



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты
IX халықаралық ғылыми конференциясы

IX Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»

The IX International Scientific Conference for
students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»

2014 жыл 11 сәуір
11 апреля 2014 года
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2014»
атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
IX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS
of the IX International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2014»**

2014 жыл 11 сәуір

Астана

УДК 001(063)
ББК 72
Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014».
– Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр.
(қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

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(063)
ББК 72

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық
университеті, 2014

2. L. Allen, M. W. Beijersbergen, R. J. C. Spreeuw, and J. P. Woerdman, Orbital angular-momentum of light and the transformation of Laguerre–Gaussian laser modes,” Phys. Rev. A 45, 8185–8189 (1992).
3. V. Yu. Bazhenov et al. 1992. "Screw dislocations in light wavefronts." Journal of Modern Optics 39.5 Forked diffraction grating produces screwed wavefronts with optical vortex at the center
4. Direct Observation of Transfer of Angular Momentum to Absorptive Particles from a Laser Beam with a Phase Singularity Phys. Rev. Lett. 75, 826 – Published 31 July 1995 H. He, M. E. J. Friese, N. R. Heckenberg, and H. Rubinsztein-Dunlop.
5. Gibson, Graham, et al. 2004. "Free-space information transfer using light beams carrying orbital angular momentum." Opt. Express 12.22.
6. New Journal of Physics 14 (2012) 033001 (17pp) An article - Encoding many channels on the same frequency through radio vorticity: first experimental test - Fabrizio Tamburini, Elettra Mari, Anna Sponselli, Bo Thidé, Antonio Bianchini and Filippo Romanato
7. Phys. Rev. Lett. 102, 065004 An article - Radio Pumping of Ionospheric Plasma with Orbital Angular Momentum – Published 12 February 2009 T. B. Leyser, L. Norin, M. McCarrick, T. R. Pedersen, and B. Gustavsson.
8. Кочержевский Г.Н. Антенно-фидерные устройства. –М.:Радио и связь, 1972 (с.145...154).

УДК 537.86/.87

ЖАЗЫҚ БЕТКЕ ЖАҚЫН ОРНАЛАСҚАН ЗОММЕРФЕЛЬД СӘУЛЕЛЕНДІРГІШ ЕСЕБІНІҢ ШЫҒАРУ ӘДІСІН ЖАЛПЫЛАУ

Даулетиярова Гүлжазира Талғатқызы

jazi_93_01@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлтық Университеті студенті, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекші – Сауытбеков.С.С

Аннотация

Қысқа толқын диапазонында электромагниттік толқын таралуын есептеуде Фурье түрлендіруіне негізделген Зоммерфельд сәулелендіргіш есебін шешудің жаңа әдісі ұсынылады. Сонымен қатар толқындық аймақта стационарлы фаза әдісімен асимптотикалық формулалар табылды.

Кіріспе

Зоммерфельд сәулелендіргіш есебі - сымсыз байланыс облысындағы жер бетімен өшу немесе жұтылу болатын радиотолқын таралу есебінің шешімі болып табылады [1,2]. Зоммерфельд сәулелендіргіш есебінің классикалық шешімінде «Герц потенциалы» қолданылады және есеп кәдімгі дифференциалдық теңдеулер жүйесіне келтіріледі. Бірақ та, аналитикалық шешімде интегралдарды алу күрделі болғандықтан, шешімді практика жүзінде қолдану қиынға соғады. К.Нортон [3] жоғарыда көрсетілген есепті жазық жер бетінде радиотолқын таралуында маңызды рөл атқаратын «әлсіреу коэффициенті» деп аталатын техникада, сымсыз байланыс жүйесінде қолданылатын жеткілікті алгебралық өрнекпен бейнеленетін осы есеп шешімімен анықтады. Бұл жұмыста жоғары және төмен кеңістіктегі электр және магнит өрістерін алу үшін интегралдық өрнектер алынады, мұндағы интегралдау k_p цилиндрлік координаталар бойынша жүреді.

Онда, Зоммерфельд сәулелену есебінің классикалық шешімін жер бетімен өшу немесе жұтылу болатын ω бұрыштық жиілігінде вертикальды дипольды момент сәулеленуімен де шешуге болады. Стационарлы фаза әдісі көмегімен k_p цилиндрлік координаталар бойынша интегралдау орындалады және берілген мәліметтер бойынша алыс зонадағы электр және магнит өрісін алу үшін аналитикалық шешімнің жабық формасы алынады [4,5]. Ең соңында аналитикалық шешімнің жабық формасының физикалық мағынасы ұсынылады.

Есептің қойылуы

Электромагниттік өріс үшін Максвелл теңдеулері былай жазылады:

$$\begin{cases} \text{rot} \vec{E} - i\omega\mu_0\mu_r\vec{H} = 0 \\ \text{rot} \vec{H} + i\omega\varepsilon_0\varepsilon_r\vec{E} = \vec{j} \end{cases} \quad (1)$$

мұндағы $\vec{j}$ ток тығыздығы.

Есеп шешу әдісі

[4,5] көрсетілгендей, кескін кеңістікте электромагнитті өріс $\vec{J}$ ток тығыздығымен, $\tilde{\psi}$ Грин функциясымен және Фурье кері түрлендіруі көмегімен жүзеге асырылады:

$$\vec{H} = -iF^{-1} \left[\tilde{\psi} \cdot \left(\vec{k} \times \vec{J} \right) \right] \quad (2)$$

$$\vec{E} = -\frac{i}{\omega\varepsilon_r\varepsilon_0} F^{-1} \left\{ \tilde{\psi} \left[\varepsilon_r\mu_r k_0^2 \vec{J} - (\vec{k}, \vec{J}) \vec{k} \right] \right\} \quad (3)$$

мұндағы F^{-1} - бұл Фурье кері түрлендіру операторы және

$$\tilde{\psi} = (k_{01}^2 - k^2)^{-1} = (k_{01}^2 - k_\rho^2 - k_x^2)^{-1} \quad (4)$$

кескін кеңістікте және цилиндрлік координатадағы Грин функциясы. Сонымен қатар, бұл есепте $\vec{J} = [\vec{J}(k_\rho), 0, 0]$ - ток тығыздығының Фурье компонентасы. (4) өрнекті қолдана отырып Фурье түрлендіруін келесідей өрнекпен жазамыз:

$$\vec{H}(\vec{r}) = -\frac{i}{(2\pi)^3} \hat{e}_\alpha \int_{k_\rho=0}^{\infty} \int_{\alpha=0}^{2\pi} \int_{k_x}^{\infty} k_x \tilde{J}(k_\rho) \tilde{\psi} k_\rho \cdot \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r}) \cdot dk_\rho d\alpha dk_x \quad (5)$$

Сондай-ақ,

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\frac{i}{(2\pi)^3 \varepsilon_r \varepsilon_0 \omega} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} (\varepsilon_r \mu_r k_0^2 \hat{e}_\rho - k_\rho \vec{k}) \cdot \tilde{J}(k_\rho) \tilde{\psi} k_\rho \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r}) dk_\rho d\alpha dk_x \quad (6)$$

[5],[7],[8] және [9] көрсетілгендей, электромагниттік өріс алу үшін келесідей өрнек жазамыз: жоғары жарты кеңістік үшін ($x>0$)

$$\vec{H}(\vec{r}) = \vec{H}^{LOS} - \frac{i\omega\rho\hat{e}_\alpha}{8\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\varepsilon_{r2}k_1 - \varepsilon_{r1}k_2}{k_1(\varepsilon_{r2}k_1 + \varepsilon_{r1}k_2)} k_\rho^2 \cdot H_0^{(1)}(k_\rho\rho) e^{ik_1(x_0+x)} dk_\rho \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}^{LOS}(\vec{r}) - \frac{i\rho}{8\pi\varepsilon_{r1}\varepsilon_0} \hat{e}_\rho \int_{-\infty}^{\infty} k_\rho^2 \frac{\varepsilon_{r2}k_1 - \varepsilon_{r1}k_2}{(\varepsilon_{r2}k_1 + \varepsilon_{r1}k_2)} \cdot e^{ik_1(x+x_0)} H_0^{(1)}(k_\rho\rho) dk_\rho + \frac{i\rho}{8\pi\varepsilon_{r1}\varepsilon_0} \hat{e}_x \\ \int_{-\infty}^{\infty} k_\rho^3 \frac{\varepsilon_{r2}k_1 - \varepsilon_{r1}k_2}{k_1(\varepsilon_{r2}k_1 + \varepsilon_{r1}k_2)} e^{ik_1(x+x_0)} \cdot H_0^{(1)}(k_\rho\rho) dk_\rho \end{aligned} \quad (8)$$

төменгі жарты кеңістік үшін ($x<0$)

$$\vec{H}^T(\vec{r}) = -\frac{i\omega\rho}{4\pi} \hat{e}_\alpha \int_{-\infty}^{\infty} k_\rho^2 \frac{\varepsilon_{r2}}{\varepsilon_{r1}k_1 + \varepsilon_{r1}k_2} e^{i(k_1x_0 - k_2x)} \cdot H_0^{(1)}(k_\rho\rho) dk_\rho \quad (9)$$

$$\vec{E}^T(\vec{r}) = -\frac{i\rho}{4\pi\varepsilon_0} \int_{-\infty}^{\infty} (k_\rho \hat{e}_x - k_2 \hat{e}_\rho) \frac{k_\rho^2}{\varepsilon_{r2}k_1 + \varepsilon_{r1}k_2} e^{i(k_1x_0 - k_2x)} \cdot H_0^{(1)}(k_\rho\rho) dk_\rho \quad (10)$$

(7) - (10) өрнектегі $H_0^{(1)}$ - нөлдік ретті, бірінші текті Ханкель функциясы.

Стационарлы фаза әдісін қолдана отырып, электромагниттік өріс үшін:

$$\vec{E}_{x>0} = \vec{E}^{LOS} - \frac{i\rho}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon_1} I_1 \hat{e}_\rho - \frac{i\rho}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon_1} I_2 \hat{e}_x \quad (11)$$

$$\vec{H}_{x>0} = \vec{H}^{LOS} - \frac{i\omega\rho}{8\pi} I_3 \hat{e}_\alpha \quad (12)$$

мұндағы

$$I_1 = \int_{k_\rho=-\infty}^{\infty} \frac{\varepsilon_2 k_1 - \varepsilon_1 k_2}{\varepsilon_2 k_1 + \varepsilon_1 k_2} \cdot k_\rho^2 \cdot H_0^{(1)}(k_\rho \rho) \cdot e^{ik_1(x+x_0)} dk_\rho \quad (13)$$

$$I_2 = \int_{\kappa_\rho=-\infty}^{\infty} \frac{\kappa_\rho(\varepsilon_2 \kappa_1 - \varepsilon_1 \kappa_2)}{\kappa_1(\varepsilon_2 \kappa_1 + \varepsilon_1 \kappa_2)} \cdot \kappa_\rho^2 \cdot H_0^{(1)}(\kappa_\rho \rho) \cdot e^{i\kappa_1(x+x_0)} d\kappa_\rho \quad (14)$$

$$I_3 = \int_{k_\rho=-\infty}^{\infty} \frac{\varepsilon_2 k_1 - \varepsilon_1 k_2}{k_1(\varepsilon_2 k_1 + \varepsilon_1 k_2)} \cdot k_\rho^2 \cdot H_0^{(1)}(k_\rho \rho) \cdot e^{ik_1(x+x_0)} dk_\rho \quad (15)$$

Сонымен қатар, I_1 есептеу үшін стационарлы фаза әдісін қолданамыз:

$$k_\rho \cdot \rho \gg 1, \quad (16)$$

$$f(k_\rho) = \frac{k_1(x+x_0)}{\rho} + k_\rho \quad (17)$$

- фаза функциясы

$$F(k_\rho) = k_\rho^{3/2} \cdot \frac{\varepsilon_2 k_1 - \varepsilon_1 k_2}{\varepsilon_2 k_1 + \varepsilon_1 k_2} \quad (18)$$

- амплитуда функциясы

Келесі стационарлы фаза әдісі бойынша «стационарлық нүктені» есептейміз:

$$f'(k_\rho) = \frac{df(k_\rho)}{dk_\rho} = 0 \quad (19)$$

Фаза және амплитуда функцияларын қолдану арқылы келесідей өрнектер аламыз:

$$I_1 = \frac{i_2}{k_{01}\rho^{1/2}} \frac{1}{(x+x_0)^{1/2}} k_{1s}^{3/2} k_{\rho s}^{3/2} \frac{\varepsilon_2 k_{1s} - \varepsilon_1 k_{2s}}{\varepsilon_2 k_{1s} + \varepsilon_1 k_{2s}} e^{ik_{\rho s}\rho} e^{i_{1s}k(x+x_0)} \quad (20)$$

$$I_2 = \frac{i_2}{k_0\rho^{1/2}} \frac{1}{(x+x_0)^{1/2}} k_{1s}^{1/2} k_{\rho s}^{5/2} \frac{\varepsilon_2 k_{1s} - \varepsilon_1 k_{2s}}{\varepsilon_2 k_{1s} + \varepsilon_1 k_{2s}} e^{ik_{\rho s}\rho} e^{ik_{1s}(x+x_0)} \quad (21)$$

$$I_3 = \frac{i_2}{k_{01}\rho^{1/2}} \frac{1}{(x+x_0)^{1/2}} k_{1s}^{1/2} k_{\rho s}^{3/2} \frac{\varepsilon_2 k_{1s} - \varepsilon_1 k_{2s}}{\varepsilon_2 k_{1s} + \varepsilon_1 k_{2s}} e^{ik_{\rho s}\rho} e^{ik_{1s}(x+x_0)} \quad (22)$$

мұндағы

$$k_{1s} = \sqrt{\kappa_{01}^2 - \kappa_{\rho s}^2} \quad (23)$$

$$k_{2s} = \sqrt{\kappa_{02}^2 - \kappa_{\rho s}^2} \quad (24)$$

Қорыта келгенде (20) - (24) өрнектер аналитикалық шешім болып табылады.

Қорытынды

Бұл жұмыста жоғары және төменгі жарты кеңістікте Герц диполінің сәулеленуіндегі электромагниттік өріс үшін жабық түрдегі аналитикалық шешімін алынды. Және де Стационарлы фаза әдісін қолдана отырып, жоғары жиілік режимінде негізгі шешім болып табылатын «толқын кеңістігі» үшін классикалық шешімді алынды. Алынған сандық нәтижелер Нортон нәтижесімен салыстырылды [2], [7].

Сонымен қатар, ең маңыздысы нақты және аналитикалық [11] немесе сандық түрдегі (яғни, сандық интегралдау әдісі көмегімен) сәулелену диполінің кез келген жиіліктегі жоғары жарты кеңістік үшін электромагниттік өріс шешімі алынды. Біз спектральды облыстағы сәулелену есебінің шешімін жазық жер бетімен өшетін Герц диполінің көлденең сәулелену жағдайында катастырды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

- [1] A. N. Sommerfeld, “Propagation of Waves in Wireless Telegraphy”, Ann. Phys., 28, pp. 665 – 736, March 1909; and 81, pp. 1135 – 1153, December 1926.
- [2] T. K. Sarkar et. al., “Electromagnetic Macro Modeling of Propagation in Mobile Wireless Communication : Theory and Experiment”, IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 54, No. 6, pp. 17 – 43, Dec. 2012.
- [3] K. A. Norton, “The Propagation of Radio Waves Over the Surface of the Earth”, Proceedings of the IRE, 24, pp. 1367 – 1387, 1936; and 25, pp. 1203 – 1236, 1937.
- [4] S. Sautbekov, “The Generalized Solutions of a System of Maxwell’s Equations for the Uniaxial Anisotropic Media’, Chapter 1 in book ‘Electromagnetic Waves Propagation in Complex Matter’, edited by A. A. Kishk, Croatia, pp. 3 – 24, June 2011.
- [5] S. Sautbekov, R. Kasimkhanova and P. Frangos, “Modified solution of Sommerfeld’s problem”, ‘Communications, Electromagnetics and Medical Applications’ (CEMA’10), National Technical University of Athens (NTUA), Athens, Greece, 7-9/10/2010, pp. 5 – 8.
- [6] C. A. Balanis, ‘Antenna Theory : Analysis and Design’, Appendix VIII : Method of Stationary Phase, pp. 922 – 927, J. Wiley and Sons Inc., New York, 1997.
- [7] <http://arxiv.org/abs/1303.1171>
- [8] S. Sautbekov, P. Frangos, Ch. Christakis and K. Ioannidi, “A closed – form analytical solution to the radiation problem from a short dipole antenna above flat ground using spectral domain approach”, ICEAA Conference, Torino, Italy, September 2013.
- [9] S. Sautbekov, P. Frangos, Ch. Christakis and K. Ioannidi, ‘A novel closed – form analytical solution to the radiation problem from a vertical short dipole antenna above flat ground using spectral domain approach’, CEMA’13 Conference, Technical University of Sofia, Bulgaria, October 2013.
- [10] J. Fikioris, *Introduction to Antenna Theory and Propagation of Electromagnetic Waves*, Book in Greek, National Technical University of Athens (NTUA), Athens, Greece, 1982.
- [11] G. Arfken, *Mathematical Methods for Physicists*, 3rd Edition, pp. 400 – 414, Academic Press Inc., Orlando, Florida, USA, 1985.

УДК 621.37.624

СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ АТОМАРНЫХ ФУНКЦИИ

Елеусинова Гүлсайра Мухтаровна

gulsheka@mail.ru

ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – С.С.Саутбеков