

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

6 (304)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2015 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2015 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчекөв Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 66 – 70

**RESEARCHES OF DIFFERENTIAL EQUALIZATIONS
OF SPATIAL MOTIONS OF FLEXIBLE CONNECTIONS
AND THEIR SOLUTION BY THE METHOD OF DESCRIPTIONS**

A. Barayev¹, M. Zh. Zhumabayev¹, A. Zh. Baimisheva¹, A. D. Niyazymbetov¹, M. Bariyev²

¹South-Kazakhstan state pedagogical institute, Shymkent, Kazakhstan,

²Tashkent state technical university, Uzbekistan.

E-mail: barayev42@mail.ru

Keywords: differential, equalizations spatial, motions.

Abstract. Differential equalizations of spatial motion of flexible connections are investigated and a task is solved with the use of method of descriptions. Speed of distribution of longitudinal and transversal waves arising up at the dynamic affecting flexible connection is determined.

УДК ф539,625

**ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ
 ГИБКИХ СВЯЗЕЙ И ЕЕ РЕШЕНИЯ МЕТОДОМ ХАРАКТЕРИСТИК**

А. Бараев¹, М. Ж. Жумабаев¹, А. Ж. Баймишева¹, А. Д. Ниязымбетов¹, М. Бариев²

¹Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,

²Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Ключевые слова: дифференциальные, уравнения, пространственные, движения.

Аннотация. Исследованы дифференциальные уравнения пространственного движения гибких связей и решена задача с применением метода характеристик. Определены скорость распространения продольных и поперечных волн, возникающих при динамическом воздействии на гибкой связи.

Дифференциальные уравнения пространственного движения гибкой нити и геометрическая связь имеют вид [1]:

$$\begin{aligned}\rho_0 \ddot{x} &= [\sigma^* (1 + \varepsilon)^{-1} (1 + x')] + P_1^*(s, t), \\ \rho_0 \ddot{y} &= [\sigma^* (1 + \varepsilon)^{-1} y'] + P_2^*(s, t), \\ \rho_0 \ddot{z} &= [\sigma^* (1 + \varepsilon)^{-1} z'] + P_3^*(s, t),\end{aligned}\tag{1}$$

$$(1 + \varepsilon) \cos \alpha = 1 + x', \quad (1 + \varepsilon) \cos \beta = y', \quad (1 + \varepsilon) \cos \gamma = z',\tag{2}$$

где t – время; s – лагранжева координата; $x(s, t)$, $y(s, t)$, $z(s, t)$ – координаты рассматриваемой точки нити в декартовой системе координат (x, y, z) ; $\sigma^* = \sigma^*(s, t)$ –

натяжение; $\varepsilon(s, t)$ – относительная деформация; $P_1^*(s, t)$, $P_2^*(s, t)$, $P_3^*(s, t)$ – составляющие массовой силы $\vec{P} = \vec{P}(s, t)$ на оси x , y , z соответственно; $\alpha(s, t)$, $\beta(s, t)$, $\gamma(s, t)$ – углы, образованные между касательной к нити данной точке и осями координат, x , y , z ; ρ_0 – плотность недеформированной нити ($i = 1, 2, 3$).

Здесь и в дальнейшем введем обозначения :

$$(\dot{\cdot}) = \partial(\cdot) / \partial t(\cdot), (\cdot)' = \partial(\cdot) / \partial s, d_E(\cdot) = d(\cdot) / d\varepsilon, d_T(\cdot) = d(\cdot) / dt, \\ \sigma(s, t) = \sigma^*(s, t) / \rho_0, P_i(s, t) = P_i^*(s, t) / \rho_0.$$

Дифференциальные уравнения геометрической связи (2) являются неголономными, т.е. раздельно от основных дифференциальных уравнений (1) не интегрируются.

Пусть материал нити деформируется по произвольно заданному нелинейному закону:

$$\sigma = \sigma(\varepsilon) \quad (3)$$

Подставляя (3) в уравнении (1), получим:

$$(1 + \varepsilon)\ddot{x} = (1 + x')\sigma' + \sigma\zeta \left[(1 + \varepsilon)x'' - (1 + x')(1 + \varepsilon)' \right] + D_1(s, t), \\ (1 + \varepsilon)\ddot{y} = y'\sigma' + \sigma\zeta \left[(1 + \varepsilon)y'' - y'(1 + \varepsilon)' \right] + D_2(s, t), \\ (1 + \varepsilon)\ddot{z} = z'\sigma' + \sigma\zeta \left[(1 + \varepsilon)z'' - z'(1 + \varepsilon)' \right] + D_3(s, t), \zeta = (1 + \varepsilon)^{-1}. \quad (4)$$

Отсюда видно, что дифференциальные уравнения пространственного движения гибкой нити, являются нелинейными относительно первых производных перемещения. Подстановка уравнения связи приводит к возрастанию степени нелинейности дифференциальных уравнений движения. Из уравнения (2) найдем:

$$(1 + \varepsilon)^2 = (1 + x')^2 + (y')^2 + (z')^2, (1 + \varepsilon)(1 + \varepsilon)' = (1 + x')x'' + y'y'' + z'z''. \quad (5)$$

учитывая, что $\sigma' = d_E\sigma(1 + \varepsilon)'$ дифференциальные уравнения движения (4) представим в виде:

$$\ddot{x} = \xi_{11}x'' + \xi_{12}y'' + \xi_{13}z'' + P_1(s, t), \\ \ddot{y} = \xi_{21}x'' + \xi_{22}y'' + \xi_{23}z'' + P_2(s, t), \\ \ddot{z} = \xi_{31}x'' + \xi_{32}y'' + \xi_{33}z'' + P_3(s, t), \quad (6)$$

где

$$\xi_{11} = h\zeta^3(1 + x')^2 + \sigma\zeta, \xi_{12} = \xi_{21} = h\zeta^3(1 + x')y', \xi_{23} = \xi_{32} = h\zeta^3 y'z' \\ \xi_{22} = h\zeta^3(y')^2 + \sigma\zeta, \xi_{33} = h\zeta^3(z')^2 + \sigma\zeta, h = [(1 + \varepsilon)d_E\sigma - \sigma].$$

При заданном законе деформирования (3), материала уравнения (6), служат для определения перемещения частиц нити $x(s, t)$, $y(s, t)$, $z(s, t)$. Коэффициенты ξ_{ij} являются нелинейными функциями первых производных искомым перемещений. Поэтому решения краевых задач о плоском или пространственном движении гибкой нити с помощью известных методов (например, метод разделения переменных, метод распространяющихся волн и т.д.) оказываются трудными. Наиболее эффективным при решении прикладных задач является метод характеристик[2].:

Пусть $w(s, t) = 0$ есть уравнение характеристической кривой.

Наряду с уравнениями (6), будем рассматривать следующие соотношения для полных производных искомым функций:

$$\begin{aligned} d(\dot{x}) - k d(x') &= f_1(s, t) dt + P_1(s, t) dt, \\ d(\dot{y}) - k d(y') &= f_2(s, t) dt + P_2(s, t) dt, \\ d(\dot{z}) - k d(z') &= f_3(s, t) dt + P_3(s, t) dt, \end{aligned} \quad (7)$$

где $f_j(s, t)$ – неизвестные пока функции; $k = d_T s$ – угловой коэффициент касательной к кривой $w(s, t) = 0$; $j = 1, 2, 3$.

Функции $f_j(s, t)$ в общем случае не могут одновременно равняться нулю, так как в противном случае уравнения (1), или (6) можно было бы представить в виде трех независимых волновых уравнений, описывающих движение нити в проекциях на оси x , y , z отдельно.

Учитывая, что $(\dot{x})' = (x' \dot{)} , (\dot{y})' = (y' \dot{)} , (\dot{z})' = (z' \dot{)}$, уравнения (7) приводим к виду:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= k^2 x'' + f_1(s, t) + P_1(s, t), \\ \ddot{y} &= k^2 y'' + f_2(s, t) + P_2(s, t), \\ \ddot{z} &= k^2 z'' + f_3(s, t) + P_3(s, t). \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнения (8) служат для определения неизвестных функций $f_j(s, t)$, где $j = 1, 2, 3$. Подставляя выражения (8) в систему (6), будем иметь:

$$(\xi_{11} - k^2)x'' + \xi_{12}y'' + \xi_{13}z'' = f_1(s, t), \quad (9)$$

$$\xi_{21}x'' + (\xi_{22} - k^2)y'' + \xi_{23}z'' = f_2(s, t), \quad (10)$$

$$\xi_{31}x'' + \xi_{32}y'' + (\xi_{33} - k^2)z'' = f_3(s, t). \quad (11)$$

На характеристической кривой $w(s, t) = 0$ вторые производные x'' , y'' и z'' имеют не единственные значения, поэтому системы уравнения (9) – (11) является линейно зависимыми, т.е. основной определитель данной системы равен нулю:

$$\begin{aligned} (\xi_{11} - k^2)(\xi_{22} - k^2)(\xi_{33} - k^2) + \xi_{13}\xi_{21}\xi_{32} + \xi_{12}\xi_{23}\xi_{31} - \xi_{13}\xi_{31}(\xi_{22} - k^2) - \\ - \xi_{12}\xi_{21}(\xi_{33} - k^2) - \xi_{32}\xi_{23}(\xi_{11} - k^2) = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Чтобы найти характеристические корни уравнения (12), уравнения (10) и (11) умножим на неизвестные пока коэффициенты λ и μ соответственно и рассмотрим сумму всех трех уравнений системы (9)–(11):

$$\begin{aligned} (\xi_{11} - k^2 + \lambda\xi_{21} + \mu\xi_{31})x'' + [\xi_{12} + \lambda(\xi_{22} - k^2) + \mu\xi_{32}]y'' + \\ + [\xi_{13} + \lambda\xi_{23} + \mu(\xi_{33} - k^2)]z'' = f_1(s, t) + \lambda f_2(s, t) + \mu f_3(s, t). \end{aligned} \quad (13)$$

Далее потребуем, чтобы коэффициенты при производных x'' и z'' были равны нулю (так как λ и μ – произвольные коэффициенты); в результате получаем следующую систему:

$$\begin{aligned} \xi_{11} - k^2 + \lambda\xi_{21} + \mu\xi_{31} &= 0, \\ \xi_{13} + \lambda\xi_{23} + \mu(\xi_{33} - k^2) &= 0, \end{aligned} \quad (14)$$

$$[\xi_{12} + \lambda(\xi_{22} - k^2) + \mu\xi_{32}]y'' = f_1(s, t) + \lambda f_2(s, t) + \mu f_3(s, t). \quad (15)$$

Решая уравнение (14) относительно λ и μ , получаем

$$\lambda = \frac{(k^2 - \xi_{11})(k^2 - \xi_{33}) - \xi_{13}\xi_{31}}{(\xi_{21}(k^2 - \xi_{33}) + \xi_{23}\xi_{31})}, \quad (16)$$

$$\mu = \left((k^2 - \xi_{11})\xi_{23} + \xi_{13}\xi_{21} \right) / \left(\xi_{21}(k^2 - \xi_{33}) + \xi_{23}\xi_{31} \right) \quad (17)$$

или, исключая коэффициенты ξ_{ij} , будем иметь:

$$\lambda = \frac{(1 + \varepsilon)^3 k^2 - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g}{h (1 + x') y'},$$

$$\mu = \frac{z'}{1 + x'}, \text{ где: } g = (z')^2 + (1 + x')^2. \quad (18)$$

Рассмотрим уравнение (15). На характеристических кривых $w(s, t) = 0$ производная y'' имеет не единственное значение. Это условие будет выполнено тогда и только тогда, когда правая часть и коэффициент при производной y'' уравнения (15) одновременно равняются нулю, т.е:

$$\xi_{12} + \lambda (\xi_{22} - k^2) + \mu \xi_{32} = 0, \quad (19)$$

$$f_1(s, t) + \lambda f_2(s, t) + \mu f_3(s, t) = 0. \quad (20)$$

Исключая коэффициенты ξ_{ij} и подставляя в уравнение (19) значения λ и μ из (18), получим:

$$\zeta^3 (k^2 - \sigma \zeta) \{ (1 + \varepsilon) d_E \sigma - \sigma \} \left[(1 + x')^2 + (y')^2 + (z')^2 \right] - (k^2 - \sigma \zeta)^2 = 0.$$

Учитывая выражение (5), отсюда найдем:

$$k_{1,2} = (d_T s)_{1,2} = \pm \sqrt{d_E \sigma}, \quad k_{3,4} = (d_T s)_{3,4} = \pm \sqrt{\sigma \zeta}. \quad (21)$$

Таким образом, динамическая нагрузка вдоль рассматриваемой гибкой нити распространяется в сторону роста параметра s и в обратном направлении с двумя различными скоростями: $k_{1,2}$ и $k_{3,4}$. Волны, распространяющиеся со скоростью $k_{1,2}$, называются продольными волнами, а $k_{3,4}$ – поперечными. В дальнейшем берем значение скорости только в сторону роста параметра s , т.е только с одним индексом.

Из выражения (16) следует, что коэффициент λ является функцией параметра k^2 , а коэффициент μ от этого параметра не зависит:

$$\lambda_1(k_1) = \left((1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right) / h (1 + x') y'; \quad \mu = -g / (1 + x') y'$$

где

$$g = (z')^2 + (1 + x')^2, \quad h = [(1 + \varepsilon) d_E \sigma - \sigma].$$

Умножим уравнения (7) на λ и μ соответственно и сложим все уравнения системы (7):

$$d(\dot{x}) + \lambda d(\dot{y}) + \mu d(\dot{z}) - k [d(x') + \lambda d(y') + \mu d(z')] - (P_1 + \lambda P_2 + \mu P_3) dt =$$

$$= (f_1 + \lambda f_2 + \mu f_3) dt. \quad (22)$$

Согласно выражению (20), правая часть последнего уравнения равняется нулю

$$d(\dot{x}) + \lambda d(\dot{y}) + \mu d(\dot{z}) - k [d(x') + \lambda d(y') + \mu d(z')] - (P_1 + \lambda P_2 + \mu P_3) dt = 0 \quad (23)$$

Подставляя в уравнение (23) соответствующие значения λ и μ , получаем:

$$\begin{aligned} & \left\{ (1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right\} d(\dot{y}) + y' (1 + x') h d(\dot{x}) + x' z' h d(\dot{z}) + \\ & + y' (1 + x') h d(\dot{x}) + x' z' h d(\dot{z}) + \\ & + \sqrt{d_E \sigma} \left\{ (1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right\} d(y') + \sqrt{d_E \sigma} x' (1 + x') h d(x') + \\ & + \sqrt{d_E \sigma} y' z' h d(z') - \left\{ (1 + \varepsilon)^3 d_E \sigma - (1 + \varepsilon)^2 \sigma - h g \right\} \mathcal{D}_2 dt - \\ & h (y' (1 + x') P_1 + y' z' P_3) dt = 0 \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & (1 + x') y' d(\dot{x}) - g d(\dot{y}) + y' z' d(\dot{z}) \mp \\ & \mp \sqrt{\sigma \zeta} [(1 + x') y' d(x') - g d(y') + y' z' d(z')] = \\ & = [(1 + x') y' P_1(s, t) - g P_2(s, t) + y' z' P_3(s, t)] dt \end{aligned} \quad (25).$$

где $g = (z')^2 + (1 + x')^2$, $h = [(1 + \varepsilon) d_E \sigma - \sigma]$.

Эквивалентность уравнения (24), (25) исходным уравнениям (1) или (6), можно проверить путем прямой подстановки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рахматулин Х.А., Демьянов Ю.А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках: Изд. 2-е, допол. – М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 512 с.
 [2] Бараев А. Вопросы теории распространения нелинейных волн в нитях и гибких связях. – Алматы: Наш мир, 2006. – 272 с.

REFERENCES

- [1] Rakhmatulin H.A., Demyanov Yu.A. Durability under intensive short-term loads: Ed.2 supplemented. M.: University Book; Logos, 2009. 512 p. (in Russ.).
 [2] Baraev A. Problems in the theory of nonlinear waves in the strands and flexible connections. Almaty: Nash mir, 2006. 272 p. (in Russ.).

ИКЕМДІ БАЙЛАНЫСТАРДЫҢ КЕҢІСТІК ҚОЗҒАЛЫСТАҒЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕҢДЕУЛЕРІН ЖӘНЕ ОНЫҢ СИПАТТАМА ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ШЕШІЛУІН ЗЕРТТЕУ

А. Бараев¹, М. Ж. Жұмабаев¹, А. Ж. Баймишева¹, А. Д. Ниязымбетов¹, М. Бариев²

¹Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент, Қазақстан,

²Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, Өзбекстан

Тірек сөздер: дифференциалды, теңдеулер, кеңістік, қозғалыстар.

Аннотация. Икемді байланыстардың кеңістік қозғалыстағы дифференциалды теңдеулері зерттелген және сипаттама әдісін қолдану арқылы мәселесі шешілген. Икемді байланыстардағы серпінді әсері арқылы пайда болған бойлық пен көлденең толқындар тарату жылдамдығы анықталған.

Поступила 03.11.2015 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.11.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,2 п.л. Тираж 300. Заказ 6.