy Generation by Chrenkov Radiation from the Plasma Field inside Corona

The core of the Sun is considered to extend from the center to about 0.2 to 0.25 solar radii, which has a temperature of close to 13,600,000 °K. This is hot enough to create conditions nuclear fusion, where atoms of hydrogen are fused together to create helium.

As solar radiation can be regarded as blackbody radiation, the energy density of thermal radiation from the core can be obtained by (McMahon, 2006).

$$\rho_E = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \int_0^\infty \frac{\omega^3 d\omega}{\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1} = \frac{\pi^2 k_B^4 T^4}{15 \hbar^3 c^3}. \tag{15}$$

From Eq.(10), the total energy density by Cherenkov radiation ρ'_C can be given by

$$\rho'_C \approx 2 \int_0^\infty (1 + \varepsilon'^2)^{3/2} \frac{\hbar\omega^3}{2\pi^2 c^3} \exp(-\sqrt{1 + \varepsilon'^2} \gamma l_p \omega) \cdot \left[\exp\left(\frac{\hbar\omega}{k_B T}\right) - 1 \right]^{-1} d\omega, \tag{16}$$

From which, we have

$$\rho'_C \approx 6 \frac{(1 + \varepsilon'^2)^{3/2}}{\pi^2 c^3 \hbar^3} \zeta(4, 1 + \alpha'), \tag{17}$$

where $\alpha' = \sqrt{1 + \varepsilon'^2} \alpha$

As the vacuum can have a temperature due to electromagnetic waves inside of it, then the ratio of the energy density radiated by Cherenkov effect from the ZPF field and the energy density of blackbody heat radiation of the Sun becomes

$$R \approx \rho'_c / \rho_E > \frac{90}{\pi^4} (1 + \varepsilon^2)^{3/2} \zeta(4, 1 + \alpha'), \quad (18)$$

The electrons accelerated in solar flares have very high velocities as a 30 keV electron has a speed of about 100,000 km per second, one-third the speed of light. The highest energy electrons accelerated in many flares travel at nearly the speed of light.

From Eq.(18), the ratio R considering the effects of the electron thermal speed can be estimated as shown in Fig. 3 inside the hot plasma where $T = 20000^\circ K$.

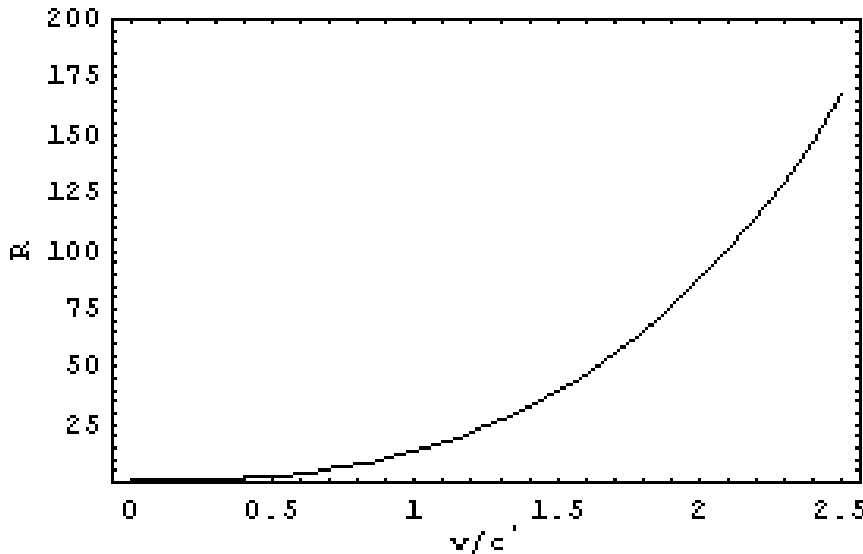


Fig. 3. The calculation result of v/c' vs. R

In media where the speed of light is reduced, it is still possible that other high energy particles, e.g. electrons, move faster than the speed of light in this medium.

From Fig. 2, it can be seen that the electron can move more than about 2.5 times the light speed in hot plasma of the Sun. Then the radiation energy reaches over 150 times the radiation energy of heat from the Sun as shown in Fig. 3.

This might explain that the corona is heated by the energy source except for the heat energy from the surface of the Sun and the temperature increased for the far-side from the surface of the Sun because the electron speed may be accelerated to the light speed in the plasma of outer space.

Hence we can consider that the heat by thermonuclear reaction of the core can induce the thermal radiation at the furthest layer from the sun's core by Cherenkov radiation from ZPF field of the vacuum and high temperature can be observed inside the corona outside of the Sun.

3. Conclusion

From the theoretical analysis, we can see that the heat by thermonuclear reaction of the core can induce the thermal radiation at the furthest layer from the sun's core by Cherenkov radiation from ZPF field of the vacuum and high temperature can be observed as the corona outside of the Sun. By the astronomical observation, the solar corona above the optical surface of the Sun has a temperature of $1,000,000^\circ K$, which shows that the corona is heated by something other than the high-energy photons released in fusion reactions inside the Sun. For the explanation of these observation results, we need to reconsider the present solar model and another explanation of the solar energy source must be studied including Cherenkov radiation from the ZPF field.

References

- [Andreev, 2000](#) - *Andreev A.A.* (2000). An Introduction to Hot Laser Plasma Physics, Nova Science Publishers, Inc., New York.
- [Drummond, 2013](#) - *Drummond J.E.* (2013). Plasma Physics (Dover Books on Physics), Dover Publications, New York.
- [Erdelyi, Ballai, 2007](#) - *Erdelyi R., Ballai I.* (2007). Heating of the Solar and stellar coronae: a review, *Astro. Nachr.*, 328(8), pp. 726-733.
- [Malara, Velli, 2001](#) - *Malara F., Velli M.* (2001). Observation and Models of Coronal Heating in Recent Insights into Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions, Proceeding of IAU Symposium 203, Astronomical Society of the Pacific, pp. 456-466.
- [McMahon, 2006](#) - *McMahon D.* (2006). Quantum mechanics DeMYSTiFieD, McGraw-Hill, New York.
- [Musha, 1998](#) - *Musha T.* (1998). Possible existence of faster-than-light phenomena for highly accelerated elementary particles. *Speculations in Science and Technology* 21, pp. 29-36.
- [Musha, 2005](#) - *Musha T.* (2005). Superluminal Effect for Quantum Computation that Utilizes Tunneling Photons. *Physics Essays*, Vol.18, No.4, pp. 525-529.
- [Musha, 2009](#) - *Musha T.* (2009). Thermal Radiation Generated inside the Sun due to the Cherenkov Radiation from ZPF Field. *Far East Journal of Applied Mathematics*, Vol.37, No.2, pp. 229-235.
- [Musha, Hayman, 2013](#) - *Musha T., Hayman G.* (2013). Cosmic Background Radiation due to the Cherenkov Radiation from the Zero-Point Field of Vacuum. *Journal of Space Exploration*, Vol.2(1), pp. 73-77.