



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

$$\mathbf{E} = -\frac{i}{\varepsilon\varepsilon_0\omega}(\nabla(\nabla, \mathbf{j} * \Psi_1^\varepsilon) + k_0^2(\Psi_0 * \mathbf{j}_\perp + \nabla_\perp(\nabla, \mathbf{j}_\perp * \Psi_2'') + \mathbf{j}_\parallel * \Psi_1^\varepsilon)), \quad (8)$$

$$\mathbf{H} \equiv \nabla_\perp \frac{\partial}{\partial z}(\mathbf{e}_z, [\nabla, \mathbf{j} * \Psi_2'']) + \mathbf{e}_z(\mathbf{e}_z, [\nabla, \mathbf{j}_\perp * (\Psi_1^\varepsilon - \Psi_0)]) - [\nabla, (\mathbf{j} * \Psi_1^\varepsilon)], \quad (9)$$

здесь $\nabla_\perp = \nabla - \mathbf{e}_z \frac{\partial}{\partial z}$.

Волновые потенциалы:

$$\Psi_0 \equiv -\frac{1}{4\pi} \frac{\exp(ik_0 r)}{r}, \quad \Psi_1^\varepsilon \equiv -\frac{1}{4\pi} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_z}} \frac{\exp(ik_n^\varepsilon r')}{r'}, \quad \Psi_2'' \equiv (\varepsilon_z / \varepsilon - 1) \Psi_0 * \Psi_1^\varepsilon.$$

Полученные решения (8)-(9) соответствуют с решениями [6], $\mathbf{j}^\mu = 0$.

Таким образом, мы получили решение для векторов напряженности электромагнитного поля для плазменной среды, когда циклотронная частота намного больше плазменной частоты волны. Полученные результаты играют важную роль в исследовании процессов распространения электромагнитных волн в ионосфере, которая влияет на качество радиосвязи и являются актуальной на сегодняшний день.

Список использованных источников

1. Смирнов В.М., Смирнова Е.В., Скобелкин В.Н., Тынянкин С.И. Аппаратно-программный комплекс для оперативного мониторинга ионосферы в интересах обеспечения коротковолновой связи / Радиолокация и радиосвязь: матер. IV Всероссийской конференции. – 2010. – С. 43-47.
2. Фельд Я.Н., Бененсон Л.С. Основы теории антенн. – М.: Дрофа, 2007. – 491 с.
3. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К., Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках. – М.: МИФИ, 2000. – 184 с.
4. Гусейн-Заде Н.Г., Игнатов А.М., Рухадзе А.А. Лекции по электродинамике плазмоподобных сред. – М.: Изд. МГУ, 1999. – 131 с.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1976. – 528 с.

Alexeyeva L.A., Kanyngaziyeva I.A., Sautbekov S.S. Generalized solutions of Maxwell equations for crystals with electric and magnetic anisotropy // Journal of Electromagnetic waves and applications. – 2014. – Vol.28, № 16. – P.1974-1

УДК 621.371

КИРАЛЬДІ ОРТА ҮШІН МАКСВЕЛЛ ТЕНДЕУІНІҢ ГРИН ФУНКЦИЯСЫН ЕСЕПТЕУ

Төлепбергенқызы Айдана

aidanaenu@mail.ru

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің магистранты, Астана,
Қазақстан

Ғылыми жетекші – С.С.Саутбеков

Әртүрлі табиғи және жасанды біртекті емес орталарда электромагнитті толқындардың сәулеленуі мәселесі, сондай-ақ, мұндай антенналардың сипаттамаларын есептеудің адекватты теориялық үлгісін жасап шығару, әлі күнге дейін радиофизиканың өзекті міндеттерінің бірі ретінде қарастырылады. Электромагниттік толқындардың сәулеленуі

мәселесі ауқымды, әрі көпқырлы болғандығы сондай, практикалық қолданысына қарай ол ерекше теориялық тұрғыдан қарастыруды қажет етеді.

Киральды орталарды зерттеу барысындағы алынған теориялық нәтижелердің кең ауқымына қарамастан, әлі күнге дейін қолданбалы маңызы зор қарапайым ықшамдалған киральді орта үшін Грин функциясының шешімі әлі есептелмеген. Сондықтан, мақаланың *өзектілігі* қазіргі кезде телекоммуникацияда киральді орталарды пайдалану антеннаның өлшемдерін айтарлықтай кішірейтіп қана қоймай, сонымен қатар бағытталу диаграммасын жақсартуға, өткізу жолағын және сәулелендірудің көрсеткіштерін ұлғайтып, құрылымының сапалық жана көрсеткіштерін алуға мүмкіндік береді.

Телекоммуникация есептері үшін киральді ортада Грин функциясын есептеп шығару мақаланың негізгі *мақсаты* болып табылады.

Қойылған тапсырма: киральді ортада Максвелл теңдеулерінің шешімі негізінде Грин функциясының үш толқындық сандары арқылы киральді ортада үш түрлі жылдамдықтардың болуы мүмкін екенін есептеп шығару.

Қарастырылып отырған киральді ортада электромагниттік өрісті анықтау үшін қолданылатын бастапқы теңдеу жүйесі стационарлы процесске арналған Максвелл теңдеулер жүйесі [1]. *Есептің қойылымы:*

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} - i\omega(\varepsilon \vec{E} - i\chi \vec{H}),$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = i\omega(\mu \vec{H} + i\chi \vec{E}) \quad (1)$$

(1) Теңдеулер жүйесін келесі матрицалық түрде жазуға болады:

$$\begin{aligned} G_0 \vec{H} &= \vec{j} - i\omega \varepsilon \vec{E} - \omega \chi \vec{H} \quad (2) \\ G_0 \vec{E} &= i\omega \mu \vec{H} - \omega \chi \vec{E} \end{aligned}$$

мұнда:

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix}, \quad \vec{H} = \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix}, \quad G_0 = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} & 0 & -\frac{\partial}{\partial x} \\ -\frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} & 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} i\omega \varepsilon \hat{I} & G_0 + \omega \chi \hat{I} \\ G_0 + \omega \chi \hat{I} & -i\omega \mu \hat{I} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{E} \\ \vec{H} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \vec{j} \\ 0 \end{pmatrix}, \end{aligned} \quad (3)$$

мұнда:

$$\vec{j} = \begin{pmatrix} j_x \\ j_y \\ j_z \end{pmatrix}, \quad 0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Фурье түрлендіруінен кейін $F[\vec{E}(\vec{r})] = \int \vec{E}(\vec{r}) e^{-i\vec{k}\vec{r}} dV, (\vec{k} = (k_x, k_y, k_z))$

$$\begin{aligned} \tilde{M} \begin{pmatrix} \vec{E} \\ \vec{H} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \vec{j} \\ 0 \end{pmatrix}, \\ \tilde{M} &= \begin{pmatrix} i\omega \varepsilon \hat{I} & \tilde{G}_0 + \omega \chi \hat{I} \\ G_0 + \omega \chi \hat{I} & -i\omega \mu \hat{I} \end{pmatrix}, \quad (4) \\ \tilde{G}_0 &= i \begin{pmatrix} 0 & -k_z & k_y \\ k_z & 0 & k_x \\ -k_y & k_x & 0 \end{pmatrix}, \\ \vec{E} &= F[\vec{E}] \end{aligned}$$

$\tilde{M}$ —матрицаның анықтаушы төменде көрсетілген:

$$\det = \varepsilon \mu \omega^2 \left(1 - \frac{k^2}{\varepsilon \mu}\right) (\omega^2 (\chi + \sqrt{\varepsilon \mu})^2 - k^2) (\omega^2 (\chi - \sqrt{\varepsilon \mu})^2 - k^2), \quad (5)$$

Жаңа белгі енгіземіз:

$$\epsilon = \frac{1}{(k_+^2 - k^2)(k_-^2 - k^2)} \quad (6)$$

(6) теңдеуді келесі жай бөлшектер арқылы өрнектейміз:

$$\epsilon = \frac{-1}{(k_+^2 - k^2)(k_+^2 - k^2)} + \frac{1}{(k_-^2 - k^2)(k_+^2 - k^2)} \quad (7)$$

$$k_+ = \omega(\sqrt{\epsilon\mu} + \chi), \quad k_- = \omega(\sqrt{\epsilon\mu} - \chi)$$

Грин функциясын(7) - өрнекті кері Фурье түрлендіруі арқылы табамыз:

$$= F^{-1}[\epsilon] = -\frac{1}{(k_+^2 - k^2)} F^{-1}[(k_+^2 - k^2)^{-1}] + \frac{1}{(k_-^2 - k^2)} F^{-1}[(k_-^2 - k^2)^{-1}], \quad (8)$$

бұл Грин функциясы белгілі болғандықтан(8) өрнекті Гельмгольц операторының Грин функциясы үшін:

$$F^{-1}[(k_0^2 - k^2)^{-1}] = -\frac{e^{ik_0 r}}{4\pi r}$$

жоғарыдағы өрнекті пайдаланып, (8) өрнекті келесі түрде жазамыз:

$$= \frac{1}{(k_+^2 - k_-^2)} \frac{1}{4\pi} \frac{e^{ik_+ r}}{r} - \frac{1}{(k_+^2 - k_-^2)} \frac{1}{4\pi} \frac{e^{ik_- r}}{r}, \quad (9)$$

мұнда: $k_+^2 - k_-^2 = 4\chi\sqrt{\epsilon\mu}\omega^2$

(9)өрнекті келесі түрде көрсетуге болады:

$$= \frac{i}{8\pi k_0} \frac{\sin(\chi\omega r)}{\chi\omega r} e^{ik_0 r}, \quad (10)$$

– **киральді орта үшін Грин функциясы.**

(6)-тендеуден функциясы келесі теңдеуді қанағаттандыратынын көреміз:

$$(k_+^2 - \Delta)(k_-^2 - \Delta) = \delta(\vec{r}),$$

$\delta(\vec{r})$ – Дирактың дельта функциясы.

Қойылған мақсатты орындау барысында келесі міндеттер шешілді:

Киральді орталар үшін Максвелл теңдеуінің Грин функциясының шешімдері есептелінді. Жалпылама функциялар теориясының көмегі және Фурье түрлендірулері арқылы Грин функциясының нақты өрнектері шешілді. Грин функциясының үш толқындық сандары арқылы киральді ортада үш түрлі жылдамдықтардың бар екені дәлелденді. Қортып шығарылған Грин функциясы электромагнитті толқындардың киральді ортада таралуының кең есептер классын қарастыруға, атап айтқанда оптикада, антенна фидерлік құрылғыларда, метаматериалдар үшін үлкен мүмкіндік береді.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

- 1 Саутбеков С.С., Алексеева Л.А. Фундаментальные решения уравнений Максвелла // Дифференциальные уравнения. – 1999. – № 1. – Т. 35. – С. 125– 262 с 127
- 2 Саутбеков С.С. Нейтральные токи в уравнениях Максвелла // Математический журнал. – 2003. – № 3. – С. 89-90
- 3 Канымгазиева И.А., Саутбеков С.С. Новые решения уравнений Максвелла для одноосного кристалла // Электродинамика и техника СВЧ, КВЧ и оптических частот. – 2007. – Т. XV. – Вып. 1 (43). – С. 141-145
- 4 Шевченко В.В. Киральные электромагнитные объекты и среды // Соросовский образовательный журнал, 1998. — №2. — С.109-114.
- 5 Ziolkowski R.W., Jin P., Nielsen J.A., Tanielian M.H. and Holloway C.L. Design and experimental verification of Z antennas at UHF frequencies. IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., 2009 vol.8, -p. 1329-1332