



Қазақстан 2050

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

III ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФАРАБИ ОҚУЛАРЫ

Алматы, Қазақстан, 2016 жыл, 4-15 сәуір

Студенттер мен жас ғалымдардың

«ФАРАБИ ӘЛЕМІ»

атты халықаралық ғылыми конференциясы
Алматы, Қазақстан, 2016 жыл, 11-14 сәуір



III МЕЖДУНАРОДНЫЕ ФАРАБИЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Алматы, Казахстан, 4-15 апреля 2016 года

Международная научная конференция студентов и молодых ученых

«ФАРАБИ ӘЛЕМІ»

Алматы, Казахстан, 11-14 апреля 2016 года



III INTERNATIONAL FARABI READINGS

Almaty, Kazakhstan, April 4-15, 2016

International Scientific Conference of Students and Young Scientists

«FARABI ALEMI»

Almaty, Kazakhstan, April 11-14, 2016

- 111 стр. Кумакова Г.М., Бейсенов Х.И., Турбекова А.Г., «Численное моделирование образования вредных пылегазовых выбросов при двухступенчатом сжигании угольной пыли» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 112 стр. Қалиахмет А.Б., «Исследование экд компонентов для некоторых природных углеводородных газовых смесей в воздухе при разных температурах» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 113 стр. Қани Ә., Жұманбаев Ш., «Жану процесінің токсинді қалдықтарын сандық зерттеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 114 стр. Құлтөре М., Боранбаева А., «Іштен жану қозғалтқыштарындағы жылудық процесстерді volume of fluid әдісімен модельдеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 115 стр. Мәден Ш., Пэйзола Г., «Определение фазовой скорости движения вихрей в неизоэнтальной струе при наличии акустического воздействия» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 116 стр. Медер Ж., Мырзабай Ұ., Төреханова М., «Шардың жылу беруінің жергілікті коэффициенті» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 117 СТР. Мешітбай А., «Тропосферно жүйесіндегі жел турбинасының моментін және жел энергиясын пайдалану коэффициентін анықтау» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 118 стр. Мустафа А., «Автоматические системы измерения низких температур» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 119 стр. Нариманов Р.Р., Қаласов Н.Б., «Желкенді жел қондырғыларының аэродинамикалық сипаттамалары» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 120 стр. Нахипова Ф.Н., Арыстан А., «Компьютерные моделирования процессов теплопереноса, происходящие при сжигании энергетического топлива» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 121 стр. Наширбек М.М. «Қазақстан метрология институтында ақырғы ұзындық өлшемінің (концевая мера длины) калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерін анықтау» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 122 стр. Оспанқұлова Б.К., Нағашыбай Ж., «Исследование влияния изменения конструкции топочной камеры ТЭС БКЗ – 420 на распределения продуктов горения» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 123 стр. Сағынов С., «Жоғары қысымдарда бүркілген тамшылардың дисперсиясын les әдісімен модельдеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 124 СТР. Сейітхан А., Эбтикар С.С., «Балласты газ жүйесіндегі молекулалық массатасымалдаудың шекарасын анықтау» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 125 СТР. Сидоренко А., Кисан А., «Моделирование распространения электромагнитных волн в слоистых материалах на основе графена» (КазНУ им. аль-Фараби)
- 126 стр. Сұлтанова А.Е., «Жел энергетикалық қондырғыларды орнататын аймақтың өнімділігін зерттеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 127 СТР. Сыдық Н., «ЖЭО-да түрлі жанғыш отынды жағу кезінде атмосфераға бөлінетін зиянды қалдықтарды есептеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 128 стр. Тамабек Д., Боранбаева А., «Екіфазалы ағыстардың динамикасына турбуленттілік деңгейінің әсерін сандық зерттеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 129 стр. Түгелбаева А.Д., «Жел электр станцияларын зерттеуде үлкен аэродинамикалық құбырды салудың рөлі» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)
- 130 стр. Тілеулес Ж., Есіркеп Ж., «Жану процесінің сипаттамаларына қабырғалық температураның әсерін сандық тәжірибе жүзінде зерттеу» (эл-Фараби атындағы ҚазҰУ)

Моделирование распространения электромагнитных волн в слоистых материалах на основе графена

Сидоренко А., Кисан А.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби. г. Алматы.

Научный руководитель: Даулетов Аскар Ербуланович

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработки эффективных устройств манипуляций световыми потоками и сигналами на наномасштабе, а поскольку оптические свойства графена можно менять в широких пределах этот материал предоставляет широкое поле для исследований. Математическая модель распространения электромагнитных волн в электродинамических структурах на основе графена базируется на решении системы уравнений Максвелла совместно с материальными уравнениями среды и дополненной электродинамическими граничными условиями.

Монослой графена характеризуется поверхностной проводимостью σ_s , определяемой выражением, полученным применением формулы Кубо:

$$\sigma_s(\omega, \mu_c) = \frac{-ie^2 k_B T}{\pi \hbar^2 (\omega - i2\Gamma)} \left(\frac{\mu_c}{k_B T} + 2 \ln \left(\exp \left(-\frac{\mu_c}{k_B T} \right) + 1 \right) - \frac{ie^2 (\omega - i2\Gamma)}{\pi \hbar^2} \int_0^\infty \frac{\exp \left(\frac{-\xi - \mu_c}{k_B T} \right) + 1}{(\omega - i2\Gamma)^2 - \left(\frac{2\xi}{\hbar} \right)^2} - \frac{\exp \left(\frac{\xi - \mu_c}{k_B T} \right) + 1}{(\omega - i2\Gamma)^2 - \left(\frac{2\xi}{\hbar} \right)^2} d\xi \right)$$

где e — заряд электрона, k_B — постоянная Больцмана, \hbar — постоянная Планка, T — температура, Γ — частота релаксации, μ_c — химический потенциал, $\omega = 2\pi f$ — круговая частота. Поверхностная проводимость σ_s графена является комплексной величиной с положительной действительной частью σ'_s . Мнимая часть поверхностной проводимости σ''_s содержит отрицательный вклад от внутризонной проводимости и положительный от межзонной. В уравнение Максвелла входит объемная удельная проводимость σ , которую необходимо выразить через поверхностную проводимость σ_s . Для монослоя графена вводится комплексная диэлектрическая проницаемость: $\epsilon(\omega, \mu_c) = 1 + \frac{i\sigma(\omega, \mu_c)}{\epsilon_0 \omega}$, где d — эффективная толщина монослоя графена, а объемная σ проводимость связана с поверхностной σ_s соотношением $\sigma = \sigma_s/d$.

Численное решение системы уравнений производится методом конечных разностей во временной области (метод FDTD). Векторы E и H выражаются в декартовых координатах и являются основными для вычислений. D , V , и J выразятся через них. Для конечно-разностной аппроксимации используется пространственную сетку, в которую помещены вектора $E_x, E_y, E_z, H_x, H_y, H_z$. Все компоненты векторов разнесены в пространстве: E - компоненты находятся посередине ребер ячеек сетки, H - компоненты - по центру граней. Пространственные координаты каждого вектора x, y и z выражаются в номерах ячеек i, j и k соответственно, время t выражается в шагах n по времени: $x = i\Delta x, y = j\Delta y, z = k\Delta z, t = n\Delta t$, где $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ - размеры пространственной ячейки, Δt - шаг по времени. Поля E и H вычисляются со сдвигом на полшага по времени. Вычисление ведется рекурсивно: для вычисления значений на текущем шаге по времени используются значения на предыдущем. Для реализации алгоритма создаются массивы $E_x, E_y, E_z, H_x, H_y, H_z$, а также массивы электрофизических характеристик $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \mu_x, \mu_y, \mu_z$.

Список использованных источников

1. Graphite and graphene and perfect filters / V.M. Karpan [et al.] // Phys. Rev. Lett. - 2007.-Vol. 99.-P. 176602.
2. *Electromagnetic Simulation Using the FDTD Method*, 2nd Edition. Dennis M.Sullivan. ISBN: 978-1-118-45939-3. 192 pages. June 2013, Wiley-IEEE Press.