

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті  
Казакский Национальный Университет имени аль-Фараби  
Al-Farabi Kazakh National University



Қазақстан 2050



EXPO 2017  
Future Energy  
Astana Kazakhstan

Физика-техникалық факультет  
Физико-технический факультет  
Faculty of Physics and Technology

## IV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФАРАБИ ОҚУЛАРЫ

Алматы, Қазақстан, 4-21 сәуір, 2017 жыл

### «ФАРАБИ ӘЛЕМІ»

атты студенттер мен жас ғалымдардың  
халықаралық ғылыми конференциясы  
Алматы, Қазақстан, 2017 жыл, 10-13 сәуір



## IV INTERNATIONAL FARABI READINGS

Almaty, Kazakhstan, April 4-21, 2017

International Scientific Conference of  
Students and Young Scientists

### «FARABI ALEMI»

Almaty, Kazakhstan, April 10-13, 2017



## IV МЕЖДУНАРОДНЫЕ ФАРАБИЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Алматы, Казахстан, 4-21 апреля 2017 года

Международная конференция студентов и молодых ученых

### «ФАРАБИ ӘЛЕМІ»,

Алматы, Казахстан, 10-13 апреля 2017 года

- 292 стр. Әбдірасыл М.Б., Төленті Е.М., Тыныбаев А.Ж., Электропроводность тонких аморфных пленок  $As_2Se_3$  (ҚазНУ им. аль-Фараби)
- 293 стр. Әлғожа Қ.Н., Электрохимиялық жеміру әдісі арқылы кеуекті кремний қабаттарын алу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 294 стр. Alieva Zh.A., Obtaining polymeric composite materials based on carbon nanotubes (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty)
- 295 стр. Әмірбекова Г.С., Әлібекова А., Модификацияланған алицикликалық полиимидтерді алу технологиясы мен құрылымы (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 296 стр. Asembayeva A.R., Nanocatalysts based compound oxide and their properties (al-Farabi Kazakh National University, Almaty)
- 297 стр. Зейнулла А.Б., Исследование структур и свойств аморфного углерода при помощи крс-спектроскопии (ҚазНУ им. аль-Фараби)
- 298 стр. Зейнулла А.Б., Амалбеков А., Әбусағатов Е., Тоғанбаева А. Влияние температуры подложки на кристалличность углеродных пленок (ҚазНУ им. аль-Фараби)
- 299 стр. Ізмұхан Ж.Н., Түсеев Т.Т., Сутегі датчигін жасауға керекті материалдарды зерттеу
- 300 стр. Лияс Д.Қ., Кали А. К., Совершенствование технологии выплавки феррохрома на базе аксуского завода (ҚазНУ им. аль-Фараби, Алматы; Аксуский завод ферросплавов/филиала АО «ТЦК Казхром»)
- 301 стр. Kadir M.F., Yskak M.T., Obtaining of nanostructured materials and their main applications (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty)
- 302 стр. Каймолдаев Ж.Ж., Күміс нанокластерлерімен ынталандырылған, селективті химиялық жеміру әдісі арқылы кремнийдің антишағылдырушы бетін алу технологиясы (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 303 стр. Кайполдаев О.Е., Мурадов А.Д., Тауасаров Қ.А., Мухаметкаримов Е.С., Байғаринова Г.А., Гусейнов Н.Р., Двумерные структуры на основе карбида титана и карбидов переходных металлов (ҚазНУ им. аль-Фараби)
- 304 стр. Кали А. К., Лияс Д.Қ., Совершенствование технологии выплавки ферросилиция на базе аксуского завода (ҚазНУ им. аль-Фараби, Алматы; Аксуский завод ферросплавов/филиала АО «ТЦК Казхром»)
- 305 стр. Камал Б.Б., Нурбапа А.Е., Nanoeducator II сканерлеуші зондтық микроскоптың көмегімен үлгілердің 3D бейнесін алу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 306 стр. Қарибаев М.Е., Мірімхан Б.Ж., Мәді Д.Ө. Нұрғали Р.И., Қалдыхан О.С., Әбдіразақов А.М., Электрондармен сәулелендірілген мыс және алюминий нанобұтақтарының құрылымын зерттеу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 307 стр. Келес Ж.Ж., Коррозияға төзімді болаттардың газдарды (оттегі, сутегі, азот) жұту қабілетін электронды – позитронды аннигиляция (ЭПА) әдісімен зерттеу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 308 стр. Кизатолла А.Л., Қонарбай А.А., Күйдірудің күміспен модификацияланған а-С:Н қабықшаларының морфологиясына әсері (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 309 стр. Кисан А., Сидоренко А.В., Поверхностные волны на границе раздела топологического изолятора и гиперболического метаматериала (ҚазНУ им.аль-Фараби)
- 310 стр. Қонарбай А.А., Кизатолла А.Л., Күміспен модификацияланған а-С:Н қабықшаларды алу технологиясы мен морфологиясы (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 311 стр. Кривошеина В.В., Продукты синтеза сжиганием нанопорошка алюминия с добавками карбоната лития и оксида магния (НИ ТПУ, Томск)
- 312 стр. Қуанышбеков Т.К., Гусейнов Н.Р., Термическое восстановление оксида графена в водородной атмосфере (ҚазНУ им. аль-Фараби, ННЛОТ)



# ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА И ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО МЕТАМАТЕРИАЛА

Кисан А., Сидоренко А.В., КазНУ им. аль-Фараби, Алматы

Научные руководители: д.ф.-м.н. Давлетов А.Е., Габитов И.Р. Топологические изоляторы (ТИ) [1] и гиперболические метаматериалы (ГММ) [2] являются искусственными материалами, полученными в результате стремительного развития технологии создания новых материалов. Оба класса обладают особыми электродинамическими свойствами, которые могут быть использованы для создания различных новых оптических устройств. В связи с этим исследование электромагнитных процессов на границе раздела ТИ и ГММ является одной из важных задач, имеющих прямое практическое применение.

Известно, что электромагнитное поле в обычном диэлектрике описывается с помощью уравнений Максвелла. В отсутствие сторонних зарядов и тока, электродинамические свойства ТИ можно описывать с помощью модифицированных уравнений Максвелла с граничными условиями, учитывающими эффекты ТИ:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} &= 0, & \operatorname{rot} \mathbf{H} - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} &= -\kappa \left( \nabla \theta \times \mathbf{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \theta}{\partial t} \mathbf{B} \right), \\ \operatorname{div} \mathbf{D} &= \kappa (\nabla \theta \cdot \mathbf{B}), & \operatorname{div} \mathbf{B} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\kappa = e^2 / \hbar c$  – константа связи [3] электромагнитного поля с аксионным полем ТИ  $\theta$  [4], которое в обычном диэлектрике равно нулю. Здесь необходимо учесть, что векторы электрической и магнитной индукции в ТИ связаны друг с другом следующим образом:

$$\mathbf{D} = \mathbf{E} + 4\pi(\mathbf{P} + \kappa\theta\mathbf{B}), \quad \mathbf{B} = \mathbf{H} + 4\pi(\mathbf{M} + \kappa\theta\mathbf{E}). \quad (2)$$

Из условий непрерывности нормальных компонентов индукции магнитного поля и тангенциальных компонентов напряженности электрического поля на границе раздела двух сред получаются следующие граничные условия:

$$\begin{aligned} (D^{(1)} - D^{(2)})_n &= -\kappa(\theta_1 - \theta_2) B_n^{(1)}, & (B^{(1)} - B^{(2)})_n &= 0, \\ (H^{(1)} - H^{(2)})_{z,y} &= \kappa(\theta_1 - \theta_2) E_{z,y}^{(1)}, & (E^{(1)} - E^{(2)})_{z,y} &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

В данной работе решалась система уравнений, полученная из (1), и получено ее решение, удовлетворяющее граничным условиям  $\mathbf{E} \rightarrow 0$  и  $\mathbf{H} \rightarrow 0$  при  $x \rightarrow \pm\infty$ , которые характеризуют поверхностные волны. Подстановка полученных решений в (3) позволила получить дисперсионное соотношение для электромагнитных волн, распространяющихся вдоль границы ТИ и ГММ.

## Список литературы:

1. Hasan M. Z., Kane C. L., Colloquium: Topological insulators, Rev.Mod.Phys., V. 82, P. 3045-3067, (2010).
2. Shelby R.A., Smith D.R., Schultz S., Experimental verification of a negative index of refraction, Science, V. 292, P. 77-79 (2001).
3. Visinelli L., Axion-Electromagnetic Waves, Mod. Phys. Lett. A, 28, 1350162 (2013).
4. Wilczek F., Two applications of axion electrodynamics, Phys.Rev.Lett., V. 58, № 18, P. 1799-1802, (1987).