

5. IBM gets US\$2mn data center contract from Novartis. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnamericas.com/news/technology>
6. NVIDIA says Tegra 3 is a «PC-class CPU». [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.engadget.com>.
7. Harizopoulos S. and Papadimitriou S. A Case for Micro-Cellstores: Energy-Efecient Data Management on Recycled Smartphones / DaMoN. – 2011.
8. Variable SMP – A Multi-Core CPU Architecture for Low Power and High Performance. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nvidia.com/content/PDF/tegra\\_white\\_papers/tegra-whitepaper-0911b.pdf](http://www.nvidia.com/content/PDF/tegra_white_papers/tegra-whitepaper-0911b.pdf)
9. Smart Phone Chips Calling for Data Centers. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.technologyreview.com/news/426091/smart-phone-chips-calling-for-data-centers/>
10. WiFi Bandwidth Use in the U. S. Home Forecast to More Than Double in the Next Four Years [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://finance.yahoo.com/news/%20WiFi-Bandwidth-Use-U-S-Home-iw-4051717045.html>
11. PhoneLab [Електронний ресурс]. – Режим доступа <http://sensorlab.cs.dartmouth.edu/NSFPervasiveComputingAtScale/pdf/1569392923.pdf>
12. Almudeua Díaz Zayas and Pedro Merino Gómez. A testbed for energy profile characterization of IP services in smartphones over live networks / Mob. Netw. Appl.
13. Cuervo E., Gilbert P., Bi Wu, and Cox L. P. CrowdLab: An architecture for volunteer mobile testbeds / COMSNETS. – 2011.
14. Cappos J., Beschastnikh I., Krishnamurthy A., and Anderson T.. Seattle: A Platform for Educational Cloud Computing / SIGCSE. – 2009.
15. SETI@home [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://setiathome.berkeley.edu/16>. Elespuru P. R., Shakya S., and Mishra S. MapReduce System over Heterogeneous Mobile Devices / SEUS. – 2009.
17. Computing with HTCondor [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://research.cs.wisc.edu/hcondor/>
18. Earl Oliver. The challenges in large-scale smartphone user studies / ACM HotPlanet. – 2010.
19. Hossein Falaki, Dimitrios Lymberopoulos, Ratul Mahajan, Srikanth Kandula, and Deborah Estrin. A first look at traffic on smartphones / IMC. – 2010.
20. Alex Shye, Benjamin Scholbrock, Gokhan Memik, and Peter A. Dinda. Characterizing and modeling user activity on smartphones: Summary / ACM SIGMETRICS. – 2010.
21. Earl Oliver. Diversity in smartphone energy consumption / ACM workshop on Wireless of the students, by the students, for the students. – 2010.
22. Quad-core smartphones: This is their year [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cnet.com/8301-17918\\_1-57364255-85/quad-core-smartphones-this-is-their-year/](http://www.cnet.com/8301-17918_1-57364255-85/quad-core-smartphones-this-is-their-year/)
23. Coremark benchmark [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [www.coremark.org/](http://www.coremark.org/)
24. Andrew Krioukov, Prashanth Mohan, Sara Alspaugh, Laura Keys, David Culler, and Randy Katz. NapSAC: Design and Implementation of a Power-Proportional Web Cluster / Workshop on Green Networking. – 2010.

**Ю. П. Красный,**

*доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий кафедрой математики и математического моделирования  
факультета компьютерных наук и инновационных технологий,  
Международный гуманитарный университет*

**А. Б. Козин,**

*кандидат физико-математических наук, доцент  
доцент кафедры математики и математического моделирования  
факультета компьютерных наук и инновационных технологий,  
Международный гуманитарный университет*

**О. Б. Папковская,**

*кандидат физико-математических наук, доцент,  
доцент кафедры высшей математики и моделирования систем,  
Одесский национальный политехнический университет*

## **МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИЗГИБА ПЛАСТИН НЕОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ**

Рассматривается изгиб прямоугольной  $0 < x < a$ ,  $0 < y < b$  ортотропной шарнирно-опертой по краям пластины, у которой главные направления упругости

параллельны направлениям сторон, и внутри которой на криволинейном отрезке  $L: y = f(x)$ , ( $c_1 < x < c_2$ ,  $c_3 < y < c_4$ ) расположен тонкостенный дефект общей природы. С учетом вышеизложенного, введем следующие обозначения для соответствующих скачков основных физических величин [1, с. 180]:

$$\begin{aligned} w_1(x) &= w(x, f(x-0)) - w(x, f(x+0)), \quad \chi_1(x) = \theta_y(x, f(x-0)) - \theta_y(x, f(x+0)), \\ \mu_1(x) &= M_y(x, f(x-0)) - M_y(x, f(x+0)), \quad \psi_1(x) = V_y(x, f(x-0)) - V_y(x, f(x+0)) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} w_2(y) &= w(f^{-1}(y-0), y) - w(f^{-1}(y+0), y), \quad \chi_2(y) = \theta_x(f^{-1}(y-0), y) - \theta_x(f^{-1}(y+0), y) \\ \mu_2(y) &= M_x(f^{-1}(y-0), y) - M_x(f^{-1}(y+0), y), \quad \psi_2(y) = V_x(f^{-1}(y-0), y) - V_x(f^{-1}(y+0), y) \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь

$$\theta_y(x, y) = \frac{\partial w(x, y)}{\partial y}, \quad M_y(x, y) = -D_2 \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu_1 \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right],$$

$$V_y(x, y) = -(D_2 \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (D_3 + 2D_k) \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial x^2}), \quad \theta_x(x, y) = \frac{\partial w(x, y)}{\partial x},$$

$$M_x(x, y) = -D_1 \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu_2 \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right], \quad V_x(x, y) = - \left[ D_1 \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + (D_3 + 2D_k) \cdot \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right].$$

$$D_1 = \frac{E_1 h^3}{12(1-\nu_1 \nu_2)}, \quad D_2 = \frac{E_2 h^3}{12(1-\nu_1 \nu_2)}, \quad D_k = \frac{G h^3}{12}.$$

$D_1, D_2, G$  – жесткости изгиба и жесткость кручения для главных направлений упругости.

$E_1, E_2$  – модули упругости (Юнга) материала пластины для главных направлений,

$\nu_1, \nu_2$  – коэффициенты Пуассона для главных направлений,

$G$  – модуль сдвига,

$h$  – толщина пластины.

$$D_3 = D_1 \nu_2 + 2D_\epsilon = D_2 \nu_1 + 2D_\epsilon.$$

Выразим прогибы пластины  $w(x, y)$  через введение скачки (1), (2). Для этого, приняв условия шарнирного опирания по граням  $y = 0, b$ ;

$$0 < x < a: w(x, y) = \frac{\partial^2 w(x, y)}{\partial y^2} = 0, \quad (3)$$

применим к уравнению изгиба пластины [2, стр. 227] конечное синус-преобразование Фурье по схеме обобщенного метода [3, стр. 135]:

$$w_\beta(x) = \int_0^b w(x, y) \sin \beta y dy, \quad (4)$$

$$w(x, y) = \frac{2}{b} \sum_{k=1}^{\infty} w_\beta(x) \sin \beta y, \quad \left( \beta = \frac{\pi k}{b} \right). \quad (5)$$

Воспользовавшись затем формулой обращения (5) этого преобразования, приходим к следующему уравнению

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = q(x, y) + \delta(y - f(x)) \left( \psi_1(x) + (2D_k - D_3) \chi_1''(x) \right) + \delta'(y - f(x)) \left( \mu_1(x) + (D_2 \nu_1 - 2D_3) w_1''(x) \right) - \delta''(y - f(x)) \chi_1(x) D_2 - \delta'''(y - f(x)) w_1(x) D_2 \quad (6)$$

где

$w(x, y)$  – функция, непрерывная по переменной  $y$  вместе со своими производными до 3-го порядка включительно,

$\delta(x)$  – обобщенная дельта-функция Дирака.

Учитывая теперь условие шарнирного опирания по граням  $x = 0, a; 0 < y < b$ :

$$w(x, y) = \frac{\partial^2 w(x, y)}{\partial x^2} = 0 \quad (7)$$

применим к (6) аналогично вышеизложенному обобщенную схему прямого преобразования Фурье по переменной  $x$  с ядром  $\sin \alpha x$ ,  $\alpha = \pi n/a$  согласно формуле

$$w_\alpha(y) = \int_0^a w(x, y) \sin \alpha x dx,$$

После применения обратного преобразования, определенного выражением

$$w(x, y) = \frac{2}{a} \sum_{n=1}^{\infty} W_\alpha(y) \sin \beta x, \left( \alpha = \frac{\pi n}{a} \right),$$

получаем разрешающее уравнение изгиба для ортотропной пластины с криволинейным концентратором напряжений общего вида на криволинейном отрезке  $y = f(x)$ :

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = Q(x, y), \quad 0 < x < a, \quad 0 < y < b,$$

$$Q(x, y) = q(x, y) + \delta(y - f(x)) \left( \psi_1(x) + (2D_k - D_3) \chi_1''(x) \right) + \delta'(y - f(x)) \left( \mu_1(x) + (D_2 \nu_1 - 2D_3) w_1''(x) \right) - \delta''(y - f(x)) \chi_1(x) D_2 - \delta'''(y - f(x)) w_1(x) D_2 + \delta(x - f^{-1}(y)) \left( \psi_2(y) + (2D_k - D_3) \chi_2''(y) \right) + \delta'(x - f^{-1}(y)) \left( \mu_2(y) + (D_1 \nu_2 - 2D_3) w_2''(y) \right) - \delta''(x - f^{-1}(y)) \chi_2(y) D_1 - \delta'''(x - f^{-1}(y)) w_2(y) D_1 \quad (8)$$

Таким образом, в результате преобразований получено разрешающее уравнение данной краевой задачи относительно функции прогиба пластины  $w(x, y)$  непрерывной по обоим переменным вместе со своими производными до 3-го порядка включительно во всей своей области определения.

## ЛІТЕРАТУРА

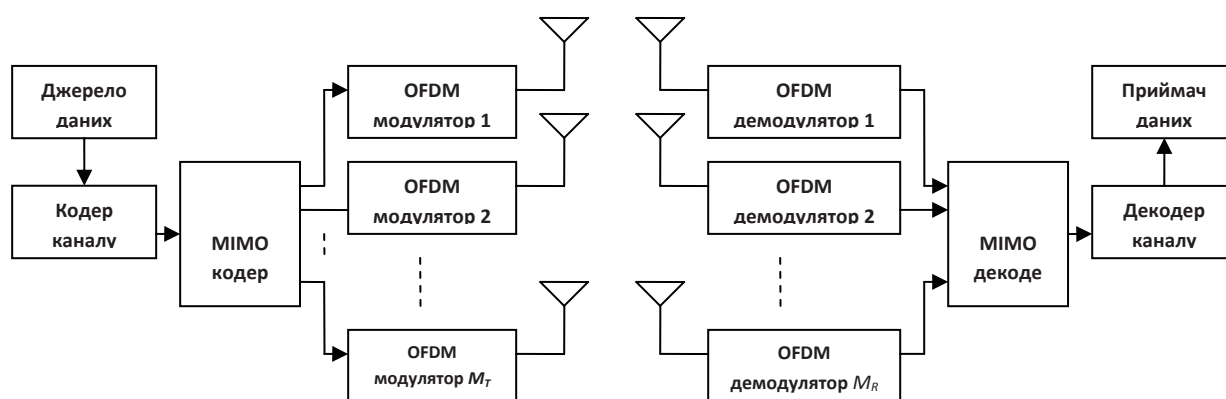
1. Папковская О. Б., Козин А. Б., Камара Д. Изгиб ортотропной упругой полосовой пластины при наличии жесткой промежуточной опоры // Труды Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 2005. – Вып. 1. – С. 180–184.
2. Лехницкий С. Г. Анизотропные пластинки / С. Г. Лехницкий. – М., – Л. : Гостехиздат, 1947. – 416 с.
3. Попов Г. Я. Концентрация упругих напряжений возле штампов, разрезов, тонких включений и подкреплений / Г. Я. Попов. – М. : Наука, 1982. – 344 с.

**С. А. Михайлов,**

*доктор технічних наук, професор,  
декан факультету комп'ютерних наук та інноваційних технологій,  
Міжнародний гуманітарний університет*

## МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОТЕХНОЛОГІЇ МНОЖИННИХ АНТЕН З ОРТОГОНАЛЬНИМ ЧАСТОТНИМ РОЗДІЛЕННЯМ КАНАЛІВ

Будь-яку технологію радіодоступу можливо охарактеризувати такими основними параметрами, як швидкість передавання інформації, розмір зони покриття та надійність зв'язку. При цьому важливо зазначити, що до появи технології множинних антен MIMO (Multiple Input Multiple Output) з ортогональним частотним розділенням каналів (OFDM) підвищення кожного з вказаних параметрів могло бути отримане за рахунок погіршення інших параметрів. І лише поєднання технологій MIMO та OFDM дозволяє покращувати кожен з параметрів одночасно. Загальна схема реалізації технології MIMO-OFDM представлена на мал. 1. Як слідує з мал. 1, з технологією OFDM можуть використовуватись методи MIMO будь-якого класу, що були запропоновані для вузькосмугових систем радіодоступу.



де  $M_T$  – кількість передавальних антен;  
 $M_R$  – кількість приймальних антен

**Мал. 1. Схема реалізації технології MIMO-OFDM**

Схема просторового мультиплексування в MIMO-OFDM функціонує таким чином: після кодування інформаційна послідовність зазнає модуляції, а потім здійснюється її передавання з окремих антенних елементів. Варто зазначити, що передавання здійснюється одночасно з усіх антен. На приймальному боці окре-