



Қазақстан 2050



## V ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФАРАБИ ОҚУЛАРЫ

Алматы, Қазақстан, 3-13 сәуір, 2018 жыл

**ӘБДІЛДИН ОҚУЛАРЫ:  
ЗАМАНАУИ ФИЗИКАНЫҢ КӨКЕЙКЕСТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ  
ҚР ҰҒА академигі Әбділдин Мейірхан Мұбаракұлының  
80-жылдығына арналған атты  
халықаралық ғылыми конференция  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

Алматы, Қазақстан, 12-15 сәуір 2018 жыл

## V МЕЖДУНАРОДНЫЕ ФАРАБИЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Алматы, Казахстан, 3-13 апреля 2018 года

**МАТЕРИАЛЫ  
международной научной конференции  
АБДИЛЬДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ  
посвященной 80-летию академика НАН РК  
Абдильдина Мейрхан Мубараковича  
Алматы, Казахстан, 12-15 апреля 2018 года**

## V INTERNATIONAL FARABI READINGS

Almaty, Kazakhstan, 3-13 April 2018

**MATERIALS  
of the International Scientific conference dedicated  
to the 80th anniversary of Academician of the NAS RK  
Abdildin Meirkhan Mubarakovich  
ABDILDIN READINGS:  
ACTUAL PROBLEMS OF MODERN PHYSICS  
Almaty, Kazakhstan, 12-15 April 2018**

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ  
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ФИЗИКАЛЫҚ ҚОҒАМ  
КАЗАХСТАНСКОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО  
KAZAKH PHYSICAL SOCIETY

АЗИЯ-ТЫНЫҚ МҰХИТ ТЕОРИЯЛЫҚ ФИЗИКА ОРТАЛЫҒЫ  
АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКИЙ ЦЕНТР ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ  
ASIA-PACIFIC CENTER FOR THEORETICAL PHYSICS

---

V ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФАРАБИ ОҚУЛАРЫ  
Алматы, Қазақстан, 3-13 сәуір 2018 жыл

ӘБДІЛДИН ОҚУЛАРЫ:  
ЗАМАНАУИ ФИЗИКАНЫҢ КӨКЕЙКЕСТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

ҚР ҰҒА академигі Әбділдин Мейірхан Мұбаракұлының  
80 жылдығына арналған халықаралық ғылыми конференция

МАТЕРИАЛДАРЫ  
Алматы, Қазақстан 12-15 сәуір 2018 ж.

V МЕЖДУНАРОДНЫЕ ФАРАБИЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ  
Алматы, Казахстан, 3-13 апреля 2018 г.

АБДИЛЬДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

МАТЕРИАЛЫ  
международной научной  
конференции, посвященной 80-летию  
академика НАН РК Абдильдина Мейрхан Мубаракovich  
Алматы, Казахстан, 12-15 апреля 2018 г.

V INTERNATIONAL FARABI READINGS  
Almaty, Kazakhstan, 3-13 April, 2018

ABDILDIN READINGS:  
ACTUAL PROBLEMS OF MODERN PHYSICS

MATERIALS  
of the International Scientific  
conference dedicated to the 80th anniversary of  
Academician of the NAS RK  
Abdildin Meirkhan Mubarakovich  
Almaty, Kazakhstan, April 12-15, 2018

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2018

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

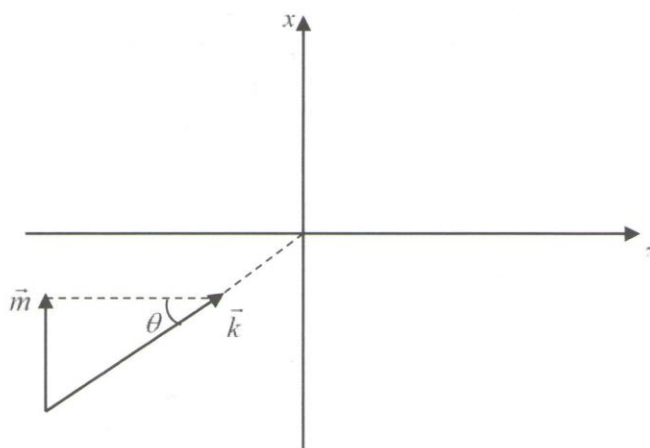
С.К. Тлеуменов<sup>1</sup>, М.К. Жукенов<sup>2</sup>

Евразийский Национальный университет им. Л. Гумилева<sup>1</sup>

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова<sup>2</sup>

В работе рассмотрены аналитические формулы расчета потоков энергии при отражении и преломлении электромагнитных волн на границе раздела изотропного полупространства и анизотропной среды магнитоэлектрическим эффектом. Получены энергетические коэффициенты отражения и преломления, если на границу раздела из изотропной среды падают электромагнитные ТЕ и ТМ волна.

Пусть границей раздела сред является плоскость  $z=0$ . Анизотропную среду ориентируем таким образом, чтобы оси декартовой системы координат совпали с соответствующими кристаллографическими осями.



$$m^2 = \omega^2 \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \sin^2 \theta$$

*Отражение и преломление волн в случае падения на границу двух сред электромагнитной ТЕ волны.*

Пусть на границу раздела из изотропной среды падает электромагнитная ТЕ волна, то есть вектор напряженности магнитного поля лежит в плоскости падения.

Матрицы коэффициентов изотропной среды и анизотропной среды с магнитоэлектрическим эффектом запишем как:

$$\hat{B}_1 = \begin{pmatrix} 0 & a_{12} & 0 & 0 \\ a_{21} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{34} \\ 0 & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad \hat{B}_2 = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & -b_{14} & 0 & b_{34} \\ -b_{23} & 0 & a_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Z-вые компоненты волновых векторов будут иметь вид:

$$k_1 = \sqrt{-a_{12}a_{21}}; \quad \chi_1 = \sqrt{-a_{34}a_{43}}; \quad (2)$$

$$\Delta_1 = -b_{12}b_{21} - b_{34}b_{43} + 2b_{14}b_{23};$$

$$\Delta_2 = (b_{12}b_{21} - b_{34}b_{43})^2 - 4(b_{14}b_{21} + b_{23}b_{34})(b_{12}b_{23} + b_{14}b_{43}) \quad (3)$$

$$\left. \begin{matrix} k_2^2 \\ \chi_2^2 \end{matrix} \right\} = \frac{1}{2}(\Delta_1 \mp \sqrt{\Delta_2}) \quad (4)$$

$$\text{Если } \left( \Delta_2 < 0 \& \operatorname{Im} \left[ \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2})} \right] < 0 \right) \Rightarrow k_2 = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \Delta_2 < 0 \& \operatorname{Im} \left[ \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2})} \right] > 0 \right) \Rightarrow k_2 = -\sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2}) < 0 \right) \Rightarrow k_2 = -\sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2}) \geq 0 \right) \Rightarrow k_2 = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 - \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \Delta_2 < 0 \& \operatorname{Im} \left[ \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2})} \right] < 0 \right) \Rightarrow \chi_2 = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \Delta_2 < 0 \& \operatorname{Im} \left[ \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2})} \right] > 0 \right) \Rightarrow \chi_2 = -\sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2}) < 0 \right) \Rightarrow \chi_2 = -\sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Если } \left( \frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2}) \geq 0 \right) \Rightarrow \chi_2 = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_2})}$$

$$\text{Вектор столбец имеет вид: } (E_y H_x H_y E_x)' \Rightarrow \vec{U}_p = (E_0 H_0 00)'$$

Матрицант изотропной среды можно записать в виде:

$$\hat{T}_1^\pm = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & \pm \frac{ia_{12}}{k_1} & 0 & 0 \\ \pm \frac{ia_{21}}{k_1} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} e^{\mp ik_1 z} + \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \pm \frac{ia_{34}}{\chi_1} \\ 0 & 0 & \pm \frac{ia_{43}}{\chi_1} & 1 \end{pmatrix} e^{i\chi_1 z} \quad (5)$$

Из условия  $\hat{T}_1^+(0)\vec{U}_0 = \vec{U}_0$ :

$$H_0 = -\frac{ik_1}{a_{12}} E_0 \quad H_0 = \frac{ia_{21}}{k_1} E_0 \quad (6)$$

Матрицант второй среды запишем как:

$$\hat{T}_2^+ = \frac{1}{2} \frac{1}{\chi_2^2 - k_2^2} [\hat{F}e^{-ik_2 z} - \hat{V}e^{-i\chi_2 z}] \quad (7)$$

Здесь

$$\hat{F} = (B_2^2 + \chi_2^2 \hat{E}) + \frac{i}{k_2} (\hat{B}_2^3 + \chi_2^2 \hat{B}_2) \quad (8)$$

$$\hat{V} = (\hat{B}_2^2 + k_2^2 \hat{E}) + \frac{i}{\chi_2} (\hat{B}_2^3 + k_2^2 \hat{B}_2) \quad (9)$$

Тогда

$$\hat{T}_2^+(0) = \frac{1}{2} \left[ \hat{E} \pm \frac{i}{k_2 \chi_2 (k_2 + \chi_2)} \hat{R}_2 \right] \quad (10)$$

Согласно (3.1.7)  $\hat{G}$  определим как

$$\hat{G} = (\hat{R}_3 + \hat{R}_4)^{-1} (\hat{R}_3 - \hat{R}_4) \quad (11)$$

здесь

$$\hat{R}_3 = \hat{T}_1^+(0) - \frac{1}{2} \hat{E} \quad (12)$$

$$\hat{R}_4 = \frac{i}{k_2 \chi_2 (k_2 + \chi_2)} \hat{R}_2 \quad (13)$$

Для данных  $\hat{B}_1$  и  $\hat{B}_2$ :

$$\hat{G} = \begin{pmatrix} g_{11} & 0 & g_{13} & 0 \\ 0 & g_{22} & 0 & g_{24} \\ g_{31} & 0 & g_{33} & 0 \\ 0 & g_{42} & 0 & g_{44} \end{pmatrix} \quad (14)$$

Зная  $\vec{U}_0$  и  $\hat{G}$  найдем  $\vec{U}_R$  и  $\vec{U}_t$ :

$$\vec{U}_R = \hat{G}\vec{U}_0 = \begin{pmatrix} g_{11} \\ \frac{ia_{21}}{k_1} g_{22} \\ g_{31} \\ \frac{ia_{21}}{k_1} g_{42} \end{pmatrix} \quad \vec{U}_t = (\hat{E} + \hat{G})\vec{U}_0 = \begin{pmatrix} 1 + g_{11} \\ \frac{ia_{21}}{k_1} (1 + g_{22}) \\ g_{31} \\ \frac{ia_{21}}{k_1} g_{42} \end{pmatrix} \quad (15)$$

Таким образом, матрицанты среды и матрица  $G$  позволяют записать в явном виде поля падающей, отраженной и преломленной электромагнитных волн:

$$\begin{cases} E_y^{\text{iaa}} = e^{-ik_1 z} \\ H_x^{\text{iaa}} = \frac{ia_{21}}{k_1} e^{-ik_1 z} \end{cases} \quad \begin{cases} E_y^{\text{i\ddot{o}\delta}} = \frac{1}{2}(g_{11} - g_{22})e^{ik_1 z} \\ H_x^{\text{i\ddot{o}\delta}} = -\frac{ia_{21}}{k_1} \frac{1}{2}(g_{11} - g_{22})e^{ik_1 z} \\ H_y^{\text{i\ddot{o}\delta}} = \frac{1}{2} \left( g_{31} + \frac{a_{21}a_{34}}{k_1 \chi_1} g_{42} \right) e^{i\chi_1 z} \\ E_x^{\text{i\ddot{o}\delta}} = \frac{1}{2} \left( \frac{ia_{21}}{k_1} g_{42} - \frac{ia_{43}}{\chi_1} g_{31} \right) e^{i\chi_1 z} \end{cases} \quad (16)$$

$$\begin{pmatrix} E_y^{\text{i\ddot{o}\delta}} \\ H_x^{\text{i\ddot{o}\delta}} \\ H_y^{\text{i\ddot{o}\delta}} \\ E_x^{\text{i\ddot{o}\delta}} \end{pmatrix} = T_2^+ \vec{W}_T \quad (17)$$

Поток электромагнитной энергии вычисляется по формуле Умова-Пойтинга

$$S = [EH] \quad (18)$$

$z$ -вая компонента плотности потока электромагнитной энергии:

$$S_z = H_y E_x - E_y H_x \quad (19)$$

Таким образом, энергетический коэффициент отражения имеет вид:

$$\frac{\bar{S}_z^{i\partial\partial}}{\bar{S}_z^{i\partial\bar{a}}} = \frac{\operatorname{Re} \left[ \left( g_{31} + \frac{a_{21}a_{34}}{k_1\chi_1} \right) \left( \frac{ia_{21}}{k_1} g_{42} - \frac{ia_{43}}{\chi_1} g_{31} \right)^* + \frac{ia_{21}}{k_1} \frac{1}{2} (g_{11} - g_{22})(g_{11} - g_{22})^* \right]}{4 \operatorname{Re} \left[ \frac{ia_{21}}{k_1} \right]} \quad (20)$$

Записав поле преломленных волн как:

$$\begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \gamma_3 \\ \gamma_4 \end{pmatrix} = \hat{T}_2^+(0) \vec{U}_t \quad (21)$$

Получим энергетический коэффициент преломления:

$$\frac{\bar{S}_z^{i\partial}}{\bar{S}_z^{i\partial\bar{a}}} = \frac{\operatorname{Re} [\gamma_3 \gamma_4^* - \gamma_1 \gamma_2^*]}{\operatorname{Re} \left[ \frac{ia_{21}}{k_1} \right]} \quad (22)$$

*Отражение и преломление волн при падении на границу двух сред электромагнитной ТМ волны.*

Аналогично получим энергетические коэффициенты отражения и преломления, если на границу раздела из изотропной среды падает электромагнитная ТМ волна.

В этом случае вектор столбец имеет вид:

$$(E_y H_x H_y E_x) \Rightarrow \vec{W}_0 = (00 H_0 E_0) \quad (23)$$

Из условия  $\hat{T}_1^+(0) \vec{W}_0 = \vec{W}_0$

$$H_0 = \frac{ia_{34}}{\chi_1} E_0 \quad H_0 = -\frac{ia_{43}}{\chi_1} E_0 \quad (24)$$

Зная  $\vec{U}_0$  и  $\hat{G}$  найдем  $\vec{U}_R$  и  $\vec{U}_t$ :

$$\vec{U}_R = \hat{G} \vec{U}_P = \begin{pmatrix} \frac{ia_{34}}{\chi_1} g_{13} \\ g_{24} \\ \frac{ia_{34}}{\chi_1} g_{33} \\ g_{44} \end{pmatrix} \quad \vec{U}_t = (\hat{E} + \hat{G}) \vec{U}_P = \begin{pmatrix} \frac{ia_{34}}{\chi_1} g_{13} \\ g_{24} \\ \frac{ia_{34}}{\chi_1} (1 + g_{33}) \\ 1 + g_{44} \end{pmatrix} \quad (25)$$

Таким образом, явный вид полей падающей, отраженной и преломленной электромагнитных волн:

$$\begin{cases} H_y^{\dot{i}\dot{a}\dot{a}} = \frac{ia_{34}}{\chi_1} e^{-i\chi_1 z} \\ E_x^{\dot{i}\dot{a}\dot{a}} = e^{-i\chi_1 z} \end{cases} \begin{cases} E_y^{\dot{i}\dot{o}\dot{\delta}} = \frac{1}{2} \left( \frac{ia_{34}}{\chi_1} g_{13} - \frac{ia_{12}}{k_1} g_{24} \right) e^{ik_1 z} \\ H_x^{\dot{i}\dot{o}\dot{\delta}} = \frac{1}{2} \left( \frac{a_{21}a_{34}}{k_1\chi_1} g_{13} + g_{24} \right) e^{ik_1 z} \\ H_y^{\dot{i}\dot{o}\dot{\delta}} = \frac{1}{2} \frac{ia_{34}}{\chi_1} (g_{33} - g_{44}) e^{i\chi_1 z} \\ E_x^{\dot{i}\dot{o}\dot{\delta}} = \frac{1}{2} (g_{44} - g_{33}) e^{i\chi_1 z} \end{cases} \quad (26)$$

$$\vec{W}^{\dot{i}\dot{o}} = T_2^+ \vec{W}_T \quad (27)$$

Тогда энергетический коэффициент отражения определяется как

$$\frac{\bar{S}_z^{\dot{i}\dot{o}\dot{\delta}}}{\bar{S}_z^{\dot{i}\dot{a}\dot{a}}} = \frac{\operatorname{Re} \left[ \frac{ia_{34}}{\chi_1} (g_{33} - g_{44})(g_{44} - g_{33})^* - \left( \frac{ia_{34}}{\chi_1} g_{13} - \frac{ia_{12}}{k_1} g_{24} \right) \left( \frac{a_{21}a_{34}}{k_1\chi_1} g_{13} + g_{24} \right)^* \right]}{4 \operatorname{Re} \left[ \frac{ia_{34}}{\chi_1} \right]} \quad (28)$$

Записав поле преломленных волн как:

$$\begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \gamma_3 \\ \gamma_4 \end{pmatrix} = \hat{T}_2^+(0) \vec{W}_T \quad (29)$$

Получим энергетический коэффициент преломления:

$$\frac{\bar{S}_z^{\dot{i}\dot{o}}}{\bar{S}_z^{\dot{i}\dot{a}\dot{a}}} = \frac{\operatorname{Re} [\gamma_3 \gamma_4^* - \gamma_1 \gamma_2^*]}{\operatorname{Re} \left[ \frac{ia_{34}}{\chi_1} \right]} \quad (30)$$

## 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. Тлеукунов С.К., Оспанов А.Т. Изучение электромагнитных полей в анизотропных средах. – Алматы: Наука, 1985. – 176 с.
4. Тлеукунов 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. Тлеукунов С.К., Метод матрицанта, Павлодар, НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2004г., 148 с.
6. Байгонысов О., Тлеукунов 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. Tleykenov 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. Tleykenov 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.

Жукешов А.М., Габдуллина А.Т., Амренова А.У., Мухамедрыскызы М., Фермахан К., Молдабеков Ж.М., Серик К., Кадыр Е. Технология модификации материалов дуговой плазмой и проблемы автоматизации вакуумной системы	219
Райымханов Ж., Досболаев М.К., Тажен А.Б., Утегенов А.У., Рамазанов Т.С. Осаждение углеродных наночастиц на поверхности металлов в импульсном плазменном потоке	224
Болегенова С.А., Туякбаев А.А., Муханова А.М. Электронная система для бесконтактного измерения температуры обмоток статора турбогенераторов большой мощности	226
Косов В.Н., Жаврин Ю.И., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В. Возникновение конвективных колебательных возмущений при диффузии газа и бинарной смеси с различными колекулярными массами компонентов в вертикальных каналах	229
Молдабекова М.С., Красиков С.А., Асембаева М.К., Федоренко О.В. Моделирование разделения газовой смеси на компоненты в зависимости от давления	234
Tleukenov S. K., Khamitov M.Kh., Ispulov N.A. To the question of applying of the method of the matriciant in solving the problem of the thermoelasticity in anisotropic mediums	238
Шаймерденова К.М., Ахмадиев Б.А., Наушарбан Ж. К., Секербаева Г.К. Тік орналасқан жылуалмастырғыштардағы жылу алмасу үрдістерін зерттеу	243
Бижігітов Т., Сембиева А. II - ші мұз түрінің 300 мпа, 500 мпа, 750 мпа қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің температураға тәуелділігі	247
<b>МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА, ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА И БИОФИЗИКА</b>	
Кусаинов А.С. Исследовательский программный комплекс для компьютерной томографии и маммографии	251
Тулеуханов С.Т., Аблайханова Н.Т. Анализ хроноструктурных параметров суточной динамики оптических свойств биообъектов в норме и при стрессе	252
А.И. Купчишиш, Б.А. Тронин, К. Шаханов. Изучение распределений по глубине интенсивности пучка электронов в теле обрабатываемой медицинской продукции	258
Тлеукенов С.К., Жукенов М.К. Энергетические коэффициенты отражения и преломления электромагнитных волн на границе изотропной среды и анизотропной среды с магнитоэлектрическим эффектом	262