

**ҚАРАҒАНДЫ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ  
ВЕСТНИК  
КАРАГАНДИНСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

ISSN 0142-0843

**МАТЕМАТИКА** сериясы  
**№ 2(74)/2014**  
Серия **МАТЕМАТИКА**

Сәуір–мамыр–маусым  
30 маусым 2014 ж.

1996 жылдан бастап шығады  
Жылына 4 рет шығады

Апрель–май–июнь  
30 июня 2014 г.

Издается с 1996 года  
Выходит 4 раза в год

Собственник РГП

**Қарагандинский государственный университет  
имени академика Е.А.Букетова**

Бас редакторы — Главный редактор

**Е.К.КУБЕЕВ,**

**академик МАН ВШ, д-р юрид. наук, профессор**

*Зам. главного редактора*

Х.Б.Омаров, д-р техн. наук

*Ответственный секретарь*

Г.Ю.Аманбаева, д-р филол. наук

*Серияның редакция алқасы — Редакционная коллегия серии*

М.И.Рамазанов, научный редактор д-р физ.-мат. наук;  
М.Отелбаев, акад. НАН РК, д-р физ.-мат. наук;  
Б.Р.Ракишев, акад. НАН РК, д-р техн. наук;  
Турдыбек Бекжан, д-р PhD, профессор (Китай);  
Бруно Пуаза, профессор (Франция);  
А.А.Шкалик, д-р физ.-мат. наук (Россия);  
Н.А.Бокаев, д-р физ.-мат. наук;  
М.Т.Дженалиев, д-р физ.-мат. наук;  
К.Т.Искаков, д-р физ.-мат. наук;  
Л.К.Кусаинова, д-р физ.-мат. наук;  
Е.Д.Нурсултанов, д-р физ.-мат. наук;  
Е.С.Смаилов, д-р физ.-мат. наук;  
У.У.Умербаев, д-р физ.-мат. наук;  
Г.Акишев, д-р физ.-мат. наук;  
А.Р.Ешкеев, д-р физ.-мат. наук;  
Н.Т.Орумбаева, отв. секретарь канд. физ.-мат. наук

Редакторы *Ж.Т.Нұрмұханова*  
Техн. редактор *Д.Н.Муртазина*

Издательство Карагандинского  
государственного университета  
им. Е.А.Букетова  
100012, г. Караганда,  
ул. Гоголя, 38,  
тел.: (7212) 51-38-20  
e-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

Басуға 27.06.2014 ж. қол қойылды.  
Пішімі 60×84 1/8.  
Офсеттік қағазы.  
Көлемі 19,75 б.т.  
Таралымы 300 дана.  
Бағасы келісім бойынша.  
Тапсырыс № 62.

Подписано в печать 27.06.2014 г.  
Формат 60×84 1/8.  
Бумага офсетная.  
Объем 19,75 п.л. Тираж 300 экз.  
Цена договорная. Заказ № 62.

Отпечатано в типографии  
издательства КарГУ  
им. Е.А.Букетова

*Адрес редакции:* 100028, г. Караганда, ул. Университетская, 28

Тел.: 77-03-69 (внутр. 1026); факс: (7212) 77-03-84.

E-mail: [vestnick\\_kargu@ksu.kz](mailto:vestnick_kargu@ksu.kz). Сайт: <http://www.ksu.kz>

© Карагандинский государственный университет, 2014

Зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан.  
Регистрационное свидетельство № 13104–Ж от 23.10.2012 г.

## МАЗМУНЫ

### МАТЕМАТИКА

<i>Әбиев Н.А., Шонтаева Ж.С.</i> Сингулярлы ауытқыған сызықсыз интегро-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің периодты шешімінің бар болуы және жалғыздығы .....	4
<i>Әбиев Н.А., Шонтаева Ж.С.</i> Сингулярлы ауытқыған сызықсыз интегро-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің периодты шешімінің асимптотикалық жіктелінуі .....	9
<i>Әлібиев Д.Б., Жұмаиева А.Т., Қажыкенова А.Ш., Сейітімбетова Ә.Б.</i> Бұлтты технологияларды білім жүйесінде пайдалану .....	13
<i>Әлібиев Д.Б., Қажыкенова А.Ш., Сексембаева М.Ә.</i> Windows 7 үшін есептеу жүйелерін тиімдеуді зерттеу .....	19
<i>Әлібиев Д.Б., Сұлтанова Г.А.</i> Кластар диаграммасын жобалауда қолдану .....	24
<i>Әміров Ә.Ж., Баймолдин М.Қ., Шакирова Ю.К., Әбілдаева Г.Б., Савченко Н.К.</i> Enterprise Resource Planning — кәсіпорынның ресурстарын жобалау жүйелері .....	30
<i>Антипов Ю.Н., Омаров Г.Т., Шаяхметова Б.Қ.</i> Құрылымдық бағдарламалауды оқыту әдістемесі .....	36
<i>Аринов Е., Испулов Н.А.</i> Терең орналасқан сфера түріндегі тау-кен тұтқыр маңайындағы кернеулердің шоғырлануы .....	41
<i>Допира Р.И.</i> Web-қосымшаның стилін құру ....	45
<i>Ешкеев А.Р.</i> Йонсондық жиындар және олардың әр түрлі теориялық-модельдік қасиеттері ..	53
<i>Ешкеев А.Р., Жолмағамбетова Б.Р.</i> Позитивті йонсон теориясы экзистенциалды-тұйық моделі класындағы алгебралық шығынқы позитивті қарапайым моделі .....	63
<i>Ешкеев А.Р., Қағазбаев Ж.А.</i> Математика мамандығының магистранттары мен студенттердің деңгейін көтеруде көптілділіктің рөлі .....	70
<i>Қажыкенова С.Ш., Оспанова Б.Р.</i> Қазақ тіліндегі әр стильді мәтіннің ақпараттық талдауы ..	74
<i>Қажыкенова А.Ш., Тұрдыбекова К.М.</i> Цезийдің тұтқырлығын кристалды жылжымалы бөлшектердің кластерлік ассоциациясын ескеріп температуралық тәуелділігін талдау .....	80
<i>Мақажанова Т.Х.</i> Ақырлы өлшемді кеңістіктердің ішкі кеңістіктерінің дөңестігі мен жүлдыздылығы туралы .....	86

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

<i>Абиев Н.А., Шонтаева Ж.С.</i> Существование и единственность периодического решения системы нелинейных сингулярно-возмущенных интегро-дифференциальных уравнений .....	4
<i>Абиев Н.А., Шонтаева Ж.С.</i> Асимптотическое разложение периодического решения системы сингулярно-возмущенных нелинейных интегро-дифференциальных уравнений .....	9
<i>Алибиев Д.Б., Жумаиева А.Т., Кажикенова А.Ш., Сейтімбетова А.Б.</i> Использование облачной технологии в образовании .....	13
<i>Алибиев Д.Б., Кажикенова А.Ш., Сексембаева М.А.</i> Исследование оптимизации вычислительных систем для Windows 7 .....	19
<i>Алибиев Д.Б., Сұлтанова Г.А.</i> Использование диаграмм классов в планировании .....	24
<i>Амиров А.Ж., Баймұльдин М.Қ., Шакирова Ю.К., Абилдаева Г.Б., Савченко Н.К.</i> Enterprise Resource Planning — системы планирования ресурсов предприятия .....	30
<i>Антипов Ю.Н., Омаров Г.Т., Шаяхметова Б.К.</i> Методика преподавания структурного программирования .....	36
<i>Arinov E., Ispulov N.A.</i> The voltage concentration in the vicinity of spherical mine workings of deep foundations .....	41
<i>Допира Р.И.</i> Разработка стиля Web-приложения .....	45
<i>Ешкеев А.Р.</i> Йонсоновские множества и их некоторые теоретико-модельные свойства .....	53
<i>Ешкеев А.Р., Жолмағамбетова Б.Р.</i> Позитивно алгебраически простые модели в классе экзистенциально-замкнутых моделей выпуклых позитивных йонсоновских теорий .....	63
<i>Ешкеев А.Р., Қағазбаев Ж.А.</i> Роль полиязычия в повышении уровня подготовки магистрантов и студентов математических специальностей .....	70
<i>Қажикенова С.Ш., Оспанова Б.Р.</i> Информационный анализ текстов различных стилей на казахском языке .....	74
<i>Қажикенова А.Ш., Тұрдыбекова К.М.</i> Анализ вязкости цезия в зависимости от температуры с учетом ассоциации кластеров из кристаллоподвижных частиц .....	80
<i>Мақажанова Т.Х.</i> О выпуклости и звездности подмножеств в конечномерных пространствах ...	86

<i>Нұрғабұлылов Е.Д., Нұрғабұлы Д.Н.</i> Ерекше ауытқыған шекаралық есептің шекаралық секіріс құбылысы туралы .....	91	<i>Нургабылов Е.Д., Нургабыл Д.Н.</i> Об одном явлении граничного скачка сингулярно возмущенной краевой задачи.....	91
<i>Попова Н.В., Базикова К.М., Есендаулетова Ж.Т.</i> «Операцияларды зерттеу» пәніне арналған электрондық оқулықты әзірлеу және қолдану .....	95	<i>Попова Н.В., Базикова К.М., Есендаулетова Ж.Т.</i> Разработка и применение электронного учебника по дисциплине «Исследование операций».....	95
<i>Рамазанов М.Ы., Жанболова А.К.</i> Аралас типті жүктеулі теңдеу үшін берілген бір шеттік есеп туралы .....	100	<i>Ramazanov M.I., Zhanbolova A.K.</i> About a boundary value problem for the loaded equation of mixed type.....	100
<i>Серік М., Бақиев М.Н., Нұрбекова Г.Ф.</i> Сызық бойынша MINDSTORMS NXT роботының қозғалу программасын жазуға әдістемелік нұсқау .....	107	<i>Серик М., Бакиев М.Н., Нурбекова Г.Ф.</i> Методические указания по разработке программы движения робота MINDSTORMS NXT вдоль линии .....	107
<i>Серік М., Байғараева А.Е.</i> Параллель есептеулер кластерін баптау.....	112	<i>Серик М., Байгараева А.Е.</i> Настройка кластера параллельных вычислений .....	112
<i>Сұлтанов М.А.</i> Қисынсыз Коши есебі үшін қосқабатты айырымдық схемалардың орнықтылығы.....	118	<i>Султанов М.А.</i> Об устойчивости двухслойных разностных схем для некорректной задачи Коши.....	118
<i>Сұлтанов М.А., Сағынбекова Э.С., Марасулов А.М.</i> Алгоритмдеу процесін оқытуды қолдаушы электрондық орталарды құру технологиялары .....	123	<i>Султанов М.А., Сагинбекова Э.С., Марасулов А.М.</i> Технологии разработки электронных сред поддержки обучения процесса алгоритмизации .....	123
<i>Тілеуқенов С.Қ., Аринов Е., Испұлов Н.А., Сейітханова А.Қ.</i> 222 және mm2 класты ромбылық сингониялы анизотропты орталарда жылулық және серпімді толқындардың өшу және жылдамдық коэффициенттері.....	129	<i>Tleukenov S.K., Arinov E., Ispulov N.A., Seitkhanova A.K.</i> The attenuation coefficient and the velocity of thermal and elastic waves in orthorhombic syngony anisotropic media classes 222 and mm2 .....	129
<i>Төреходжаев Ә.Н., Маматова Г.Ө., Рыстыгулова В.Б.</i> Серпімді біртекті емес пластинаның әрқелкі температуралық өрістегі күрделі иілуі .	135	<i>Туреходжаев А.Н., Маматова Г.У., Рыстыгулова В.Б.</i> Сложный изгиб упругой неоднородной пластины в неравномерном температурном поле .....	135
<i>Омарова А.Т., Грело М.Ф.</i> Экономиканың индустриалды-инновациялық бағытын талдау Қазақстан Республикасының дамуының жаңа векторы ретінде .....	141	<i>Омарова А.Т., Грело М.Ф.</i> Анализ индустриально-инновационной ориентации экономики как нового вектора развития Республики Казахстан .....	141
<i>Орумбаева Н.Т.</i> Гиперболалық теңдеулер жүйесінің периодты шешімдері .....	150	<i>Орумбаева Н.Т.</i> Периодические решения систем гиперболических уравнений.....	150
АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР.....	155	СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	155

References

- 1 Shayakhmetova B.K., Omarov T.E. Bull. of KarSU. Ser. «Pedagogy», 2006, 1 (41), p. 92–95.
- 2 Yodan E. *Structural design and construction programs* / E. Yodan; trans. from eng. V.V.Frolova, O.A.Temlitskogo: ed. L.N. Koroleva, Moscow: Mir, 1979, 360 p.
- 3 Kh'yuz Dzh., Michtom Dzh. *Structured approach to programming* / Kh'yuz Dzh., Michtom Dzh. trans. from English. E.M. Kuiru and A.L. Alexandrov, ed. V.Sh. Kaufman, Moscow: Mir, 1980, 278 p.

UDC 539.3 +534.1

E.Arinov<sup>1</sup>, N.A.Ispulov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*O.A.Baykonurov Zhezkazgan University;*

<sup>2</sup>*S.Toraygyrov Pavlodar State University (E-mail: arinov91@mail.ru)*

**The voltage concentration in the vicinity of spherical mine workings of deep foundations**

A solution for the determination of voltage concentrations in the vicinity of spherical mine workings of deep foundations is given. A system of differential equations of equilibrium in a spherical coordinate system is used for solving the task. The case of spheroidal deformation in axisymmetric loading is considered.

*Key words:* mining, elastic deformation, movement vectors, differential equations, boundary value problems.

The system of differential equations of equilibrium in a spherical coordinate system has the following form [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{11}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \sigma_{13}}{\partial \lambda} + \frac{1}{r} (2\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{33} + \sigma_{12} \operatorname{ctg} \theta) &= 0, \\ \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{22}}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \sigma_{23}}{\partial \lambda} + \frac{1}{r} [(\sigma_{22} - \sigma_{33}) \operatorname{ctg} \theta + 3\sigma_{12}] &= 0, \\ \frac{\partial \sigma_{13}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{23}}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \sigma_{33}}{\partial \lambda} + \frac{1}{r} (3\sigma_{13} + 2\sigma_{23} \operatorname{ctg} \theta) &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

where  $\sigma_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) are the components of voltage tensor;  $r, \theta, \lambda$  are the spherical coordinates, and  $r$  is the radius,  $\theta$  is the co latitude,  $\lambda$  is the longitude.

Since gasholder and oil storage are arranged usually among rocks of incompressible material, we use appropriate physics' law that establishes the connection between the components of voltage and strain tensors:

$$\sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma = 2G \varepsilon_{ij}, \quad (2)$$

where  $\delta_{ij}$  is the Kronecker sign,  $\sigma$  is the average voltage;  $\varepsilon_{ij}$  is the components of strain tensor;  $G$  is the shear modulus.

The components of the strain tensor and elastic movements are connected by Cauchy correlations in the spherical coordinate system:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{11} &= \frac{\partial u_1}{\partial r}, & \varepsilon_{22} &= \frac{1}{r} \frac{\partial u_2}{\partial \theta} + \frac{u_1}{r}; \\ \varepsilon_{33} &= \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial u_3}{\partial \lambda} + \frac{u_2}{r} \operatorname{ctg} \theta + \frac{u_1}{r}; \\ \varepsilon_{12} &= \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_2}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_1}{\partial \theta} - \frac{u_2}{r} \right); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{13} &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial u_1}{\partial \lambda} + \frac{\partial u_3}{\partial r} - \frac{u_3}{r} \right); \\ \varepsilon_{23} &= \frac{1}{2r} \left( \frac{\partial u_3}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial u_2}{\partial \lambda} - u_3 \operatorname{ctg} \theta \right). \end{aligned} \quad (3)$$

For an incompressible material dilatancy  $\varepsilon = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33} = 0$ . And using the formula (3) it can be written as

$$\Theta' = -r \frac{\partial u_1}{\partial r} = r(\varepsilon_{22} + \varepsilon_{33}) = \frac{\partial u_2}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial u_3}{\partial \lambda} + u_2 \operatorname{ctg} \theta + 2u_1. \quad (4)$$

The first of equations (1) is represented as the formula below

$$(\nabla^2 + 2)u_1 + r^2 \frac{\partial^2 u_1}{\partial r^2} + 4r \frac{\partial u_1}{\partial r} + \frac{r^2}{G} \frac{\partial \sigma}{\partial r} = 0, \quad (5)$$

where the following formula:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \operatorname{ctg} \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \lambda^2}$$

is the Beltrami differential operator [2].

From the last two equations (1) we have the formula:

$$\nabla^2 \sigma - G \nabla^2 \frac{\partial u_1}{\partial r} - r^2 G \frac{\partial^3 u_1}{\partial r^3} - 6rG \frac{\partial^2 u_1}{\partial r^2} - 6G \frac{\partial u_1}{\partial r} = 0. \quad (6)$$

We take the solutions of equations (5) and (6) as given below:

$$u_1 = \sum_{m=v}^{\infty} u_{10m}(r) P_n^m(\cos \theta) \cos m\lambda; \quad (7)$$

$$\sigma = \sum_{n=0}^{\infty} \sigma_{0n}(r) P_n^m(\cos \theta) \cos m\lambda, \quad (8)$$

where  $P_n^m(\cos \theta)$  is the Legendre function of the first type of the factual argument  $x = \cos \theta$  ( $n$  is the power,  $m$  is the order of this function). Substituting (7) and (8) into (6) and taking into consideration the identity [3]:

$$\nabla^2 P_n^m(\cos \theta) \cos m\lambda = -n(n+1) P_n^m(\cos \theta) \cos m\lambda,$$

We have the following formula without index  $m$

$$\sigma_0(r) = \frac{G}{rn(n+1)} \left\{ -r^3 \frac{d^3 u_{10}(r)}{dr^3} - 6r^2 \frac{d^2 u_{10}(r)}{dr^2} + r[n(n+1) - 6] \frac{du_{10}(r)}{dr} \right\}. \quad (9)$$

Substituting the equation (9) into (5), we have

$$\begin{aligned} r^4 \frac{d^4 u_{10}(r)}{dr^4} + 8r^3 \frac{d^3 u_{10}(r)}{dr^3} + [12 - 2n(n+1)] \times r^2 \frac{d^2 u_{10}(r)}{dr^2} - \\ - 4rn(n+1) \frac{du_{10}(r)}{dr} + [n^2(n+1)^2 - 2n(n+1)] u_{10}(r) = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

This is the Euler equation of the fourth rate [4].

The last two equations (1) have the following form:

$$\begin{aligned} r^2 \frac{\partial^2 u_2}{\partial r^2} + 2r \frac{\partial u_2}{\partial r} = -2 \frac{\partial u_1}{\partial \theta} - r \frac{\partial^2 u_1}{\partial r \partial \theta} - \frac{r}{G} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sigma + 2G \frac{\Theta'}{r} - 2 \frac{G}{r} u_1 \right) + \frac{2}{\sin \theta} \frac{\partial \chi}{\partial \lambda}, \\ r^2 \frac{\partial^2 u_3}{\partial r^2} + 2r \frac{\partial u_3}{\partial r} = -2 \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial u_1}{\partial \lambda} - \frac{r}{\sin \theta} \frac{\partial^2 u_1}{\partial r \partial \lambda} - \\ - \frac{r}{G \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left( \sigma + 2G \frac{\Theta'}{r} - 2 \frac{G}{r} u_1 \right) - 2 \frac{\partial \chi}{\partial \theta}, \end{aligned}$$

where the quantity

$$\chi = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_3}{\partial \theta} + u_3 \operatorname{ctg} \theta - \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial u_2}{\partial \lambda} \right),$$

corresponds the radial component of the vector's rotor displacement and characterizes the rotation of element which is normal to the radius relatively to the radial axis.

In the case of ax symmetric loading, the value of  $\chi_0$  and torsional deformation are absent. Thus we have the case of spheroidal deformation.

In this case, the system of differential equations of equilibrium (1) considering (4), (7), (8) and also the representation of displacement  $u_2$  in the form

$$u_2 = u_{20}(r) \frac{dP_n(\cos\theta)}{d\theta},$$

reduced to the system of two ordinary differential equations of Euler - homogeneous (10) and inhomogeneous:

$$r^2 \frac{d^2 u_{20}(r)}{dr^2} + 2r \frac{du_{20}(r)}{dr} = \frac{1}{n(n+1)} \times \left[ r^3 \frac{d^3 u_{10}(r)}{dr^3} + 6r^2 \frac{d^2 u_{10}(r)}{dr^2} + 6r \frac{du_{10}(r)}{dr} \right]. \quad (11)$$

Particular solutions of the Euler equation (12) is in the form of

$$u_{10}(r) = r^\rho. \quad (12)$$

Substituting (18) into (12), we have the characteristic equation

$$\rho^4 + 2\rho^3 - (1 + 2n^2 + 2n)\rho^2 - 2\rho(1 + n^2 + n) + n^4 + 2n^3 - n^2 - 2n = 0.$$

The roots of this equation

$$\rho_1 = n + 1; \quad \rho_2 = n - 1; \quad \rho_3 = -n; \quad \rho_4 = -n - 2.$$

The two first roots correspond internal task, the two last roots correspond the external marginal tasks.

The general solution of equation (10) has the form

$$u_{10}(r) = C_1 r^{n+1} + C_2 r^{n-1} + C_3 r^{-n} + C_4 r^{-n-2}, \quad (13)$$

where  $C_1, C_2, C_3, C_4$  — are arbitrary constants of integration.

In the case of an ax symmetric task for the determination of  $u_{20}(r)$  it is sufficient to find a particular solution of the inhomogeneous equation (11), since the right-hand side of this equation includes defined function  $u_{10}(r)$ , which depends on four arbitrary constants of integration.

Solving the internal and external marginal tasks in the ax symmetric case the required quantities contain four arbitrary constants of integration.

We define the expression on the right part of equation (11) taking into consideration (13). We find the partial derivatives of function (21) and substitute them into equation (11). Then we have:

$$r^2 \frac{d^2 u_{20}(r)}{dr^2} + 2r \frac{du_{20}(r)}{dr} = A_1 r^{n+1} + A_2 r^{n-1} + A_3 r^{-n} + A_4 r^{-n-2}, \quad (14)$$

where

$$A_1 = C_1 \frac{(n+2)(n+3)}{n}; \quad A_2 = C_2(n-1); \quad A_3 = -C_3 \frac{(n-1)(n-2)}{n+1}; \quad A_4 = -C_4(n+2). \quad (15)$$

Particular solution of equation (14) can be found as follows:

a) If  $n \geq 2$ , then the decision will be

$$u_{20}(r) = B_1 r^{n+1} + B_2 r^{n-1} + B_3 r^{-n} + B_4 r^{-n-2}, \quad (16)$$

where  $B_1, B_2, B_3, B_4$  — are undetermined coefficients.

Differentiating (16) and substituting in equation (14), using (15) we have

$$B_1 = C_1 \frac{(n+3)}{n(n+1)}; \quad B_2 = \frac{C_2}{n}; \quad B_3 = -C_3 \frac{(n-2)}{n(n+1)}; \quad B_4 = -\frac{C_4}{(n+1)};$$

б) If  $n = 1$ , then equation (14) considering (15) takes the form

$$r^2 \frac{d^2 u_{20}(r)}{dr^2} + 2r \frac{du_{20}(r)}{dr} = 12C_1 r^2 - 3C_4 r^{-3}. \quad (17)$$

The characteristic equation corresponding to (17) of the inhomogeneous differential equation have the roots:  $k_1 = 0$ ;  $k = -1$ .

The general solution will be  $[u_{20}(r)]_1 = C_2 + C_3 r^{-1}$ .

We define a particular solution of the inhomogeneous equation (17) in the form

$$[u_{20}(r)]_2 = Ar^2 + Br^{-3}. \quad (18)$$

Substituting (18) into (17), we have  $A = 2C_1$ ,  $B = -\frac{1}{2}C_4$ . Then the general solution of the inhomogeneous equation (17) will be  $u_{20}(r) = 2C_1r^2 + C_2 + C_3r^{-1} - \frac{1}{2}C_4r^{-3}$ ;

c) The case  $n = 0$  was considered earlier [5].

According to Cauchy relations (3) we find the components of the strain tensor, the generalized Hooke's law (the components of voltage tensor). To determine the arbitrary constants of integration the boundary conditions should be used.

#### References

- 1 Лурье А.И. Теория упругости. — М., 1970. — С. 939.
- 2 Власов В.З. Избранные труды. — М., 1962. — С. 528.
- 3 Егоров А.К., Еришибаев У.Д. Бифуркационные колебания Земли и явление георезонанса как «спускового механизма» будущих землетрясений // Новости науки Казахстана. — Алматы, 2004. — Вып. 2 (81). — С. 152–158.
- 4 Смирнов В.И. Курс высшей математики. — Т. 2. — М.; Л., 1952. — С. 627.
- 5 Аринов Е. Устойчивость деформирования подкрепленных горных выработок. — Алматы, 1998. — С. 132.

Е.Аринов, Н.А.Испулов

### **Терең орналасқан сфера түріндегі тау-кен тұтқыр маңайындағы кернеулердің шоғырлануы**

Терең орналасқан сфера түріндегі тау-кен тұтқыр маңайындағы кернеулердің шоғырлануын анықтау есептерінің шешімдері берілген. Есепті шешу үшін сфералық координаталар жүйесінде дифференциалдық тендеулер жүйесі қолданылды. Ось симметриялы жүктеуде сфероидалды сығылу жағдайы қарастырылды.

Е.Аринов, Н.А.Испулов

### **Концентрация напряжений в окрестности горных выработок сферической формы глубокого заложения**

В статье дано решение для определения концентраций напряжения в окрестности горных выработок сферической формы глубокого заложения. Для решения задачи использована система дифференциальных уравнений равновесия в сферической системе координат. Рассмотрен случай сфероидальной деформации при осесимметричном нагружении.

#### References

- 1 Lurie A.I. *Theory of Elasticity*, Moscow, 1970, p. 939.
- 2 Vlasov V.Z. *Selected Works*, Moscow, 1962, p. 528.
- 3 Egorov A.K., Ershibaev U.D. *News Science of Kazakhstan*, Almaty, 2004, MY, 2 (81), p. 152–158.
- 4 Smirnov V.I. *Course of Higher Mathematics*, Moscow; Leningrad, 1952, p. 627.
- 5 Arinov E. *Stability deformation supported by mine workings*, Almaty, 1998, p. 132.

---

## АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Abiev, N.A.** — Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor, Department of mathematics, M.K.Dulati Taraz State University.
- Abildaeva, G.B.** — Senior lecturer in the department of IS, Karaganda State Technical University.
- Alibiev, D.B.** — Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Amirov, A.Zh.** — Doctor PhD, Karaganda State Technical University.
- Antipov, Yu.N.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the Chair of Mathematics, Technical University of Kaliningrad.
- Arinov, E.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Professor, O.A.Baykonurov Zhezkazgan University.
- Baigaraeva, A.E.** — Engineer, Department of Computer science of the L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.
- Baimuldin, M.K.** — Candidate of Technical sciences, Associate professor, Karaganda State Technical University.
- Bakiev, M.N.** — Candidate of physical-mathematical sciences, Associate Professor of Information Systems, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.
- Bazikova, K.M.** — Senior lecturer, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Dopira, R.I.** — Senior lecturer, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Esendauletova, Zh.T.** — Teacher, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Eshkeev, A.R.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the Chair of algebra, mathematical logic and geometry named after prof. T.G.Mustafin, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Grelo, M.F.** — PhD, Professor of the University Santiago de Compostelo, Spain.
- Ispulov, N.A.** — Candidate of physical and mathematical sciences, Associate professor of the Department of Physics and Instrumentation, S.Toraigyrov Pavlodar State University.
- Kagazbaev, Zh.A.** — Associate Professor, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Kazhikenova, A.Sh.** — Candidate of technical sciences, Associate professor of chair of technique of teaching of mathematics and informatics, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Kazhikenova, S.Sh.** — Professor, Doctor of technical sciences, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Makazhanova, T.Kh.** — Candidate of physical and mathematical sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Mamatova, G.U.** — Candidate of physical and mathematical sciences, «Applied Mechanics and Bases of Designing of Cars» chair, K.I.Satpaev Kazakh National Technical University, Almaty.



- Marasulov, A.M.** — Doctor of technical sciences, Associate Professor, Department «Mathematical modeling and computer science», K.A.Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.
- Nurbekova, G.F.** — Master of Engineering sciences, a teacher of Department of Computer science, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.
- Nurgabyl, D.N.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Director of the Institute of Postgraduate Education and Staff retraining, I.Zhansugurov Zhetysu State University, Taldykorgan.
- Nurgabylov, E.D.** — Master, teacher, I.Zhansugurov Zhetysu State University, Taldykorgan.
- Omarov, G.T.** — Magistant specialty 6M070300 – «Information systems», Kazpotreboyyuz Karaganda Economic University.
- Omarova, A.T.** — Doctorate PhD of the 3d form specialty 6D050700 – «Management», Department of «Economic and management», Kazpotreboyyuz Karaganda Economic University.
- Orumbaeva, N.T.** — Candidate of physical and mathematical sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Ospanova, B.R.** — Associate Professor, Department of Russian Language and Culture, Karaganda State Technical University.
- Popova, N.V.** — Senior lecturer, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Ramazanov, M.I.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Rystygulova, V.B.** — Candidate of physical and mathematical sciences, «Theoretical and Experimental Physics» chair, Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty.
- Savchenko, N.K.** — Senior lecturer in the department of IS, Karaganda State Technical University.
- Saginbekova, E.S.** — Undergraduate, K.A.Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.
- Seitimbetova, A.B.** — Undergraduate of faculty of mathematics and information technologies, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Seksembaeva, M.A.** — Magistant of the second course in the specialty 6M060200 – «Informatics», E.A.Buketov Karaganda State University.
- Serik, M.** — Doctor Pedagogical sciences, Professor of the Department of Informatics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.
- Seythanova, A.K.** — Candidate of physical and mathematical sciences, Senior teacher of the Department of Physics and Instrumentation, S.Toraigyrov Pavlodar State University.
- Shakirova, Yu.K.** — Senior lecturer in the department of IS, Karaganda State Technical University.
- Shayakhmetova, B.K.** — Candidate of pedagogical sciences, docent, Department of mathematical analysis and differential equations, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Shontaeva Zh.S.** — Magistant, M.K.Dulati Taraz State University.
- Sultanov, M.A.** — Candidate of Physical and Mathematical sciences, Associate Professor, Chair of «Mathematical modeling and computer science», K.A.Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.
- Sultanova, G.A.** — Teacher, Department of Applied Mathematics and Computer sciences, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Tleukenov, S.K.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Professor, Head of the department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.
- Turdybekova, K.M.** — Senior teacher of chair of technique of teaching of mathematics and informatics, E.A.Buketov Karaganda State University.
- Tyurekhodzhaev, A.N.** — Doctor of physical and mathematical sciences, Academician of National Engineering Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, Full member of the New York Academy

---

of sciences, «Applied Mechanics and Bases of Designing of Cars» chair, K.I.Satpaev Kazakh National Technical University, Almaty.

**Zhanbolova, A.K.** — Magistant of the first course in the specialty 6M060100 – «Mathematics», E.A.Buketov Karaganda State University.

**Zholmagambetova, B.R.** — Position, rank, degree: undergraduate, Junior State Enterprise «Institute of Applied Mathematics» KH MES, Karaganda.

**Zhumasheva, A.T.** — Master of technical sciences, Senior teacher of faculty of mathematics and information technologies, E.A.Buketov Karaganda State University.