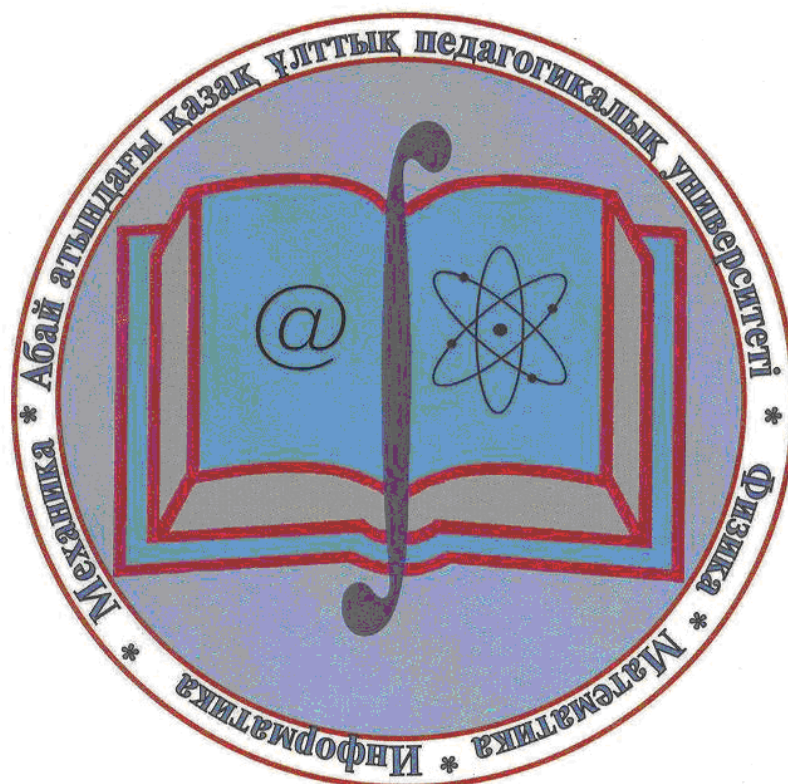




Абай атындағы
Қазақ ұлттық педагогикалық университеті
Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК



№ 4 (56)

2016

Алматы

Серия «Физико-математические науки» • «Физика-математика ғылымдары» сериясы

Казахский национальный педагогический университет имени Абая
ВЕСТНИК
 серия "Физико-математические науки"
 № 4 (56)

Главный редактор
 Академик НАН РК Г.У. Уалиев

Редакционная коллегия:
 зам.главного редактора:
 д.п.н. Е.Ы. Бидайбеков,
 к.ф.-м.н. М.Ж. Бекпатшаев
ответ.секретарь
 к.п.н. Г.А. Абдулкаримова

члены:
 Dr.-ing. Holm Altenbach(Germany),
 Dr. S.A.Hasan (Pakistan),
 Dr. YasuhideFukumoto(Japan),
 Phd.d Shuo-Hung Chang, (Taiwan),
 д.п.н., академик РАО А.Е. Абылкасымова,
 д.ф.-м.н. М.А. Бектемесов,
 д.ф.-м.н. А.С.Бердышев,
 д.п.н. В.В. Гриншкун (Россия),
 к.ф.-м.н. Ф.Р. Гусманова,
 д.т.н. А.Д.Джураев(Узбекистан),
 д.ф.-м.н., чл.-кор. РАН С.И. Кабанихин
 (Россия),
 д.ф.-м.н. Б.А. Кожамкулов,
 д.ф.-м.н., чл.-кор. НАН РК В.Н. Косов,
 д. ф.-м.н. К.К. Коксалов,
 д.т.н. М.К. Кулбеков,
 д.п.н., академик РАО М.П. Лапчик
 (Россия),
 д.ф.-м.н. К.М. Мукашев,
 д.ф.-м.н. С.Т. Мухамбетжанов,
 д.т.н. Г.Я. Пановко (Россия),
 д.п.н. Б.Д. Сыдыков,
 д.ф.-м.н., академик НАН РК Н.Ж. Такибаев,
 д.ф.-м.н. К.Б. Тлебаев,
 д.т.н. А.К. Тулешов,
 д.ф.-м.н. З.Г. Уалиев,
 д.ф.-м.н., чл.-кор. НАН РК Л.М. Чечин,
 к.ф.-м.н. Е.Б. Шалбаев,
 к.т.н. Ш.И. Хамраев

©Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2016

Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Казахстан, № 4824 - Ж - 15.03.2004 (периодичность—4 номера в год)
 Выходит с 2000 года

Редакторы:Ф.Р. Гусманова,
 Г.А. Абдулкаримова

Компьютерная верстка:
 Г.А. Абдулкаримова
 Ф.Р. Гусманова

Подписано в печать 23.12.2016 г.
 Формат 60x84 1/8.
 Об 15.10 уч.-изд.л.
 Тираж 300 экз.

050010, г.Алматы, пр.Достык, 13,
 КазНПУ им.Абая
 Отпечатано в типографии
 "ТОО Palitra Press"
 г.Алматы, ул.Хамиди 4а

Ж.М. Нурмухамедова, Л.Д. Жумалиева, Д.М. Нурбаева, Л.Ж. Жансентова Мектептерде және педагогикалық жоғары оқу орындарында математиканы оқытудың кейбір мәселелері	85
Б.С. Ханжарова, А.Б. Кокажаева Знакомство школьников с топологическими свойствами фигур как фактор формирования устойчивого интереса к геометрии	91
Х. Хомпыш Идентификация правой части нелинейного уравнения Кельвина-Фойгта	96
К. Шияпов О совместном движении двух несмешивающихся несжимаемых жидкостей в пороупругой среде	103
Н.Р. Юничева, М.Б. Аханова Построение множества решений системы интервальных алгебраических уравнений в задаче синтеза систем управления объектами с неточными данными	109

**ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
 ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ
 ФИЗИКИ**

М.С. Алмембетова, Г.М. Маемерова, М.Б. Елгондина Построение поверхностей нулевых скоростей обобщенной задачи двух неподвижных центров с применением системы Mathematica	117
К. Бисембаев, А. Кожабай Свободные колебания виброзащищаемых тел на трех опорах качения со спрямленными поверхностями	122
Е.К. Жаменкеев Суға толық батырылған сутурбинасы қалағына әсер етуші гидравликалық теңсерлі күш моментін анықтау	128
Қ.Н. Жұмаділлаев, Ж.О. Джакупова, А.К. Джумадиллаева Графиктермен жұмыс барысында оқушылардың ғылыми танымдық көзқарасын қалыптастыру	133
Т.Т. Кайым, В.Ф. Грибанов, А.Т. Каимов, С.Т. Каимов Математическая модель стохастических процессов высокоэффективного надежного разрушения грунта (россыпи, торф) инновационным отвалом ульдозера со съёмным режущим ножом	139
Л.Г. Касенова Виртуальный лабораторный практикум по физике как одна из форм формирования информационной компетентности студентов	145
В.Н. Косов, С.А. Красиков, Д.У. Кульжанов Экспериментальное исследование смешения бинарной газовой смеси во встречный поток третьего компонента различной интенсивности в режиме развитой конвекции	152
М.К. Кулбек, Ш.И. Хамраев Моделирование и вычислительные эксперименты по изучению кинетики диффузионных физико-химических процессов в полифазных керамических образцах ...	156
М. Құлбекұлы Екінші текті фазалық түрленулер теориясының өзекті мәселелері	160

С.К. Тлеуқенов, М.К. Жукенов Метод матрицантa. единое описание волновых процессов в средах с взаимной трансформацией упругих и электромагнитных полей 164

З.Г. Уалиев, Г. Уалиев, Н.Р. Хужаев, Г.К. Избасарова Математическое моделирование механических систем 169

**ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ
ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ
АҚПАРАТТАНДЫРУ
ИНФОРМАТИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ
ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ
ОБРАЗОВАНИЯ**

А.Т. Бектемесов, А.Ж. Бурлибаев Моделді тексеру әдісінің қолдану аумақтары және қарапайым үлестірілген алгоритмдердің верификация үшін күрделілігі 173

М.А. Бектемесов, М.А. Скиба, А.Р. Турганбаева Значимость e-портфолио в контексте результатов социологического исследования 178

N.A. Vaimukhanov, A.U. Pyrkova Corporate networks protection by using difficult replacement ciphers 183

Ж.С. Қажиақпарова, Д.К. Ташенова Вейвлет-түрлендірулері – бейнені сығудың әдісі 187

Н.Н. Керімбаев, Б.Ә. Мәдиева QRS-кешенін нәлді қыш өту санына негізделген алгоритм арқылы анықтау 192

С.А. Кудубаева, Г.К. Калақова, С.Б. Берік Пороговая обработка изображений рук человека для распознавания жестов 196

Е.Ө. Медеуов, Б.Г. Бостанов, И.Т. Сәлғожа Әл Фарабидің есептерін шештіру арқылы оқушылардың АКТ – құзырлылықтарын қалыптастыру 202

Ж.К. Нурбекова, Н.К. Токжигитова Студенттердің визуалды программалау бойынша қабілеттерін мульти-критериалды бақылау кезеңдері 206

С.З. Сапақова, Н.Ш. Қабылханова, Ү. Анарбек Алматы қаласы бойынша урбанизация процесін моделдейтін ақпараттық жүйе құру 212

А.Ж. Сқақова Қашықтықтан оқытудағы халықаралық серіктестік 219

А.Р. Турганбаева, Ф.Р. Гусманова, М.А. Скиба E-портфолионы қамтитын ақпараттық ресурстарға қойылатын талаптар 224

И.М. Уалиева, Д.А. Аязбаев Жүректің өткізгіш жүйесін board жинағымен бақылау 229

К.З. Халықова Педагогикалық жоғары оқу орындарында программалау тілдерін қатарынан оқытуды жүзеге асыру 233

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

хорошо проявляются при изучении процессов переноса в присутствии фазовых превращений и первого и второго рода.

Ключевые слова: фазовые превращения, тепловые эффекты, удельная теплоемкость

Abstract. In the scientific article some questions of the theory of phase transformations are considered. Theoretical aspects of the description of processes of transfer at the thermal effects taking place at phase transformations of the first sort are shown. The reasonable assumption of possible manifestations of indirect thermal effects is made and at phase transformations of the second sort. Manifestation of such effects at phase transformations of the second sort can be explained a gallop with figurative changes of a specific teplotemnost (cp), coefficients of volume thermal expansion (β) and volume compression (α). Such effects are well shown when studying processes of transfer in the presence of phase transformations and the first and second sort.

Keywords: phase transformations, thermal effects, specific heat

УДК 530.1:537.8

С.К. Глеуконов, М.К. Жуконов

МЕТОД МАТРИЦАНТА. ЕДИНОЕ ОПИСАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДАХ С ВЗАИМНОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ УПРУГИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

(г. Астана, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
г. Павлодар, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова)

Аннотация. В работе определены законы преломления на границах анизотропных сред, обобщающие закон Снеллиуса для изотропного случая. Разработано единое описание поверхностных волн Лэмбовского типа в анизотропных упругих, диэлектрических, пьезоэлектрических, пьезомагнитных средах и в средах с магнитоэлектрическим эффектом. Одним из важных практических приложений волн Лэмба является их широкое использование при неразрушающем контроле, вследствие их дисперсии и незначительному затуханию. Получены предельные скорости упругих и электромагнитных волн в тонких слоях (пластинах).

Ключевые слова: Метод матрицанта, волновые процессы, упругие и электромагнитные поля, взаимная трансформация, поверхностные волны.

1. Метод матрицанта основан на приведении исходной системы уравнений движения упругой анизотропной среды и совместной системы уравнений упругой среды и уравнений Максвелла для пьезосред:

- упругая анизотропная среда:

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i} = \rho \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2}$$

- уравнение Максвелла:

$$\text{rot} \vec{R} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t^2}; \text{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\text{div} \vec{D} = 0; \text{div} \vec{B} = 0; \vec{j} = 0; \rho = 0$$

- определяющие соотношения; упругая среда:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl}; \epsilon_{kl} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U_l}{\partial x_k} + \frac{\partial U_k}{\partial x_l} \right)$$

- пьезоэлектрическая среда:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= C_{ijkl} \varepsilon_{kl} - e_{ijk} E_k; \\ D_i &= e_{ikl} \varepsilon_{kl} + \varepsilon_{ik} E_k\end{aligned}$$

- пьезомагнитная среда:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= e_{ijkl} \varepsilon_{kl} - Q_{ijk} H_k; \\ B_i &= \mu_{ij} H_j + Q_{ijk} \varepsilon_{jk}\end{aligned}$$

- среда с магнитоэлектрическим эффектом:

$$\begin{aligned}D_i &= \varepsilon_{ik} E_j - \alpha_{ij} H_j \\ B_i &= \mu_{ij} H_j - \alpha_{ij} E_j\end{aligned}$$

к системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{d\vec{W}}{dz} = B\vec{W} \quad (1)$$

Структура матриц коэффициентов B для упругих анизотропных сред

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} \\ b_{24} & 0 & 0 & b_{34} \\ 0 & b_{13} & b_{43} & 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{W} = (U, \sigma, V, \tau)^T$$

Структура матриц коэффициентов B для пьезосред

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} \\ \pm i\omega b_{24} & 0 & 0 & b_{34} \\ 0 & \pm i\omega b_{13} & b_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & \pm i\omega b_{14} & 0 & b_{34} \\ \pm i\omega b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{W} = (U, \sigma, E, H)^T$$

Структура матриц коэффициентов B для сред с магнитоэлектрическим эффектом

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & -b_{14} & 0 & b_{34} \\ -b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix}, \quad \vec{W} = (E_y, H_x, H_y, E_x)^T$$

При этом используется представление решения искомых полей в форме:

$$F(z, x, y, t) = f(z) e^{i\omega t - imx - iny} \quad (2)$$

B – матрица коэффициентов, – вектор столбец, имеющий в упругой анизотропной среде компоненты

$$\vec{W} = (U_z, \sigma_{zz}, U_x, \sigma_{xz}, U_y, \sigma_{yz}) \quad (3)$$

в пьезосредах:

$$\vec{W} = (U_z, \sigma_{zz}, U_x, \sigma_{xz}, U_y, \sigma_{yz}, E_y, H_x, H_y, E_x)^T \quad (4)$$

Структура матриц коэффициентов, для всех рассмотренных классических феноменологических моделей сред, позволяет построить структуру матрицанта [5-6].

Структура матрицанта, есть линейная взаимнооднозначная зависимость между элементами прямого и обратного матрицантов.

Представление матрицанта (Гантмахер)

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$T = E + \int_0^z B(z_1) dz_1 + \int_0^z \int_0^{z_1} B(z_1) B(z_2) dz_1 dz_2 + \dots$$

$$T^{-1} = E - \int_0^z B(z_1) dz_1 + \int_0^z \int_0^{z_1} B(z_1) B(z_2) dz_1 dz_2 + \dots$$

В частности для матриц $B(2 \times 2)$:

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{pmatrix}; T^{-1} = \begin{pmatrix} t_{22} & -t_{12} \\ -t_{21} & t_{11} \end{pmatrix} \quad (5)$$

В случае матриц $B(4 \times 4)$

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & t_{34} \\ t_{41} & t_{42} & t_{43} & t_{44} \end{pmatrix}; T^{-1} = \begin{pmatrix} t_{22} & -t_{12} & -t_{42} & t_{32} \\ -t_{21} & t_{11} & t_{41} & t_{31} \\ -t_{24} & t_{14} & t_{44} & -t_{34} \\ t_{23} & -t_{13} & -t_{43} & t_{33} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Из (5) и (6) следуют инвариантные соотношения, включающие законы сохранения при рассматриваемом процессе. Инвариантные соотношения следуют из тождества:

$$T \cdot T^{-1} = T^{-1} \cdot T = E$$

Структура матрицанта была определена, в общем случае, для систем уравнений $(2n \times 2n)$.

2. Из построения структуры матрицанта следует рекуррентное соотношение:

$$T^2 = 2\hat{p}T - E; \hat{p} = \frac{1}{2}(T + T^{-1}) \quad (7)$$

E – единичная матрица.

Полином Чебышева второго рода имеет вид

$$U_n(x) = \sin(n \arccos x) = \frac{1}{2i} \left[\left(x + \sqrt{1-x^2} \right)^n - \left(x - i\sqrt{1-x^2} \right)^n \right]$$

$$U_{n+1}(x) = 2xU_n(x) - U_{n-1}(x)$$

Матричные полиномы:

$$\hat{p} = \frac{1}{2}(T + T^{-1}); T^2 = 2pT - E; P_n(p) = \frac{1}{\sqrt{1-p^2}} U_n(p)$$

Соотношение (7), приводит к аналитическому представлению матрицанта периодически неоднородного слоя на основе полиномов Чебышева-Гегенбауэра. Это представление является обобщением результатов работ Бриллюэна и Пароди для дискретных периодических структур:

$$T^n = P_n(\hat{p})T - P_{n-1}(\hat{p})$$

3. Аналитическое представление матрицанта периодически неоднородного слоя и свойства полиномов Чебышева-Гегенбауэра позволяют получить аналитическое решение исходных систем уравнений для широкого класса однородных анизотропных сред.

На основе этих решений рассмотрены задачи отражения/преломления, условия существования поверхностных волн, уравнения дисперсии волн Лэмбовского типа для различных моделей сред.

$$\vec{W}_0 + \vec{W}_R = \vec{W}_T;$$

$$\left(\frac{1}{2}E - R \right) \vec{W}_0 + \left(\frac{1}{2}E + R \right) \vec{W}_R = \left(\frac{1}{2}E - R_1 \right) \vec{W}_T;$$

$$\vec{W}_R = (R + R_1)^{-1} (R - R_1); \quad \vec{W}_R = G \vec{W}_0;$$

$$\vec{W}_T = (E + G)\vec{W}_0; \quad R = \frac{B - k\chi B^{-1}}{2i(k + \chi)};$$

Задача на собственные значения Волны Лэмбовского типа

$$\begin{pmatrix} U \\ 0 \\ V \\ 0 \end{pmatrix}_{z=L} = T \begin{pmatrix} U \\ 0 \\ V \\ 0 \end{pmatrix}_{z=0}; \quad \begin{pmatrix} U \\ 0 \\ 0 \\ H \end{pmatrix}_{z=L} = T \begin{pmatrix} U \\ 0 \\ 0 \\ H \end{pmatrix}_{z=0}$$

Показано их единое описание. Рассмотрены и получены хорошо известные предельные случаи для тонких слоев (предельные скорости) и толстых слоев (волны Рэля и Гуляева-Блюстейна).

Лэмб: упругая среда ромбической симметрии; плоскость xz:

$$b_{12} = \frac{1}{c_{33}}; \quad b_{13} = im \frac{c_{13}}{c_{33}}; \quad b_{21} = -\rho\omega^2; \quad b_{24} = im; \quad b_{34} = \frac{1}{c_{55}};$$

$$b_{43} = -\rho\omega^2 + m^2 \left(c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} \right)$$

$$\frac{tg\chi h}{tgkh} = \left(\frac{\chi\Delta_1 b_{21} + k\Delta_2 b_{43}}{k\Delta_1 b_{21} + \chi\Delta_2 b_{43}} \right)^{\pm 1}$$

Поверхностные волны

$$\frac{tg\chi h}{tgkh} = \frac{th|\chi|h}{th|k|h} \rightarrow 1 \Rightarrow \Delta_1 b_{21} - \Delta_2 b_{43} = 0$$

Предельные скорости

$$\chi h \rightarrow 0; \quad kh \rightarrow 0; \quad \frac{h}{\lambda} \rightarrow 0$$

- упругая среда:

$$\oplus \Delta_2 b_{43} = 0 \Rightarrow \Delta_2 = 0 \Rightarrow c_{np}^2 = 0; \quad b_{43} = 0 \Rightarrow c_{np}^2 = \frac{c_{11}}{\rho} \left(1 - \frac{c_{13}^2}{c_{11}c_{33}} \right)$$

$$\ominus \Delta_1^2 = 0 \Rightarrow c_{1np}^2 = \frac{c_{11}}{\rho}$$

$$c_{2np}^2 = \sqrt{\frac{4}{3}} \frac{\omega h c_{2np}}{2} \text{ следует из:}$$

$$1 + \frac{h^2}{3} \left(\chi^2 + k^2 + \Delta_2^2 \frac{b_{43}}{b_{21}} \right) = 0$$

-среда с магнитоэлектрическим эффектом:

$$\frac{tg\chi h}{tgkh} = \left(\frac{\chi\Delta_2 b_{12} + k\Delta_1 b_{43}}{k\Delta_2 b_{12} + \chi\Delta_1 b_{43}} \right)^{\pm 1}$$

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

Поверхностные волны:

$$\Delta_1 b_{43} - \Delta_2 b_{12} = 0$$

Предельные скорости

$$\oplus \Delta_1 b_{43} = 0; \quad \Delta_1 \neq 0; \quad b_{43} = 0 \Rightarrow V_{np}^2 = \frac{\mu_z}{\mu_y \beta}$$

ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

$$\ominus \Delta_1 b_{12} = 0; b_{12} \neq 0; \Delta_2^2 = 0; x^2 - 2bx + c = 0; x = \frac{1}{V^2}$$

$$b = \frac{1}{2}(\varepsilon_z \mu_y + \varepsilon_y \mu_z - 2\alpha_y \alpha_z), \quad c = (\varepsilon_y \mu_y - \alpha_y^2)(\varepsilon_z \mu_z - \alpha_z^2)$$

Заклучение.

Метод матрицанта позволяет создать единое описание волновых процессов в средах с взаимной трансформацией упругих и электромагнитных волн. Для классических моделей сред установлены структуры матрица коэффициентов и структура матрицанта: нормированной матрицы фундаментальных решений. В случае периодических структур получены обобщения результатов работ Бриллюэна и Паради, известных для дискретных периодических структур. Построены матрицы граничных условий и получены аналитические решения задач отражения и преломления на границе анизотропных сред с различными физико-механическими свойствами.

- 1 Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982 г.
- 2 Вайнштейн Б.К., Современная кристаллография. Том-4. Наука, 1979 г.
- 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 Tleukenov 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.

Аңдатпа. Жұмыста изотропты орталар үшін Снеллиус заңын жалпылайтын анизотропты орталардың шегіндегі сыну заңдары анықталды. Анизотропты серпімді, диэлектрлік, пьезоэлектрлік, пьезомагниттік және магниттоэлектрлік орталардағы Лэмб типті беттік толқындардың бірегей сипаттамасы өңделді. Лэмб толқындарының дисперсиясы мен өшу коэффициентінің аздығына байланысты, олардың маңызды пайдалану саласының бірі – бұзбайтын бақылау. Жұқа қабаттардағы (пластиналарда) серпімді және электромагниттік толқындардың шекті жылдамдықтары есептелді

Түйін сөздер: Матрицант әдісі, толқындық волновые процесстер, серпімді және электромагниттік өрістер, өзара трансформация, беттік толқындар.

Abstract. In work the Snell refraction laws on borders of anisotropics mediums generalizing a Snell's law for an isotropic case are defined. The uniform description of the ground waves of Lamb type in non-isotropic resilient, dielectric, piezoelectric, the pyezomagnitnykh and in environments with magnetoelectric effect is developed Wednesdays. One of important practical applications of waves of Lamb is their wide use at non-destructive monitoring, owing to their dispersion and to slight attenuation. The maximum speeds of elastic and electromagnetic waves in laminas (plates) are received.

Keywords: Matriciant method, wave processes, resilient and electromagnetic fields, the relative transformation, the ground waves