



**ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ
ЖЫЛУФИЗИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

**Профессор Ж.С. Ақылбаевтың 80 жылдығына арналған
Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференцияның**

МАТЕРИАЛДАРЫ

28 қыркүйек

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ
И ПРИКЛАДНОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ**

МАТЕРИАЛЫ

**Республиканской научно-практической конференции,
посвященной 80-летию профессора Ж.С. Ақылбаева**

28 сентября

**ACTUAL PROBLEMS OF HEAT POWER
ENGINEERING AND APPLIED THERMOPHYSICS**

MATERIALS

**of the Republican Scientific-practical conference,
dedicated to the 80th anniversary of Professor Zh.S. Akylbaev**

September, 28

**Қарағанды
2018**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
АКАДЕМИК Е.А. БӨКЕТОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.А. БУКЕТОВА
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ACADEMICIAN Ye.A. BUKETOV KARAGANDA STATE UNIVERSITY

ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ ЖЫЛУФИЗИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Профессор Ж.С. Ақылбаевтың 80 жылдығына арналған
Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференцияның

МАТЕРИАЛДАРЫ

28 қыркүйек

* * *

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ПРИКЛАДНОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ

МАТЕРИАЛЫ

Республиканской научно-практической конференции,
посвященной 80-летию профессора Ж.С. Ақылбаева

28 сентября

* * *

ACTUAL PROBLEMS OF HEAT POWER ENGINEERING AND APPLIED THERMOPHYSICS

MATERIALS

of the Republican Scientific-practical conference,
dedicated to the 80th anniversary of Professor Zh.S. Akylbaev

September, 28

Қарағанды
2018

ӘОЖ 620.9:53

КБЖ 31.3

Ж92

Ұйымдастыру комитеті — Организационный комитет

**Кубеев Е.К. (председатель), Аймагамбетов А.К., Жумашев Р.М.,
Омаров Х.Б., Нусупбеков Б.Р., Балтабеков А.С., Шаймерденова К.М.**

Бағдарламалық комитет — Программный комитет

**Абдуов М.И., Талжанов С.А., Жетписбаева Б.А., Иманбеков М.М.,
Есенгельдин Б.С., Кусбеков Д.К., Кожахметов Г.З., Рамашов Н.Р.,
Смагулова Г.М., Тажбаев Е.М., Казимова Д.А., Көкетай Т.Ә., Ибраев Н.Х.**

Ақпараттық-бағдарламалық комитет — Информационно-программный комитет

**Чиркова Л.В. (председатель), Хасенов А.К., Танашева Н.К.,
Айтпаева З.К., Сатыбалдин А.Ж., Ермаганбетов К.Т., Кудусов А.С.,
Утебаев И.С., Зейниденов А.К.**

Ж92 **Жылуэнергетика және қолданбалы жылуфизиканың өзекті мәселелері =
Актуальные проблемы теплоэнергетики и прикладной теплофизики = Actual
problems of heat power engineering and applied thermophysics:** Проф. Ж.С. Ақыл-
баевтың 80 жылд. арн. Респ. ғыл.-тәжір. конф. материалдары. — Қарағанды: ҚарМУ
баспасы, 2018. — 324 бет. — Қазақша – орысша – ағылшынша.

ISBN 978-9965-07-799-9

Жинақ материалдарына шетел және отандық зерттеуші-ғалымдардың, профессор Ж.С. Ақыл-
баевтың шәкірттері мен әріптестерінің мақалалары енгізілген.

В сборник материалов включены статьи отечественных и зарубежных ученых-исследователей,
учеников и коллег профессора Ж.С. Акылбаева.

The collection includes articles by Russian and foreign scientists, students and colleagues of Professor
Zh.S. Akylbaev.

ӘОЖ 620.9:53

КБЖ 31.3

ISBN 978-9965-07-799-9

© Қарағанды мемлекеттік
университеті, 2018

Литература:

1. Джеймс, Т.Х. Теория фотографического процесса / Т.Х. Джеймс; пер. с англ. А. И. Картужанский. – Москва: Химия, 1980. – 672 с.
2. Гальбрайт, Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение / Л.С. Гальбрайт // Соросовский образовательный журнал, 2001. – Т.7 вып. 1 – С. 51 – 56.
3. Воронько, Н.Г. Взаимодействие желатины с хитозаном: влияние концентрации полисахарида / Н.Г.Воронько, С.Р. Деркач, Н.И. Соколан // Вестник МГТУ, Мурманск, 2015. – Т. 18. – № 1. – С. 80 – 89.
4. Басс, М. Лазеры на красителях / М. Басс, Т. Дейч, М. Вебер // Успехи физических наук. Москва, 1971. – Т. 105 – вып. 3. – С. 521 – 571.
5. Лёвшин, Л.В. Лазеры на основе сложных органических соединений / Л.В. Лёвшин, А.М. Салецкий. – Москва: Изд-во МГУ, 1992. – 329 с.
6. Тихонов, Г. А. Спектры поглощения и люминесценции акридинового оранжевого в смешанной желатин-хитозановой матрице / Г.А. Тихонов, Ю.Д. Лантух, К.В. Чайченко // 21 век: фундаментальная наука и технологии - материалы XIV международной научной-практической конференции, NortCharleston, USA, 2017. – Т. 2 – С. 96 – 99.

¹Глеуменов С.К., профессор, доктор физико-математических наук; ²Жукенов М.К., ассоциированный профессор, кандидат физико-математических наук
¹Евразийский Национальный университет им. Л. Гумилева
г. Астана, Республика Казахстан

²Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
г. Павлодар, Республика Казахстан

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН
НА ГРАНИЦЕ ИЗОТРОПНОЙ СРЕДЫ И АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЫ С
МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ**

В работе рассмотрены аналитические формулы расчета коэффициентов отражения и преломления электромагнитных волн на границе раздела изотропной среды и анизотропной среды с магнитоэлектрическим эффектом. Получены выражения полей отраженных и преломленных волн для анизотропных магнитоэлектрических сред тетрагональной, тригональной и гексагональной сингонии.

Ключевые слова: метод матрицанта; магнитоэлектрический эффект; отражение, преломление электромагнитных волн.

При двумерном распространении электромагнитных волн в анизотропных диэлектрических средах тетрагональной, тригональной и гексагональной сингонии с магнитоэлектрическим эффектом матрица, \hat{B} имеет вид

$$\hat{B} = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & -b_{14} & 0 & b_{34} \\ -b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

с коэффициентами ($k_y = 0$)

$$b_{12} = i\omega\mu_0\mu_1 \quad b_{14} = -i\omega\alpha_{\perp} \quad b_{21} = i\varepsilon_0 \left(\frac{k_x^2}{\beta} \varepsilon_2 + \omega\varepsilon_1 \right)$$

$$b_{23} = -i \left(\frac{k_x^2}{\beta} \alpha_{11} + \omega \alpha_{\perp} \right) \quad b_{34} = -i \overline{\omega} \varepsilon_0 \varepsilon_1 \quad b_{43} = -i \mu_0 \left(\frac{k_x^2}{\beta} \mu_2 + \omega \mu_1 \right)$$

Вычисления на основе

$$\hat{R} = \frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} [\hat{B}_0^2 h^2 - (p_{11} + p_{22} - \Delta_0) \hat{E}] \hat{B},$$

с учетом выражения

$$p_{11} = b_{12} b_{21} - b_{14} b_{23}; \quad p_{22} = b_{34} b_{43} - b_{14} b_{23}$$

$$\Delta_0 = \sqrt{(b_{12} b_{34} + b_{14}^2)(b_{21} b_{43} + b_{23}^2)}$$

позволяют получить явный вид матрицы \hat{R} :

$$\hat{R} = \begin{pmatrix} 0 & r_{12} & 0 & r_{14} \\ r_{21} & 0 & r_{23} & 0 \\ 0 & -r_{14} & 0 & r_{34} \\ -r_{23} & 0 & r_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Элементы матрицы \hat{R} получены в виде:

$$\begin{aligned} r_{12} &= \frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} \Delta_1 (b_{12} \Delta_2 - b_{43} \Delta_1), & r_{14} &= \frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} \Delta_1 (b_{14} \Delta_2 + b_{23} \Delta_1) \\ r_{21} &= \frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} \Delta_2 (-b_{34} \Delta_2 + b_{21} \Delta_1), & r_{23} &= \frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} \Delta_2 (b_{14} \Delta_2 + b_{23} \Delta_1) \\ r_{34} &= \frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} \Delta_1 (b_{34} \Delta_2 - b_{21} \Delta_1), & r_{43} &= -\frac{1}{2ik\chi(k+\chi)} \Delta_2 (b_{43} \Delta_2 + b_{12} \Delta_1) \end{aligned}$$

где

$$\Delta_1 = \sqrt{b_{12} b_{34} + b_{14}^2}, \quad \Delta_2 = \sqrt{b_{21} b_{43} + b_{23}^2}$$

Пусть

$$\hat{R}_0 + \hat{R}_t = \hat{\tau}^+, \quad \hat{R}_0 - \hat{R}_t = \hat{\tau}^- \quad (3)$$

Тогда

$$\vec{U}_R = (\hat{\tau}^+)^{-1} (\hat{\tau}^-) \vec{U}_P \quad (4)$$

Элементы матриц $\hat{\tau}^+$ и $\hat{\tau}^-$ определяются как

$$\tau_{ij}^+ = r_{ij}^0 + r_{ij}^t, \quad \tau_{ij}^- = r_{ij}^0 - r_{ij}^t$$

Поле отраженных волн

$$\vec{U}_R = \hat{G} \vec{U}_P$$

Из $\vec{U}_P + \vec{U}_R = \vec{U}_t$ следует

$$\vec{U}_R = \vec{U}_t - \vec{U}_P$$

Подставляя (6) в (5) получим поле преломленных волн:

$$\vec{U}_t = (\hat{G} + \hat{E}) \vec{U}_P$$

где

$$\hat{G} = \begin{pmatrix} g_{11} & 0 & g_{13} & 0 \\ 0 & g_{22} & 0 & g_{24} \\ g_{31} & 0 & g_{33} & 0 \\ 0 & g_{42} & 0 & g_{44} \end{pmatrix}$$

элементы матрицы \hat{G} получены в виде

$$\begin{aligned} g_{11} &= \frac{\tau_{43}^+ \tau_{21}^-}{\Lambda_2^2} + \frac{\tau_{23}^+ \tau_{23}^-}{\Lambda_2^2}, & g_{13} &= \frac{\tau_{43}^+ \tau_{23}^-}{\Lambda_2^2} - \frac{\tau_{23}^+ \tau_{43}^-}{\Lambda_2^2} \\ g_{22} &= \frac{\tau_{34}^+ \tau_{12}^-}{\Lambda_1^2} + \frac{\tau_{14}^+ \tau_{14}^-}{\Lambda_1^2}, & g_{24} &= \frac{\tau_{34}^+ \tau_{14}^-}{\Lambda_1^2} - \frac{\tau_{14}^+ \tau_{34}^-}{\Lambda_1^2} \\ g_{31} &= \frac{\tau_{23}^+ \tau_{21}^-}{\Lambda_2^2} - \frac{\tau_{21}^+ \tau_{23}^-}{\Lambda_2^2}, & g_{33} &= \frac{\tau_{23}^+ \tau_{23}^-}{\Lambda_2^2} + \frac{\tau_{21}^+ \tau_{43}^-}{\Lambda_2^2} \\ g_{42} &= \frac{\tau_{14}^+ \tau_{12}^-}{\Lambda_1^2} - \frac{\tau_{12}^+ \tau_{14}^-}{\Lambda_1^2}, & g_{44} &= \frac{\tau_{14}^+ \tau_{14}^-}{\Lambda_1^2} - \frac{\tau_{12}^+ \tau_{34}^-}{\Lambda_1^2} \end{aligned}$$

здесь

$$\Lambda_1 = \sqrt{\tau_{12}^+ \tau_{34}^+ + \tau_{14}^{+2}}, \quad \Lambda_2 = \sqrt{\tau_{21}^+ \tau_{43}^+ + \tau_{23}^{+2}}$$

Поскольку

$$\begin{aligned} \vec{U}_R &= (E_{yR}, H_{xR}, H_{yR}, E_{xR})^t \\ \vec{U}_t &= (E_{yt}, H_{xt}, H_{yt}, E_{xt})^t \end{aligned}$$

Полагая

$$\vec{U}_P = (E_{yP}, \beta E_{yP}, 0, 0)$$

получим поле отраженных волн

$$\begin{aligned} E_{yR} &= g_{11} E_{yP}; H_{xR} = \beta g_{22} E_{yP} \\ H_{yR} &= g_{31} E_{yP}; E_{xR} = \beta g_{42} E_{yP} \end{aligned} \quad (9)$$

и поле преломленных волн

$$\begin{aligned} E_{yt} &= (g_{11} + 1) E_{yP}; H_{xt} = (g_{22} + 1) \beta E_{yP} \\ H_{yt} &= (g_{31} + 1) E_{yP}; E_{xt} = (g_{42} + 1) \beta E_{yP} \end{aligned} \quad (10)$$

Литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982 г.
2. Вайнштейн Б.К., Современная кристаллография. Том-4. Наука, 1979г.
3. Тлеуменов С.К., Оспанов А.Т. Изучение электромагнитных полей в анизотропных средах. – Алматы: Наука, 1985. – 176 с.
4. Тлеуменов С.К. О характеристической матрице периодически неоднородного слоя. В кн.: Математические вопросы теории распространения волн. – Ленинград: Зап. научн. семин., ЛОМИ, 1987. – Т.165. – С. 177-181.
5. Тлеуменов С.К., Метод матрицанта, Павлодар, НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2004г., 148 с.
6. Байгонысов О., Тлеуменов С.К. О методе решения некоторых задач распространения упругих волн при наличии периодической неоднородности. – Ленинград: Зап. научн. сем. ЛОМИ АН СССР, 1985 т. 148. – С.30-33.
7. Тлеуменов С.К. О характеристической матрице периодически неоднородного слоя. В кн.: Математические вопросы теории распространения волн. – Ленинград: Зап. научн. семин., ЛОМИ, 1987. – Т.165. – С. 177-181.
8. Peykenov S. The structure of propagator matrix and its application in the case of the periodical inhomogeneous media. Abstr.Semin.on Earthquake processes and their consequences Seismological investigations. 1989. - Kurukshetra, India. - P. 4.
9. Peykenov S. Investigation of the thin layer influence of the boundary conditions. Abstracts "Seminar on earthquake processes and their consequences". - Kurukshetra. India. 1989.
10. Тлеуменов С.К., Жукенов М.К. Решение задачи отражения и преломления электромагнитных волн на границе изотропного диэлектрика и анизотропного диэлектрика с магнитоэлектрическим эффектом методом матрицанта. - Вестник ПГУ, сер. физ.-мат. – 2009 – №2.

<i>Шаяхметова Б.К., Жанбусинова Б.Х., Орумбаева Н.Т., Омаров М.Т.</i> Некоторые вопросы методики преподавания информационных дисциплин в высшей школе.....	139
--	-----

Секция 3. Физиканың қазіргі мәселелері
Современные проблемы физики
Modern problems of physics

<i>Аймуханов А.К., Ибраев Н.Х., Юсупова Ж.Б.</i> Нанокompозитный материал на основе нанопористого оксида алюминия с добавками наночастиц серебра и золота	144
<i>Афанасьев Д.А., Ибраев Н.Х.</i> Влияние наноструктур Ag–TiO ₂ на фотопроцессы в полимере поли[3-гексилтиофен]	148
<i>Зейниденов А.К., Рожкова К.С., Мукаметкали Т., Иимуратова М.Ю., Тлеуменова С.У.</i> Спектрально-люминесцентные свойства семян пшеницы после облучения лазерным излучением.....	151
<i>Ермаганбетов Қ.Т., Чиркова Л.В., Маханов К.М., Кұрмаиш А.Н.</i> Физические процессы в лавинно-пролетном диоде и элементы синергетики.....	154
<i>Ибраев Н.Х., Жумабеков А.Ж., Садыкова А., Камалова Г., Селиверстова Е.В.</i> Синтез и исследование многослойных полупроводниковых пленок TiO ₂	158
<i>Ибраев Н.Х., Омарова Г.С., Жумабай Н.Д., Селиверстова Е.В.</i> Влияние плазмонных наночастиц золота на спектрально-люминесцентные свойства полиметинового красителя.....	161
<i>Испулов Н.А.</i> Моноклид сингониялы-анизотропты ортада таралатын термосерпімді толқындардың трансформациясы туралы.....	164
<i>Көкетай Т.Ә., Тусупбекова А.К., Мусабекова А.К.</i> Исследование природы центров свечения в кристаллах Li ₂ SO ₄ ·H ₂ O–Tl ⁺ и Li ₂ SO ₄ –Tl ⁺	168
<i>Кучеренко М.Г., Налбандян В.М.</i> Учет температурной зависимости частоты электрон-фононных столкновений в определении ширины спектрального контура плазмонного резонанса наночастиц.....	170
<i>Летуца С.Н., Лантух Ю.Д., Пашикевич С.Н.</i> Кинетика замедленной флуоресценции люминофоров в конденсированных средах при импульсном лазерном нагреве.....	175
<i>Масалимов А.С., Абилканова Ф.Ж., Рахимжанова А.С., Никольский С.Н.</i> Квантово-химические исследования механизмов быстрых протолитических реакций в жидкой фазе	179
<i>Сельдюгаев О.Б., Завгородний А.В.</i> Моделирование энергетических характеристик полимеров, используемых в солнечной энергетике.....	183
<i>Тихонов Г.А., Чайченко К.В., Лантух Ю.Д.</i> Эффективный перенос энергии электронного возбуждения между молекулами ксантеновых красителей в биополимерной матрице	187
<i>Тлеуменов С.К., Жукенов М.К.</i> Коэффициенты отражения и преломления электромагнитных волн на границе изотропной среды и анизотропной среды с магнитоэлектрическим эффектом	190
<i>Турдыбеков К.М., Нурмагамбетов Ж.С., Турдыбеков Д.М., Ильясбекұлы Д.</i> Пространственное строение и кристаллическая структура 8-альдегидгармина.....	194
<i>Чиркова Л.В., Ермаганбетов Қ.Т.</i> Особенности доменной неустойчивости в эффекте Ганна.....	197